



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO
TERRITÓRIO**

DANIELE ARAÚJO FERREIRA

**CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM ÁREAS
ÚMIDAS DE CHAPADA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA/MG**

**UBERLÂNDIA – MG
2015**

DANIELE ARAÚJO FERREIRA

**CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM ÁREAS ÚMIDAS DE
CHAPADA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA/MG**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vania Rosolen.

UBERLÂNDIA – MG
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F383c
2015 Ferreira, Daniele Araújo, 1979-
Concentração de macro e micronutrientes em áreas úmidas de
chapada no município de Uberlândia/MG / Daniele Araújo Ferreira. -
2015.
127 f. : il.

Orientador: Vania Silvia Rosolen.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Solos - Fertilidade - Teses. 3. Solos -
Contaminação - Teses. 4. Geografia agrícola - Triângulo Mineiro (MG) -
Teses. I. Rosolen, Vania Silvia. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Programa de Pós-Graduação em Geografia

IG

DANIELE ARAÚJO FERREIRA

CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM ÁREAS
ÚMIDAS DE CHAPADA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA (MG)

Vânia Silvia Rosolen

Professora Dr^a. Vânia Silvia Rosolen - UFU

Luciana Melo Coelho

Professora Dr^a. Luciana Melo Coelho – UFGO

Adriano R. Santos

Professor Dr. Adriano Rodrigues dos Santos – UFU

Data: 19 / 03 de 2015

Resultado: Aprovado

*À minha Orientadora e Amiga Vânia Silvia Rosolen,
pelo ensinamento, dedicação e paciência
dispensados na concretização
desta dissertação.*

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos a qual resultou esse trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que me proporcionou a realização e conclusão do curso de Pós Graduação em Geografia.

À todos os professores do Instituto de Geografia (IG/UFU), pela dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial colaborou para a conclusão deste curso e conseqüentemente desse trabalho contribuindo para minha formação pessoal e profissional

Em especial à minha orientadora e amiga Prof^a. Dr^a. Vânia Silvia Rosolen, pela paciência e dedicação, que mesmo com algumas limitações geográficas foi um exemplo de “mestra” para que esta pesquisa fosse concluída.

Agradeço também ao Museu de Minerais e Rochas (IG/UFU) pela utilização do espaço físico na preparação das amostras.

Aos Professores Adriano e Ângela pelas contribuições relevantes na fase de qualificação.

À todos os técnicos que contribuíram de forma singular para a conclusão desta pesquisa, em especial (Yara, João, Izabel, Beatriz, Paulino).

Aos meus pais (Carlos e Silvanita) e irmãos (Carla e Maurício) que sempre me incentivaram e me fizeram acreditar que nada é impossível.

À minha Avó Zilda pela paciência e sabedoria, que me incentivou durante todo este período, obrigada por nossos cafés aos sábados e domingos pela manhã.

Agradeço a minha querida Tia Adriana que esteve ao meu lado sempre nas horas mais especiais e necessárias.

À República Amarela que me acolheu no início do curso de forma extraordinária e às Repúblicas Maria Madalena e Nuvem que me acolheu nos últimos meses em todas as idas à Campinas/SP.

À minha amiga especial Professora Mestre Adriana Alves pelos incansáveis momentos de orientação e discussões intermináveis.

Ao meu grande amigo William Alves por todos os momentos despendidos durante esta pesquisa, aos intensos finais de semana de discussões e apoio.

À minha grande amiga Suzana Andrade pela paciência e sabedoria nos dias mais difíceis e intermináveis.

Ao Diogo Costa e Henrique Machado pela incansável ajuda nas coletas das amostras de solo realizadas em campo no escaldante sol do Cerrado.

Aos meus amigos, pela verdadeira amizade que construímos em particular aqueles que estavam sempre ao meu lado (Flaviane, Igor, Fabiana, Ricardo Luís, Laís, Thaíssa, Mariana, Carla, Zaira, Karla, Gustavo, todos inesquecíveis) por todos os momentos que passamos durante esses anos, meu especial agradecimento. Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa.

MUITO OBRIGADA a todos que colaboraram para a realização desta conquista e por fazerem parte da minha vida.

RESUMO

Expansão e intensificação são dois caminhos para aumentar a produtividade agrícola, no entanto ambos causam impactos ambientais. No cerrado do Triângulo Mineiro, a expansão e a intensificação da agricultura iniciada na década de 1970 ocuparam, inicialmente, as áreas com Latossolos, mas a necessidade de mais terras para cultivo excedeu seus limites e avançou ou incorporou as áreas úmidas de campos de murundus. Esses campos de murundus correspondem a depressões topográficas localizadas na superfície da chapada sedimentar, pois são ecossistemas que permanecem temporária ou permanentemente alagados. Possuem solos com horizonte superficial rico em matéria orgânica sobreposto a horizonte mineral cinza-claro ou mosqueado, refletindo as condições de redução do óxido de ferro em ambientes alagados. Essas áreas não foram inventariadas e não são consideradas como áreas úmidas no Código Florestal Brasileiro e, além disso, não apresentam legislação específica relacionada às áreas de preservação permanente, fator que dificulta a inibição do avanço da agricultura em suas bordas. Isso se deve às características intrínsecas relacionadas ao solo, à topografia e à presença do nível freático elevado. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar os impactos gerados pela agricultura em áreas de murundus mediante comparações entre os teores de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn) presentes em um murundu drenado (MD) e usado para cultivo e outro não impactado e considerado como solo de referência (MR). As amostras de solo foram coletadas em três profundidades e realizaram-se análises morfológicas do complexo sortivo e granulométricas com vistas à comparação entre os dois ambientes. Os resultados mostram que os murundus podem ser caracterizados como área de interceptação de nutrientes liberados no ambiente pelo uso de fertilizante, agrotóxicos e corretivos do solo, uma vez que foi detectado o aumento dos teores dos seguintes nutrientes quando comparados os dois murundus (MR) e (MD): fósforo (P), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), saturação por bases (V), e o índice de saturação por sódio (ISNa).

Palavras-chave: Campos de murundus. Agricultura. Fertilidade do solo. Contaminação do solo. Topo de Chapada.

ABSTRACT

Expansion and intensification are two ways to increase agricultural productivity nevertheless both cause environmental impacts. In Triângulo Mineiro Cerrado, agriculture expansion and the intensification started in the 1970s have occupied initially the Oxisols areas, but the need for more land for cultivation exceeded its limits and advanced or incorporated wetlands of field mounds. Mounds fields correspond to topographic depressions located on the surface of the sedimentary plateau and they are ecosystems that remain temporarily or permanently flooded. They have organic matter rich soils overlapping light gray or mottled mineral horizon reflecting the conditions of iron oxide reduction in flooded environments. Such areas are not scheduled and the Brazilian Forest Code has not considered them as wetlands. Furthermore, they have no specific legislation concerning to permanent preservation areas factor that hinders the inhibition of advancing agriculture at its edges. This is due to intrinsic features regarding soil, topography as well the presence of the high water level. So, this study aimed to evaluate the agriculture impacts on mounds fields by comparison between the macro contents (N, P, K, Ca, Mg, S) and micronutrients (Fe, Mn, Cu, Zn) in a drained mound used in cultivation and another not impacted one used as control soil. We collected samples at three depths and carried out morphological and grain size analysis in the complex sorption in order to compare both environments. The results showed that we could characterize mounds as areas for nutrient interception released in fertilizer use for the environment pesticides and soil correctives. We detected increased levels in following nutrients by comparing both MR and MD mounds: phosphorus (P), sodium (Na), calcium (Ca), magnesium (Mg), total bases (TB), effective CEC (t), base saturation (V), and saturation index sodium (ISNA).

Keywords: Mound fields. Agriculture. Soil fertility. Soil contamination Plateau top.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da Área de Estudo e Pontos de Coleta	30
Figura 2 Campus de Murundus Referência (MR).....	31
Figura 3 Área Agrícola de Murundus Drenados (MD)	31
Figura 4 Climograma de Uberlândia/MG 2013	32
Figura 5 Balanço Hídrico Uberlândia/MG 2013	33
Figura 6 Geologia do Alto curso do Rio Uberabinha	37
Figura 7 Fitofisionomias do Cerrado	39
Figura 8 Invasão de Espécies Exóticas na Área de Estudo	41
Figura 9 Vegetação de Cerrado na Área de Estudo.....	42
Figura 10 Tipos de solos no alto curso da bacia do Rio Uberabinha	46
Figura 11 Compartimentos de Relevo no Alto Curso da Bacia do Rio Uberabinha.....	49
Figura 12 Área no Entorno dos Pontos de Coleta	51
Figura 13 Coleta das amostras de solo [1].....	52
Figura 14 Coleta das Amostras de Solo [2].....	53
Figura 15 Uso da Terra no Alto e Médio Curso do Rio Uberabinha	60
Figura 16 Uso da Terra e as Áreas de Preservação Permanente no Alto Curso do Rio Uberabinha	61
Figura 17 Áreas agrícolas	65
Figura 18 Áreas agrícolas com a presença de animais silvestres e plantas exóticas.....	65
Figura 19 Extração de argilas.....	69
Figura 20 Cavas de extração de argilas.....	70
Figura 21 Argilas Extraídas	70

Figura 22 Intoxicação por Agrotóxicos no Brasil	75
Figura 23 Dinâmica dos Produtos Químicos no Solo	85
Figura 24 Nódulos Ferruginosos	89
Figura 25 Granulometria no Murundu Referência (MR)	90
Figura 26 Granulometria no Murundu Drenado (MD)	91
Figura 27 Nódulos Ferruginosos (Plintitas)	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Caracterização dos Agrotóxicos	74
Tabela 2 Classificação dos fertilizantes	79
Tabela 3 Corretivos de Acidez do Solo	80
Tabela 4 Corretivos de Alcalinidade	81
Tabela 5 Corretivo de Sodicidade	81
Tabela 6 Descrição dos Solos em Campo	88
Tabela 7 - Valores Granulométricos para o Murundu Referência e Murundu Drenado	91
Tabela 8 Análise comparativa dos parâmetros analisados entre o MR e o MD	94
Tabela 9 Análise dos Componentes Principais (ACP) - MR - 0-20cm.....	102
Tabela 10 Análise dos Componentes Principais (ACP) - MR - 20-40cm.....	103
Tabela 11 Análise dos Componentes Principais (ACP) - MR - 40-60cm.....	104
Tabela 12- Análise dos componentes principais (ACP) – M D – 0-20cm	108
Tabela 13- Análise dos componentes principais (ACP) – M D – 20-40cm	109
Tabela 14 - Análise dos Componentes Principais (ACP) – M D – 40-60cm.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Associação Brasileira de Cerâmica
ACP	Análise dos Componentes Principais
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AU	Área Úmida
AUs	Áreas Úmidas
BDMG	Banco do Desenvolvimento de Minas Gerais
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
FioCruz	Fundação Osvaldo Cruz
GEE	Gases de Efeito Estufa
H+Al	Acidez Potencial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INAU	Instituto Nacional de Áreas Úmidas
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
ISNa	Índice de Saturação por Sódio
IUCN	International Union of Conservation and Nature
LAC	Argila de Baixa Atividade

m	Índice de Saturação por Alumínio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCE	Massa de ar Equatorial Continental
MD	Murundu Drenado
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MO	Matéria Orgânica
MOS	Matéria Orgânica do Solo
MPA	Massa de ar Polar Atlântica
MR	Murundu de Referência
MTAc	Massa de ar Tropical Atlântica Continentalizada
MTC	Massa de ar Tropical Continental
PAEG	Plano de Ação Econômica do Governo
PCI	Programa de Crédito Integrado
PED	Programa Estratégico de Desenvolvimento
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento do Cerrado
P-rem	Fósforo Remanescente
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica
PRODECER	Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento
RPM	Rotações por Minuto
RPPNs	Reserva Natural do Patrimônio Particular

RT	Reagente de Trabalho
SB	Soma de Bases Trocáveis
SEPLAN/MG	Secretaria de Planejamento de Minas Gerais
SINITOX	Sistema Nacional de Informações Toxicológicas
SOC	Carbono Orgânico do Solo
T	Capacidade de Troca Catiônica
t	Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
TFSA	Terra Fina Seca ao Ar
USDA	United States Department of Agriculture
V	Índice de Saturação por Bases
ZCAS	Zona de convergência do Atlântico Sul

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

ha	Hectare
Kg	Kilograma
Pg/ano	Pentagrama/ano
N	Normal
mg/L	Miligramas por Litro
NaOH	Hidróxido de Sódio
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
KCl	Cloreto de Potássio
SrCl ₂	Cloreto de Estrôncio
H ₃ PO ₄	Ácido Fosfórico
NaF	Fluoreto de Sódio
pH	Potencial Hidrogeniônico
FeSO ₄	Sulfato de Ferro II
NH ⁺	Cátion Amônio
P	Fósforo
Cu	Cobre
Zn	Zinco
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
N	Nitrogênio
Ca	Cálcio

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
Legislação Ambiental Brasileira	27
CAPÍTULO 1 LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
1.1 Localização da área de estudo	29
1.2 Caracterização da área	32
1.2.1 Clima.....	32
1.2.2 Geologia	34
1.2.3 Vegetação	38
1.2.4 Solos.....	42
1.2.5 Relevo.....	47
CAPÍTULO 2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA.....	50
2.1 Coleta das amostras de solo.....	50
2.2 Análises de laboratório.....	53
2.2.1 Análise granulométrica	53
2.2.2 Análises químicas	54
2.2.1 Análise do pH de solo em água	54
2.2.4 Análise do Fósforo (P)	54
2.2.5 Análise do Potássio (K).....	55
2.2.6 Análise do Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)	55
2.2.7 Análise do Manganês (Mn), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Cobre (Cu)	56

2.2.8 Matéria Orgânica (MO)	56
2.2.9 Análise do Nitrogênio Total (N_{total})	56
CAPÍTULO 3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	58
3.1 Alteração da paisagem e o uso do solo	58
3.2 Evolução da produção agrícola no Brasil	62
3.3 A intensificação agrícola em Minas Gerais no contexto do Triângulo Mineiro.....	63
3.4 A extração mineral na bacia do Rio Uberabinha	67
3.5 A relação carbono / solo.....	71
3.6 Insumos agrícolas	73
3.6.1 Agrotóxicos	73
3.6.2 Adubos e/ou fertilizantes.....	78
3.7 Corretivos do solo	80
3.7.1 Corretivos da acidez	80
3.7.2 Corretivos de alcalinidade e sodicidade.....	81
3.8 Sistemas de preparo do solo.....	81
3.8.1 Plantio convencional	82
3.8.2 Plantio direto	83
3.9 A adição de produtos químicos no solo	84
CAPÍTULO 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	87
4.1 Macromorfologia e granulometria dos solos.....	87
4.2 Análise comparativa global entre os elementos e parâmetros físico-químicos entre o murundu referência (MR) e o murundu drenado (MD)	93
4.2 Análise dos componentes principais (ACP)	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111

REFERÊNCIAS	114
--------------------------	------------

ANEXOS.....	126
--------------------	------------

Anexo 1 Resolução sobre Uso Sustentável e Proteção das Áreas Úmidas

Brasileiras Wolfgang Junk	126
---------------------------------	-----

INTRODUÇÃO

Áreas Úmidas (AUs) são áreas "onde a água é o principal fator controlador do ambiente, juntamente com a fauna e a flora associadas" (NIERING, 1985). São áreas prioritárias para a conservação, por prestarem vários serviços ambientais, como o fornecimento e o armazenamento de água, a regularização do fluxo e da vazão na bacia hidrográfica, na retenção de sedimentos e contaminantes provenientes da agricultura, fornecimento da turfa e armazenamento de carbono. Também são áreas que abrigam fauna e flora inclusive com espécies endêmicas (MATIZA 1994; MITSCH; GOSSELINK 2007).

Em âmbito global, as AUs ocupam uma área aproximada de 5,3 milhões de km², de acordo com Matthews & Fung (1987), que obtiveram dados digitais independentes sobre a vegetação, as propriedades do solo e a inundação.

Na chapada de Uberlândia/Uberaba (MG), as áreas hidromórficas são normalmente caracterizadas como veredas e campos de murundus, embora possam assumir nomes regionais populares como covoais e brejos.

As propriedades e funções das AUs foram expressas no texto da Convenção Internacional sobre as Zonas Úmidas, conhecida também como Convenção de Ramsar, em vigor desde 1975. Tendo em vista a extensão das áreas úmidas no território brasileiro e o reconhecimento de suas funções ambientais e sociais, que as tornariam áreas especialmente protegidas, o Brasil assinou essa convenção em 1993, que posteriormente foi ratificada na Constituição Federal pelo Decreto Federal 1. 905 de 1996 (OLIVEIRA, 2013).

Não há consenso sobre o termo e a caracterização das AUs entre cientistas, legisladores ou gestores. Uma definição universal é complexa, por ser um termo que

abrange uma ampla variedade de ambientes, incluindo as florestas fluviais, pântanos e brejos, com águas doces e salinas, entre outros, além de serem identificados por nomes científicos e regionais (BRINSON; MALVAREZ, 2002; SCOTT; JONES, 1995).

Apesar da dificuldade, entretanto reconhecendo sua importância, áreas úmidas de diferentes naturezas foram inventariadas e integram classificações internacionais e nacionais, que ajudam no reconhecimento, na cartografia, na elaboração e implantação de políticas de preservação, na mitigação e na recuperação ambiental dessas áreas.

De acordo com Tiner (1999), a classificação das AUs consiste no agrupamento de tipos semelhantes de sistemas aquáticos em uma categoria. A definição de zona úmida mais aceita internacionalmente é da Convenção de Ramsar (1975), que sugeriu eixos de classificação e de identificação de zonas úmidas de abrangência geral. Entretanto, quando características de ambientes regionais são inseridas, a definição se torna muito ampla e pode, ou não, corresponder à realidade observada.

Países e regiões como os Estados Unidos (COWARDIN *et al.*, 1979), Espanha (BERNÁLDEZ; MONTES, 1989), Austrália (PAIJMANS *et al.*, 1985), Canadá (ZOLTAI *et al.*, 1975) e Oriente Médio (SCOTT, 1989) adotaram diferentes definições para designar características específicas de tais áreas. Por exemplo, na classificação proposta pelo Diretório das Áreas Úmidas Neotrópicas (*Directory of Neotropical Wetlands*), apresentados por Scott e Carbonell (1986) *in* Scott e Jones (1995), as veredas e os murundus podem ser incluídos nas áreas de gramíneas sazonalmente alagadas, nas savanas e savanas com palmáceas (*seasonally flooded grassland, savanna, palm savana*).

Mesmo com toda a complexidade que envolve esses ambientes, pode-se geralmente utilizar esse termo para definir os sistemas sob condições de alagamento ou inundação, com solos saturados ou não por períodos prolongados.

O INAU (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas, 2014), afirma que, apesar de uma alta frequência e de uma ampla distribuição, as AUs brasileiras permanentemente úmidas, compreendem uma área total relativamente pequena. Fazendo parte desse grupo estão as veredas e os buritizais, e algumas formações ao longo da costa brasileira, como pequenas lagoas de salinidade variável. Tal característica diferencia o Brasil dos países com clima frio e temperado, que possuem uma alta porcentagem de AUs constantemente úmidas, com nível de água estável ou com solos permanentemente encharcados, tais como, *peat-bogs*, *fens* e *mires* (diferentes tipos de turfeiras).

O inventário e a classificação das AUs no Brasil, proposto por Junk *et al.*, (2013), classifica de forma abrangente as principais áreas, com informações baseadas na dinâmica hidrológica, em parâmetros físicos e químicos e na composição e estrutura botânica.

Os autores destacam que essa classificação é abrangente, no entanto possui detalhes suficientes que podem servir como base para uma legislação sobre o uso sustentável e a proteção das AUs brasileiras. Ressaltam, ainda, que é necessário considerar a grande extensão territorial de algumas áreas e enquadrá-las aos níveis de classes, subclasses e diversidade de *habitats*. Assim, as classificações adicionais em escala menor são indispensáveis para respaldar normas específicas de manejo e de proteção de forma eficiente para cada AU. Sendo assim, podem-se incluir as veredas e os campos de murundus, temporária ou permanentemente alagados, em sistemas úmidos típicos do cerrado *strictu sensu*.

As veredas são classificadas como uma fitofisionomia do Cerrado *stricto sensu*, definida como agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas e palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* emergente, encontrada em Gleissolos, saturados na maior parte do ano; ocupam, quase sempre, vales pouco íngremes ou áreas planas (Ribeiro e Walter, 2008). Já os Murundus são considerados subtipos fisionômicos das fitofisionomias Campo Sujo e Campo Limpo (ambas as Formações Campestres) e representam elevações de terreno presentes em solos com lençol freático alto, definidos pela umidade do solo e topografia (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Assim, as áreas úmidas da chapada do alto curso do Rio Uberabinha possuem como características marcantes os microrrelevos que formam os campos de murundus, ecossistemas sensíveis às ações antrópicas, que têm sido drasticamente reduzidos pela intensificação e pela expansão da agricultura e da pecuária na região.

Por isso, atribui-se ao agronegócio a responsabilidade pelo desmatamento e pela conversão de extensa área do Cerrado, incluindo as áreas úmidas, em áreas de atividades agrícolas. Esse reconhecimento não implica que deva haver somente uma limitação, mas, sim, um desafio de ampliar a produção para atender às necessidades mundiais de alimentos, usando técnicas de manejo que minimizem os impactos.

Em escala mundial, trabalhos científicos estimam que mais de 50% das áreas úmidas já foram destruídas ou tiveram sua integridade comprometida (MITCH; GOSSELINK, 2008). A intensificação e a expansão da agricultura são indiscutivelmente atividades responsáveis pelo constante decréscimo das AUs no mundo, seja pela área abrangida ou indiretamente pelo uso de irrigação, fertilizantes, agrotóxicos e mecanização (SIEBERT E DÖLL, 2010; WEST *et al.*, 2010; MCDONALD *et al.*, 2011). A expansão agrícola ocasionou impactos enormes sobre

os *habitats*, sobre a biodiversidade, sobre o armazenamento de carbono e sobre as condições do solo (TILMAN *et al.*, 2002).

Atualmente, a agricultura se expande principalmente nas regiões tropicais, estima-se que 80% das novas áreas de cultivo estejam substituindo as vegetações originais dessas regiões (GIBS *et al.*, 2010). Tal ampliação se torna preocupante, uma vez que as florestas são grandes reservatórios de biodiversidade e sua retirada representa a emissão de, aproximadamente, 12% de carbono na atmosfera de origem antrópica por ano (FRIEDLINGSTEIN, 2010).

Nos últimos 50 anos, a área de terras agrícolas irrigadas do mundo praticamente dobrou (FAO, 2011; ROSEGRANT, 2002; GLEICK, 2003), ao passo que o uso global de fertilizantes aumentou em 500% e, se considerarmos apenas o nitrogênio, o aumento foi de mais de 800% (FAO, 2011; MATSON *et al.*, 1987; TILMAN *et al.*, 2001). A intensificação também causou degradação da água, aumento do uso de energia e poluição generalizada (MATSON *et al.*, 1987; VOROSMARTY *et al.*, 2000; DIAZ; ROSEMBENRG, 2008).

Segundo Gleick (2009) e Postel (1999), cerca de 70% da água doce mundial é destinada a irrigação. Além disso, o excessivo uso de fertilizantes, a aplicação de esterco e a utilização de leguminosas (que fixam nitrogênio no solo) têm causado modificações nos ciclos globais do nitrogênio e do fósforo (VITOUSEK *et al.*, 1997; BENNETT *et al.*, 2001), acarretando impactos na qualidade da água, nos ecossistemas aquáticos e na pesca marinha (DIAZ, 2008; CANFIELD, 2010).

Não obstante, trabalhos realizados como o de DeFries (2010), o de Galford (2010) e o de Vergé (2007) estão de acordo em que a expansão e a intensificação agrícola influenciam nas mudanças climáticas, e a agricultura e a pecuária são responsáveis por cerca de 35% das emissões globais de gases de efeito estufa.

Foley *et al.*, (2011) apontam que a expansão da agricultura nas áreas tropicais tem causado uma grande redução da biodiversidade, o aumento das emissões de gases de efeito estufa e esgotado alguns serviços ambientais prestado pelos ecossistemas.

Segundo a IUCN (*International Union of Conservation and Nature*, 1996) estima-se que grandes áreas de zonas úmidas tenham sido perdidas como resultado das intensas atividades antrópicas. Grande parte dessa perda ocorreu no Hemisfério Norte, na primeira metade do século XX, no entanto, conversões cada vez maiores têm acontecido em regiões tropicais e subtropicais desde a década de 1950 (MOSER, 1996).

Atualmente, a agricultura pode ser considerada como uma das principais atividades de impacto, uma vez que, a drenagem do solo foi responsável pela perda de 26% das zonas úmidas em escala global (ZEDLER; KERCHER, 2005).

Outras causas de degradação são: alterações hidrológicas, salinização, eutrofização, sedimentação e invasões de espécies exóticas, já que, nessas áreas, ocorrem paisagens propícias para o acúmulo de água, de sedimentos e, consequentemente, de poluentes.

Muitos trabalhos já foram realizados referindo-se aos impactos das atividades socioeconômicas em diferentes partes do mundo, no entanto os efeitos detalhados de degradação ainda são pouco conhecidos. Estão em conformidade com a ideia de que a redução da biodiversidade é relevante, podendo aumentar de acordo com a combinação das alterações no meio (BRINSON; MALVAREZ, 2002; LADHAR, 2002; NORRIS RH, LISTON *et al.*, 2001).

De acordo com os tipos de alterações, Brinson e Malvarez (2002) as agruparam em quatro categorias: (a) geomorfológicas e hidrológicas (desvios de água e

barragens, desconexão de várzeas de fluxos de inundação, enchimento, diques e drenagem); (b) nutrientes e contaminantes (eutrofização, carreamento de materiais tóxicos); (c) colheitas, extinções e invasões (culturas, extinção de animais e invasões de espécies exóticas), e (d) mudanças climáticas (aquecimento global, o aumento da intensidade e frequência de tempestades).

Embora importantes, os estudos sobre a gênese, o funcionamento e os impactos das atividades socioeconômicas nas veredas e nos campos de murundus do Cerrado são insuficientes para compor um inventário sobre a distribuição geográfica e sobre políticas de conservação e restauração.

A expansão e a intensificação são os dois caminhos para aumentar a produção e a produtividade agrícola e ambos causam severos impactos ambientais (FOLLEY *et al.*, 2011). O agronegócio foi a atividade econômica que inseriu o Brasil e, conseqüentemente, o Triângulo Mineiro (MG), no mercado internacional de *commodities* e na economia globalizada (JEPSON, 2006).

A chapada sedimentar de Uberlândia e de Uberaba originalmente recoberta pelo cerrado *strictu sensu*, possui áreas de veredas e campos de murundus e também é caracterizada por ser o local com expressivo número de nascentes de rios que abastecem a cidade de Uberlândia/MG, como o Ribeirão Bom Jardim e o Rio Uberabinha. Tal área foi rapidamente convertida em área agrícola, tornando-se, ao mesmo tempo, uma área com expressiva produção de grãos, de desenvolvimento econômico e de grande passivo ambiental, principalmente pelo desmatamento e pela conversão das áreas úmidas.

Trabalhos anteriores forneceram análises qualitativas e quantitativas relacionadas à incorporação das áreas úmidas da superfície da chapada Uberlândia/Uberaba pela agricultura como Schneider (1996), Ramos *et al.*, (2006),

Soares (2008), Resende (2011), Borges (2012), Queiroz (2012), Oliveira (2013), Machado (2014), Martins (2014), e os impactos relacionados com a conversão de murundus em áreas agrícolas, principalmente em relação aos aspectos químicos nutricionais do solo, justificam esta pesquisa.

Por serem ambientes óxido-redutores e com elevado teor de matéria orgânica, os Gleissolos presentes nos campos de murundus podem ser áreas de interceptação e de acumulação de elementos químicos usados na agricultura, responsáveis por possíveis desequilíbrios nos ciclos biogeoquímicos e impactos negativos nos ambientes terrestres e aquáticos.

Análises químicas totais dos solos fornecem informações valiosas sobre a elevação da concentração de elementos nutritivos usados na agricultura e servem como parâmetros para a determinação da extensão dos impactos da atividade econômica no ambiente. Esses dados podem orientar os estudos da potencialidade de ocorrência de problemas nutricionais (em plantas e animais), de saúde e ambientais (GUPTA, 1991).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar os impactos gerados pela agricultura em áreas de murundus por meio de comparações entre os teores de macro e micronutrientes presentes em um murundu drenado e usado para cultivo e outro não impactado e considerado como solo de referência.

Como estratégia de desenvolver o objetivo geral, estabeleceram-se objetivos específicos que tiveram como requisito analisar as propriedades químicas de perfis de solo hidromórfico de murundus, com vistas a comparar as mudanças ocorridas com o uso de fertilizantes químicos e determinar a concentração de nutrientes no solo e relacionar com possíveis impactos ambientais.

Legislação Ambiental Brasileira

Em âmbito mundial, a ciência tem estimado que mais de 50% das AUs já foram destruídas ou tiveram sua integridade comprometida (MITCH; GOSSELINK, 2008). Não é diferente com as AUs brasileiras que também estão ameaçadas, todavia, em diferentes níveis.

O INAU (2013), concluiu que existem 111 terminologias (Anexo 2) relacionadas às AUs nas três esferas da Legislação Brasileira, entretanto, somente dezenove termos foram definidos nas leis Estaduais e apenas cinco nas leis Federais. Essas definições variaram e abrangem somente AUs específicas, fazendo com que vários tipos de AUs não estejam definidos na legislação brasileira (MALTCHIK com. pess.).

De acordo com os programas existentes na PNRH (Política Nacional de Recursos Hídricos), o Programa IX (Gestão de Recursos Hídricos Integrado ao Gerenciamento Costeiro, incluindo as Áreas Úmidas) e o Programa XI (Conservação das Águas do Pantanal, em especial suas Áreas Úmidas) apontam de maneira incisiva várias ações relacionadas às AUs. O detalhamento do Programa IX está em julgamento pelo CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) e o Programa XI teve seu detalhamento aprovado pela resolução CNRH nº 99 de 2009 (Brasil 2009).

Ambos os programas têm escala regional e são pautados pelas especificidades das ações e das atividades previstas, segundo as características e as peculiaridades de cada uma das áreas, bacias ou regiões: aquíferos estratégicos, Zona Costeira, Amazônia, Pantanal e Semiárido (INAU, 2014).

Com o intuito de priorizar as iniciativas, nas quais são relevantes a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, para o quadriênio 2012-2015, foi realizada a revisão da PNRH (BRASIL, 2011).

Entre as prioridades, destacam-se a identificação, a atualização e o mapeamento das AUs do Brasil; a elaboração e a implementação de projetos de conservação nas bacias hidrográficas com AUs; adoção das ações do Centro de Saberes e Cuidados Socioambientais da Bacia do rio da Prata e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas como referência na elaboração de estudos e pesquisa; elaboração e implementação de política de áreas úmidas; desenvolvimento de estudos sobre áreas úmidas e normatização do uso e da ocupação das AUs interiores; mapear e monitorar empreendimentos em áreas costeiras e úmidas e reavaliar o mecanismo de gestão das Zonas Úmidas e integrá-las ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (INAU, 2014).

De acordo com Junk *et al.*, (2014), recomendar a adequação das legislações Estaduais às especificidades dos biomas, da caatinga e do cerrado, da zona estuária e das áreas úmidas são propostas do programa do PNRH, já existente para “Conservação das áreas úmidas do Brasil”, “Conservação do pantanal e demais áreas úmidas” e “Conservação das águas em áreas úmidas e pantanosas”.

A função e responsabilidade do Governo como signatário da Convenção de Ramsar divergem da discussão sobre o novo Código Florestal, fica evidente a baixa eficácia do conjunto dessas estratégias governamentais, no que diz respeito às AUs brasileiras, dado que a legislação tem deixado grandes partes das AUs ripárias, em sua maioria florestadas, completamente desprotegidas, como descrito nos parágrafos 4.2.1 e 4.2.2 (PIEDADE *et al.*, 2012, JUNK *et al.*, 2012, SOUSA Jr. *et al.*, 2012, Resolution on Sustainable Use and Protection of Brazilian Wetlands of the 9th INTECOL Meeting 2012 in Columbus –Ohio, USA, Anexo 1).

CAPÍTULO 1

LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO

1.1 Localização da área de estudo

A área de estudo situa-se nos campos de murundus que compõem a nascente do Córrego do Caroço, um dos afluentes do Rio Uberabinha (Figura 1). Localiza-se entre as coordenadas 19°20'15" a 19°20'69" de latitude sul e 47°55'46" a 47°55'77" de longitude oeste, a uma altitude de 974 metros. Foram selecionados dois campos de murundus: (1) considerado como solo de referência por não estar diretamente impactado pela atividade agrícola, que pode ser visualizado na Figura 2 e (2) uma área que foi convertida em cultivo de grãos (soja, milho e feijão) há aproximadamente quatro décadas podendo ser observado na Figura 3.

A bacia hidrográfica que drena o topo da chapada comporta dois cursos d'água principais, o Rio Uberabinha e o Ribeirão Beija-Flor. Suas nascentes estão situadas ao Norte do Município de Uberaba e seguem em direção Sul do Município de Uberlândia, passando pelo perímetro urbano, seguindo em direção à foz no Rio Araguari, dividindo os Municípios de Uberlândia e Tupaciguara. O córrego Caroço é afluente do Uberabinha em seu alto curso.

O alto curso da bacia do Rio Uberabinha no Triângulo Mineiro visualizado na Figura 1 foi escolhido por se caracterizar como uma área representativa de ampla extensão dos campos de murundus do cerrado do Triângulo Mineiro, ao mesmo tempo em que é ocupada por intensa atividade agropecuária.

A área encontra-se há aproximadamente 45 km de Uberlândia e 40 km de Uberaba, sendo o acesso preferencial por ambas as cidades pela BR-050.

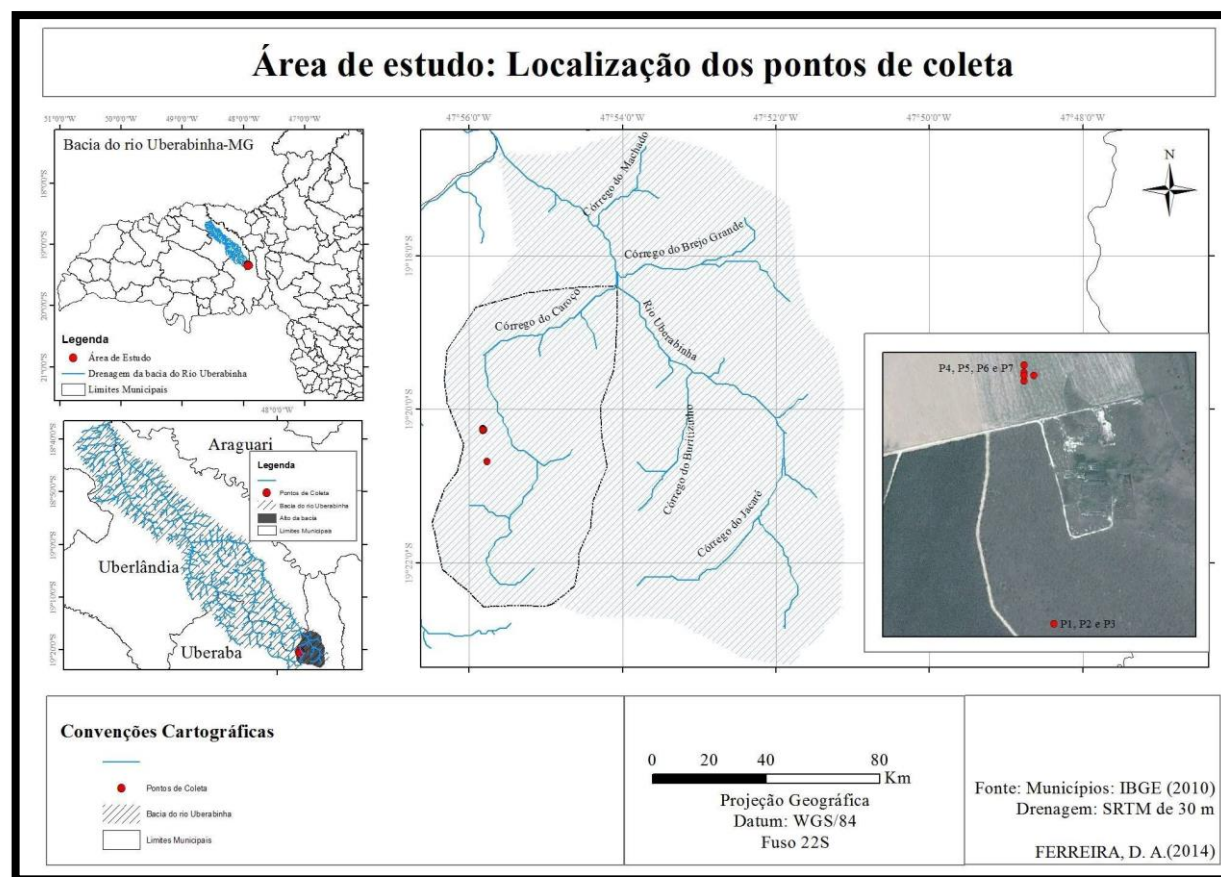


Figura 1 Localização da Área de Estudo e Pontos de Coleta

Autora: Ferreira, 2014



Figura 2 Campus de Murundus Referência (MR)

Autora: Ferreira, 2014



Figura 3 Área Agrícola de Murundus Drenados (MD)

Autora: Ferreira, 2014

1.2 Caracterização da área

1.2.1 Clima

Segundo Queiroz *et al.*, (2011) o clima da área de estudo, assim como ocorre em todo Brasil Central, caracteriza-se como tropical semi-úmido com duas estações bem definidas: verão quente e úmido; e inverno seco e com temperaturas amenas.

Observa-se na Figura 4, que os meses mais frios são junho e julho, apresentando uma temperatura média inferior a 20° C. Contudo, nos meses mais quentes, a temperatura média é superior a 23° C (outubro a março), quando se tem uma temperatura média anual em Uberlândia de 22,5° C. Já em relação à média das precipitações, nos meses de outubro a março (período chuvoso) ocorre 86% do total de precipitação anual, ao passo que os outros 14% restantes ocorrem nos meses de abril a setembro (período seco), sendo que a média pluviométrica anual em Uberlândia é de 1474 mm (Queiroz *et al.*,2011).

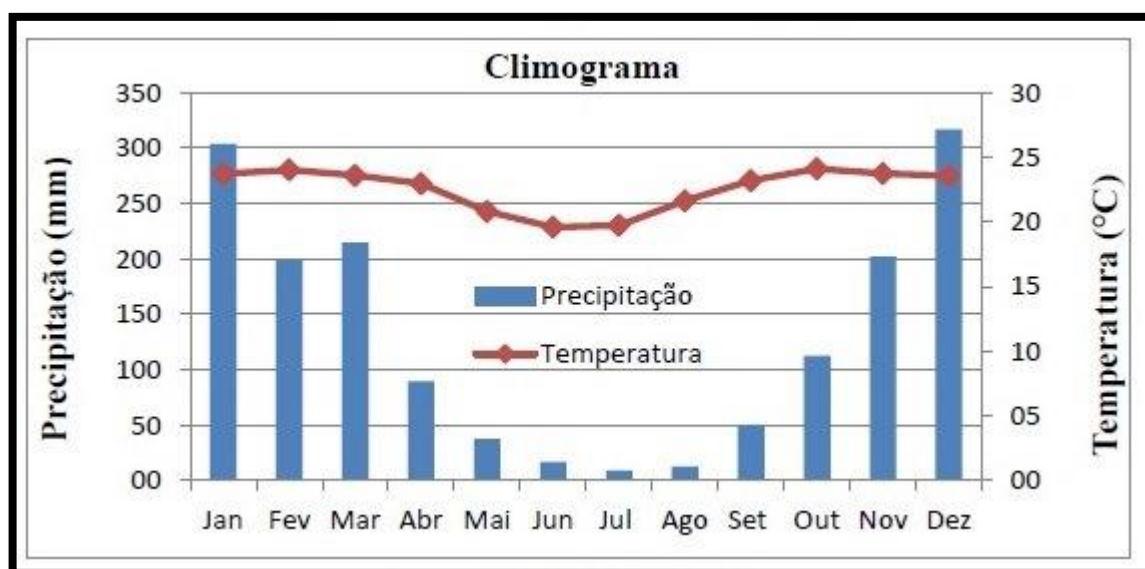


Figura 4 Climograma de Uberlândia/MG 2013

Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia.

Na Figura 5, referente ao Balanço Hídrico, nota-se que entre os meses de abril e outubro ocorre o período de déficit hídrico, ao passo que entre novembro a março há o período de excedente hídrico.

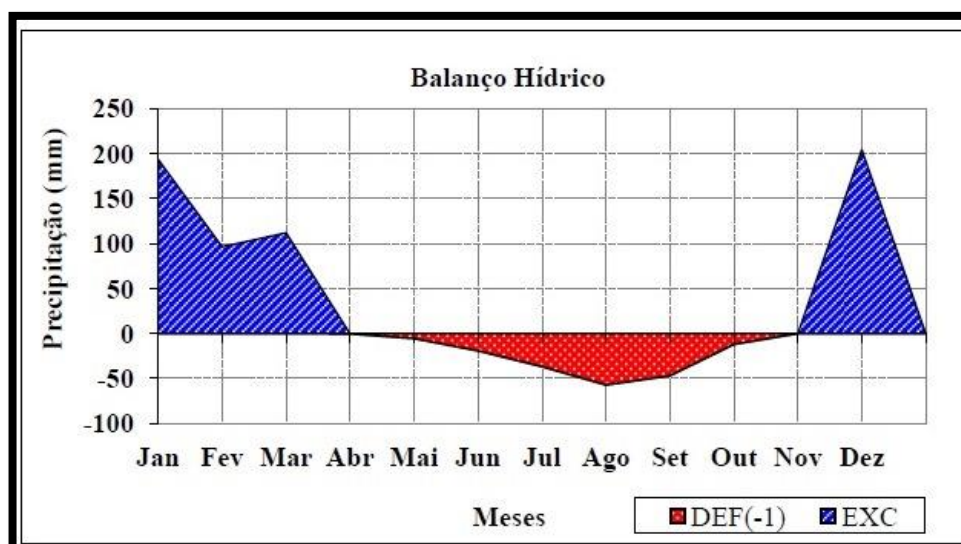


Figura 5 Balanço Hídrico Uberlândia/MG 2013

Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (2013), Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia

Quanto aos sistemas produtores de tempo que atuam na região, de acordo com Mendes e Queiroz (2011), no verão, há maior influência dos sistemas equatoriais (Massa Equatorial Continental – MEC) e polares (Massa Polar Atlântica – MPA).

A interação desses sistemas induz o aumento significativo de nebulosidade e a formação de chuvas frontais. No intervalo de atuação desses sistemas, é verificada a ação da MTAc, que provoca aumento da temperatura e produção de tempo estável. No verão, é comum também a ocorrência da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), que, sob influência, principalmente, do deslocamento de ar quente em baixos níveis da atmosfera em direção às altas latitudes e, também, da baixa pressão desenvolvida sobre a região do Chaco (MTC), gera uma linha de instabilidade que flui no sentido Noroeste/Sudeste. Esse fenômeno estende-se da porção sul da região amazônica ao litoral da Região Sudeste, passando pelo Triângulo Mineiro. No decorrer da sua atuação, as ZCAS provocam nebulosidade e chuvas intensas que duram dias e até mesmo semanas causando uma série de transtornos nas atividades desenvolvidas no espaço urbano e rural (MENDES; QUEIROZ, 2011, p. 336-337).

No entanto, no inverno, de acordo com os referidos autores, pode-se constatar que:

[...] uma total ausência de depressão continental, produzindo, pelo contrário, um fraco anticiclone térmico sobre o Uruguai e o sul do Brasil, facilitando o avanço de dois sistemas principais: MTAc, responsável, no inverno, por dias de temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, e a MPA, que acarreta a formação de frentes frias que chegam a causar algumas pancadas de chuvas na região. Posteriormente à passagem do sistema frontal, percebe-se uma queda brusca na nebulosidade, na temperatura e na umidade relativa do ar (MENDES; QUEIROZ, 2011, p. 337).

1.2.2 Geologia

A chapada sedimentar de Uberlândia/Uberaba situa-se na porção oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo representada por litologias de idade Mesozoica, especificamente por basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) sobrepostos por arenitos da Formação Marília (Grupo Bauru) e, esses, pelos sedimentos cenozoicos (NISHIYAMA, 1989).

As rochas Mesozoicas estão assentadas discordantemente sobre as rochas de idade Pré-Cambriana, que compõem o Grupo Araxá e o Complexo Basal Goiano. Durante o cretáceo, essa área sofreu soerguimentos e subsidências devido à abertura do *rift* Sul-Atlântico (CORRÊA, 2006).

A Formação Serra Geral é composta por rochas magmáticas básicas associadas a pequenas lentes de arenitos intertrapeanos intensamente silicificados, resultado de derrames de lavas básicas ocorridos nos períodos jurássico e cretáceo. Essa formação possui ampla distribuição horizontal no Triângulo Mineiro, no entanto, apresenta-se recoberta em grande extensão pelas rochas do Grupo Bauru ou pelos sedimentos cenozoicos (NISHIYAMA, 1989, 1998).

No alto curso da bacia do Rio Uberabinha, os afloramentos de basaltos ocorrem apenas no vale fluvial próximo à estação de captação de água do Sucupira (NISHIYAMA, 1989). A Formação Marília encerra a fase de deposição sedimentar da Bacia Sedimentar do Paraná (em conjunto com as Formações Adamantina e Uberaba, mas essas não estão presentes na chapada estudada).

A Formação Marília possui relevante extensão no Triângulo Mineiro, ocupando as porções de interflúvios e de chapadas. Ela é subdividida em *fácies* Ponte Alta e Serra da Galga (BARCELOS *et al.*, 1984). A *fácies* Ponte Alta é caracterizada por arenitos e conglomerados com cimentação carbonática, lentes de calcário silicoso e conglomerado basal. A *fácies* Serra da Galga constitui-se de arenitos imaturos, conglomerados e arenitos conglomeráticos superpostos a *fácies* Ponte Alta (NISHIYAMA, 1989, 1998). O membro Serra da Galga aparece nos topos das chapadas, recobrando os sedimentos do Membro Ponte Alta (NISHIYAMA, 1989).

As Formações Serra Geral e Marília, como podem ser constatadas na Figura 6, encontram-se, na maioria das vezes, recobertas por sedimentos de idade Cenozoica (NISHIYAMA, 1989). Os materiais detríticos que compõe a cobertura depositada sobre a Formação Marília foram nomeados de cobertura detrítico-laterítica, Terciária e Quaternária. As Coberturas detrítico-lateríticas são caracterizadas por apresentar concreções ferruginosas cobrindo os topos da chapada, ocupando a maior parte da área de estudo, e nos fundos de vale, os aluviões holocênicos (Figura 6) com menor ocorrência (NISHIYAMA, 1989).

De acordo com Hasui (1968), a cobertura cenozoica se constitui predominantemente por depósitos aluviais e coluviais, além da presença restrita de cascalheiras, sedimentos de lagoas de chapadões, cangas limoníticas e sedimentos aluviais. Barcelos (1984) considera que essa cobertura é constituída por depósitos

aluviais, areias e argilas com conglomerados na base. Segundo Nishiyama (1989), os leitos de cascalheiras podem atingir espessuras superiores a dez metros com predomínio de seixos de quarto, quartizito e basalto.

Nos fundos de vale, estão acumulados os sedimentos recentes (FERNANDES; COIMBRA; 2000), como as argilas, argilas refratárias, cascalhos e areias, depositados em ambiente fluvial (CORRÊA, 2006).

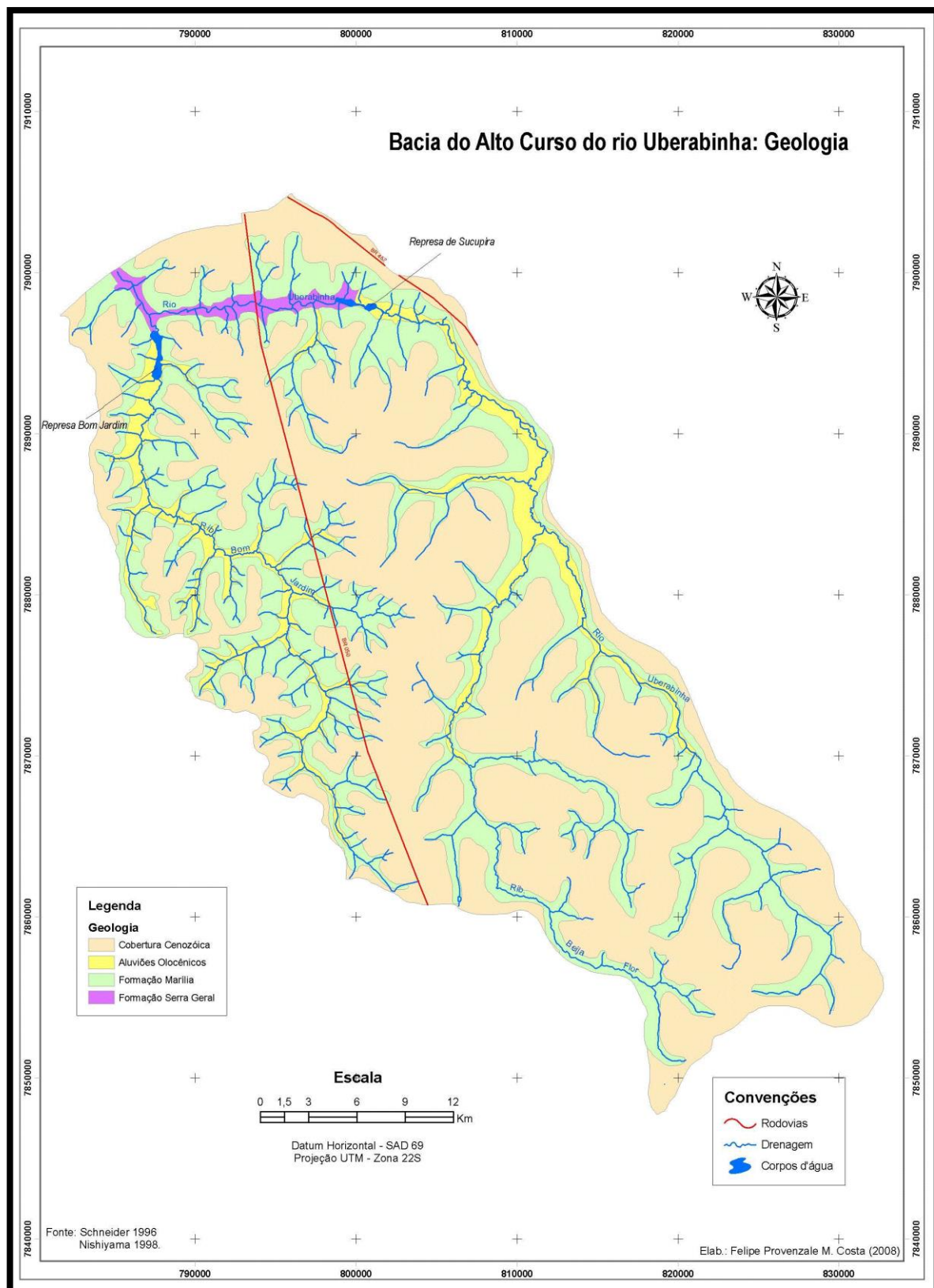


Figura 6 Geologia do Alto curso do Rio Uberabinha

Fonte: Costa, 2009.

1.2.3 Vegetação

A área de estudo está inserida no Cerrado mineiro, que é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. Nesse espaço territorial, encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul: Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata, o que resulta em um elevado potencial hídrico e favorece a sua biodiversidade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Apesar do reconhecimento de sua importância biológica e de todos os *hotspots* mundiais, o Cerrado é o que possui a menor porcentagem de áreas sob a forma de áreas de proteção integral. O bioma apresenta 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação; desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo Reserva Natural de Patrimônio Particular - RPPNs (0,07%) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

De acordo com a classificação proposta por Ribeiro e Walter (2008), o Cerrado apresenta onze tipos fitofisionômicos principais, divididos entre formações florestais, savânicas e campestres. Considerando os subtipos de cada fitofisiomia, são 25 classes.

As formações savânicas são classificadas em quatro tipos fitofisionômicos: Cerrado sentido restrito, Parque Cerrado, Palmeiral e Vereda. O Cerrado, em sentido restrito, é caracterizado por ter árvores de pequeno porte, inclinadas e tortuosas. Os arbustos são espalhados e os estratos herbáceos e subarbustivos apresentam grande vigor no período úmido.

Na área de estudo, há o predomínio das formações savânicas; embora as teorias de evolução para essas formações não possuam consenso em uma única

causa, segundo Ribeiro e Walter (2008), existe uma tendência a considerar que o clima e a cobertura pedológica exercem alguma influência nessa vegetação.

A grande variação de fatores como pH, saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas, profundidade do solo, frequência de queimadas e ação antrópica permitem dividir o Cerrado, no sentido restrito em: Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo, Cerrado rupestre (RIBEIRO; WALTER, 2008), constatado na Figura 7. Existe uma variação na cobertura arbórea 70% a 5% destacando-se os arbustos e as gramíneas.

Autores como Ribeiro e Walter (2008), que fizeram um estudo detalhado sobre o bioma do Cerrado, afirmam que: “O Cerrado ralo é a formação menos densa e mais baixa de Cerrado sentido restrito e que pode ocorrer em ambientes onde o solo tem mais umidade, como os Latossolos Vermelho Amarelos e os Gleissolos”

Existem também as formações de origem campestre, que podem ser encontradas com maior relevância são as seguintes fitofisionomias: o Campo Sujo e o Campo Limpo. O Campo Sujo caracteriza-se por apresentar apenas um estrato arbustivo e herbáceo. O Campo Limpo apresenta apenas um estrato herbáceo.

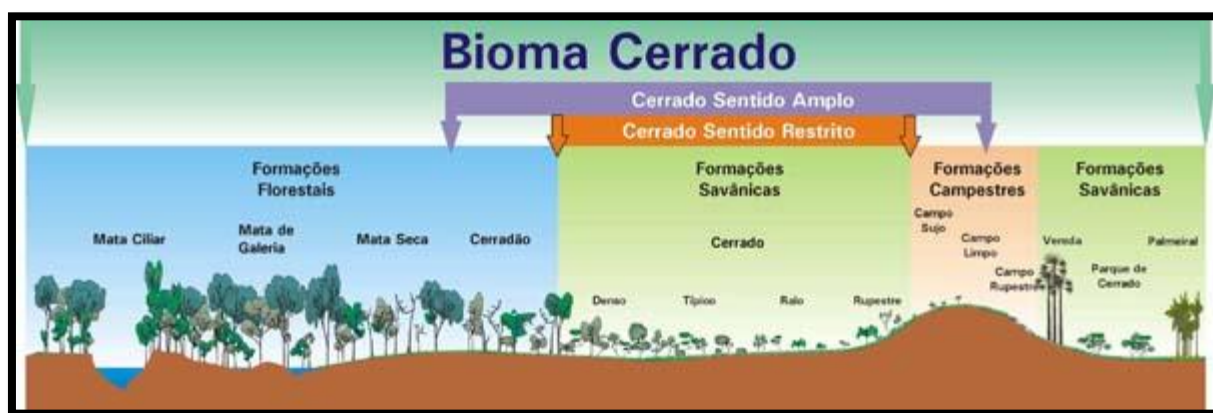


Figura 7 Fitofisionomias do Cerrado

Fonte: Ribeiro e Walter, 2008

Ainda, de acordo com particularidades topográficas ou de solo (edáficas), o Campo Sujo e o Campo Limpo podem apresentar três subtipos cada. São eles: Campo Sujo Seco, Campo Sujo Úmido e Campo Sujo com Murundus; e Campo Limpo Seco, Campo Limpo Úmido e Campo Limpo com Murundus.

Como já mencionado, a origem dos campos (limpo e sujo) com murundus, possui características peculiares e gera amplas e intensas discussões. A flora se assemelha à do Cerrado sentido restrito, mas apresenta maior tolerância aos ambientes úmidos. Nas depressões, o estrato herbáceo é o que predomina, semelhante aos campos úmidos, como constatado por Ribeiro e Walter (2008) *apud* Oliveira (2013).

Nas áreas de vegetação arbórea do Cerrado (Figura 9), estão os demais solos das chapadas, com predominância do Latossolo Vermelho. Nas veredas, que aparecem apenas em algumas nascentes do Córrego Beija Flor, caracterizadas pela presença da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*), e nos murundus, ocorrem os Gleissolos (MOTTA *et al.*, 2002). Nesses ambientes úmidos, a paisagem se caracteriza por vales pouco profundos e alongados, onde a umidade do solo (Gleissolos) varia de acordo com a posição no relevo e com o nível do lençol freático.

A vegetação do Cerrado acompanha o entorno desse ambiente hidromórfico (mesmo quando seu afloramento é sazonal), marcado por estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos nos solos bem drenados, ao passo que, nos solos úmidos, a cobertura vegetal é composta por gramíneas higrófilas. Essas áreas úmidas funcionam como espaços de recarga de água subterrânea, alimentando os rios e córregos ali formados (MELO; ESPINDOLA, 2006).

Além do descrito sobre a vegetação da área de estudo pode ser visualizada, em vários pontos, a invasão de espécies exóticas de fauna e flora como o *pinus*

(Figura 8), o que pode estar relacionado com as atividades antrópicas no alto curso da bacia.



Figura 8 Invasão de Espécies Exóticas na Área de Estudo

Autora: Ferreira, 2014



Figura 9 Vegetação de Cerrado na Área de Estudo

Autora: Ferreira, 2014

1.2.4 Solos

A necessidade de produção de alimentos e a disponibilidade de água potável para uma população prevista de nove bilhões de habitantes (GODFRAY *et al.*, 2010) exige uma boa qualidade e grande disponibilidade dos recursos. Sendo assim, os solos de regiões tropicais e subtropicais necessitam de proteção contínua, uma vez que estão expostos a intensas condições climáticas.

A movimentação do solo e sua exposição direta à ação do clima resultam em erosão, redução dos teores de matéria orgânica e perda de nutrientes, o que leva à degradação do solo e consequente queda na produtividade agrícola (CALEGARI *et al.*, 1993).

A distribuição dos solos no bioma do Cerrado é muito variável, e a relação entre os solos e a paisagem demonstra que, nesse espaço, ocorreu uma evolução cíclica de paisagens que gerou as superfícies antigas e preservadas das chapadas que estão circundadas pelas formas de relevo mais jovens (MOTTA *et al.*, 2002).

A chapada Uberlândia-Uberaba encontra-se inserida na unidade de relevo que Ab'Saber (1971), denominou como Chapadões Tropicais do Brasil Central, uma formação do terciário marcada por constante aplainamento e desgaste de suas superfícies. Essa área foi denominada por King (1956) como Superfície Sul-Americana, devido aos topos residuais entre 900 e 1000 m de altitude, resultados da desnudação entre o Cretáceo Inferior e o Terciário Médio. Assim, os topos residuais da Superfície Sul-Americana são recobertos por um profundo manto de alteração, rico em ferro e geoquimicamente evoluído, com presença de crostas lateríticas entre camadas arenosas (VALADÃO, 2009).

O mapa de Reconhecimento dos Solos do Triângulo Mineiro de 1980 elaborado pela EPAMIG determinou que, na área de estudo, há, predominantemente, Latossolos (Vermelho Escuro Distrófico, Vermelho Amarelo Álico ou Distrófico, Vermelho Amarelo Álico) e Gleissolos.

Segundo a classificação da Embrapa (2006), os Latossolos são constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte superficial, exceto hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. São virtualmente desprovidos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions da fração argila inferior a 17cmol/kg de argila sem correção para carbono. Entre suas características físicas, destacam-se as boas condições de drenagem,

profundidade normalmente superior a dois metros, horizonte B muito espesso, e transição entre os horizontes difusa, com variação de cores entre o vermelho e o amarelo (EMBRAPA, 2006).

Nas áreas úmidas, nesse caso particular as veredas e murundus, estão presentes os Gleissolos, solos que apresentam condições de saturação hídrica, comum nas depressões topográficas e em situações com nível freático alto. Os Gleissolos no Cerrado possuem caráter melânico ou háplico. No primeiro caso, o horizonte A possui mais de 20 cm de espessura, com grande quantidade de matéria orgânica. No caráter háplico, há menor quantidade de matéria orgânica (REATTO *et al.*, 2008). São pouco desenvolvidos e a presença do nível freático elevado, na maior parte do ano, gera um ambiente oxidorreduzidor com acúmulo de matéria orgânica.

A Figura 10 representa a distribuição dos solos na chapada, assim como na área de estudo; ocorre do interflúvio para as depressões topográficas: os solos lateríticos ricos em ferro e alumínio (Latosolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo ou Latossolo Amarelo), estão situados nas posições topográficas mais elevadas da chapada, possuem condições de boa drenagem, o que, gradativamente, passa para o Gleissolo presente no centro das depressões saturadas sazonalmente; apresentam o horizonte superficial rico em matéria orgânica; horizonte subsuperficial mosqueado com matrizes cinza-claro, amarelo e vermelho ou predominantemente cinza-claro. Essas feições dependem da intensidade e da duração da hidromorfia.

A composição mineralógica, especialmente aquela relacionada ao ferro, é fortemente dependente da relação entre os diferentes níveis de umidade do solo. Os Latossolos Vermelho-Amarelo ou Amarelo contornam os Latossolos Vermelho e estão ligados com a proximidade do afloramento do lençol freático estando, portando,

relacionados com a variação do regime hídrico ao longo da vertente, favorecendo a formação de goethita (óxido de ferro hidratado que imprime coloração amarelada à matriz do solo) em detrimento da hematita (óxido de ferro que imprime cor vermelha à matriz do solo) (MOTTA *et al*, 2002).

Os Gleissolos possuem matriz de desferruginização (cor cinza-claro), característica de ambiente redutor ou, ainda, manchas que refletem as concentrações de hematita e de goethita produzidas por oxidoredução diferencial na matriz do solo.

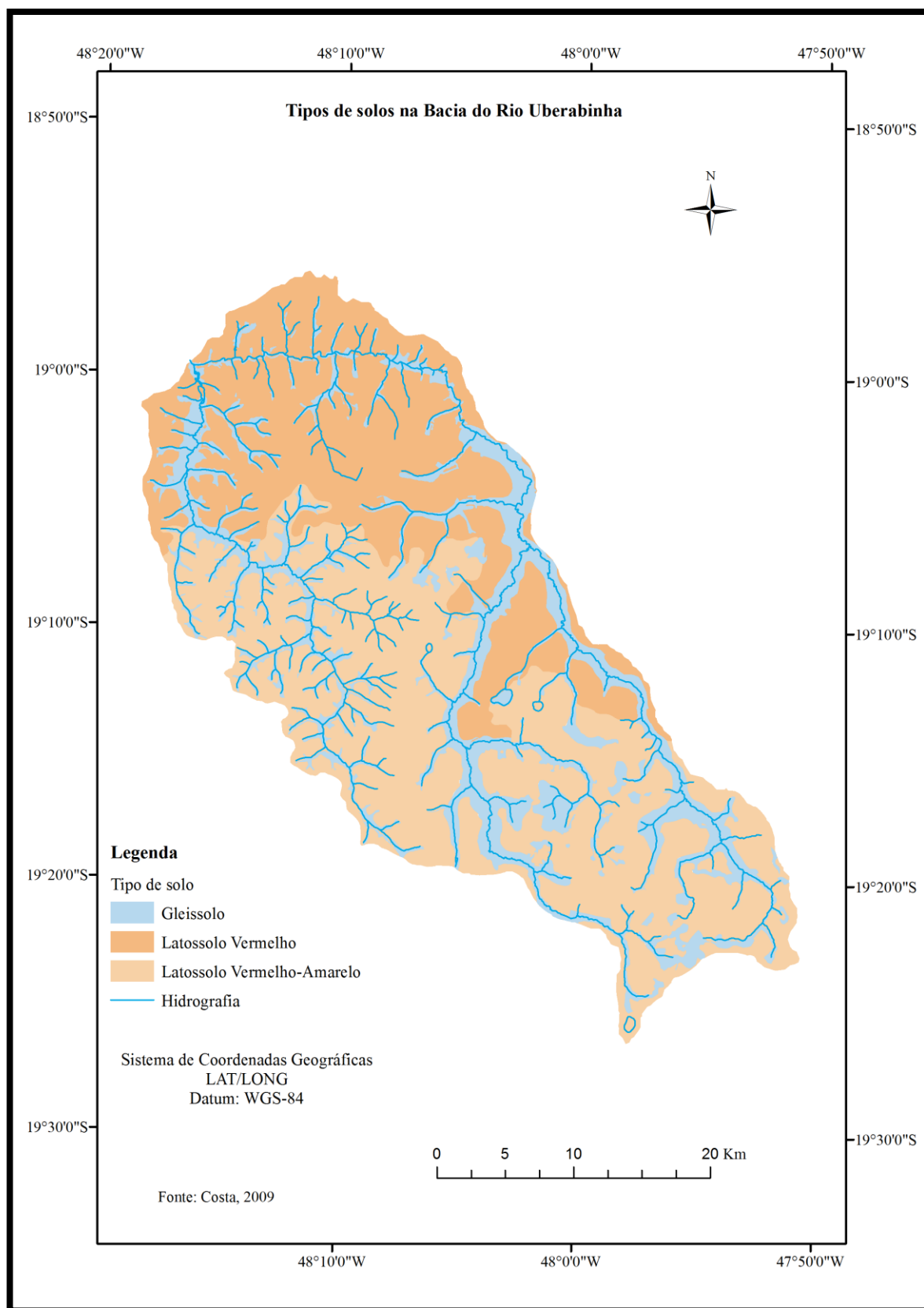


Figura 10 Tipos de solos no alto curso da bacia do Rio Uberabinha

Fonte: Costa, 2009

1.2.5 Relevo

A chapada localiza-se na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, inserida na porção do Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central. É uma formação do Terciário marcada por constante aplainamento e desgaste de suas superfícies (AB'SABER, 1971). O Projeto RadamBrasil (1983) denominou essa área como Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná. As feições gravadas na superfície da chapada do Rio Uberabinha evidenciam um relevo tabular a suavemente ondulado (SOARES, 2012). As nascentes estão situadas em elevada altitude como mencionado anteriormente, em vertentes com declividade entre três a cinco graus de inclinação e topo extenso (BACCARO, 1990).

Conforme a classificação do relevo regional proposta por Baccaro (1991), a área de estudo pode ser observada na Figura 11 e consequentemente ser classificada como áreas elevadas de cimeira com topos planos, amplos e largos. Esses relevos se formaram nos arenitos da Formação Marília, com vales amplos, onde, junto aos canais fluviais, ocorrem solos hidromórficos e murundus (BACCARO, 1991).

A origem dos murundus ainda não está bem estabelecida (RESENDE *et al.*, 2007). A formação dos campos de murundus no Brasil Central caracteriza-se por duas hipóteses: uma biológica e outra geomorfológica. A hipótese biológica supõe a origem dos monchões (microrrelevos) às atividades de cupins, porque o solo formou-se a partir da construção dos ninhos de cupins, da erosão e da degradação de numerosas gerações de cupinzeiros em longo processo de sucessão (OLIVEIRA-FILHO, 1992). Já a hipótese geomorfológica apresentada por Ponce *et al.* (1993) determina que os campos de murundus consistem em padrões repetidos de montículos de terra arredondados, cobertos por plantas lenhosas de cerrado, com depressões adjacentes recobertas por gramíneas, ciperáceas, e outros tipos de vegetações baixas. Esses

campos de montículos (campus de murundus), denominados assim pelo autor, alcançam seu desenvolvimento pleno entre as formações superiores e mais secas (campo cerrado) e do vale inferior úmido para as matas de galerias (mata ciliar). Em conformidade com a hipótese geomorfológica, estudos como o de Araújo Neto *et al.*, (1986), concluíram que muitos dos murundus não foram ocupados por cupins, uma vez que não se encontrou nenhuma evidência pedológica para indicar tal ocupação no passado. Os autores supracitados definem murundus como sendo formados por produtos de erosão residual; supõe-se que o escoamento superficial, os efeitos de infiltração e as águas subterrâneas tenham sido os responsáveis pela gênese dos murundus.

A distribuição deles consiste em uma grande extensão de campos úmidos, pontilhado com um padrão regular de montículos levantados, recobertos por árvores do cerrado, arbustos e, inúmeras vezes, com a presença de termitas. Os murundus caracterizam-se como montes de terra circulares de forma elíptica, variando de 4 a 7 m de diâmetro. Cunha (1990) constatou a presença de murundus maiores, também de forma elíptica, mas com comprimento aproximado de 300 m e largura de 80 m esparsamente distribuídos onde os campos estavam sujeitos a inundação.

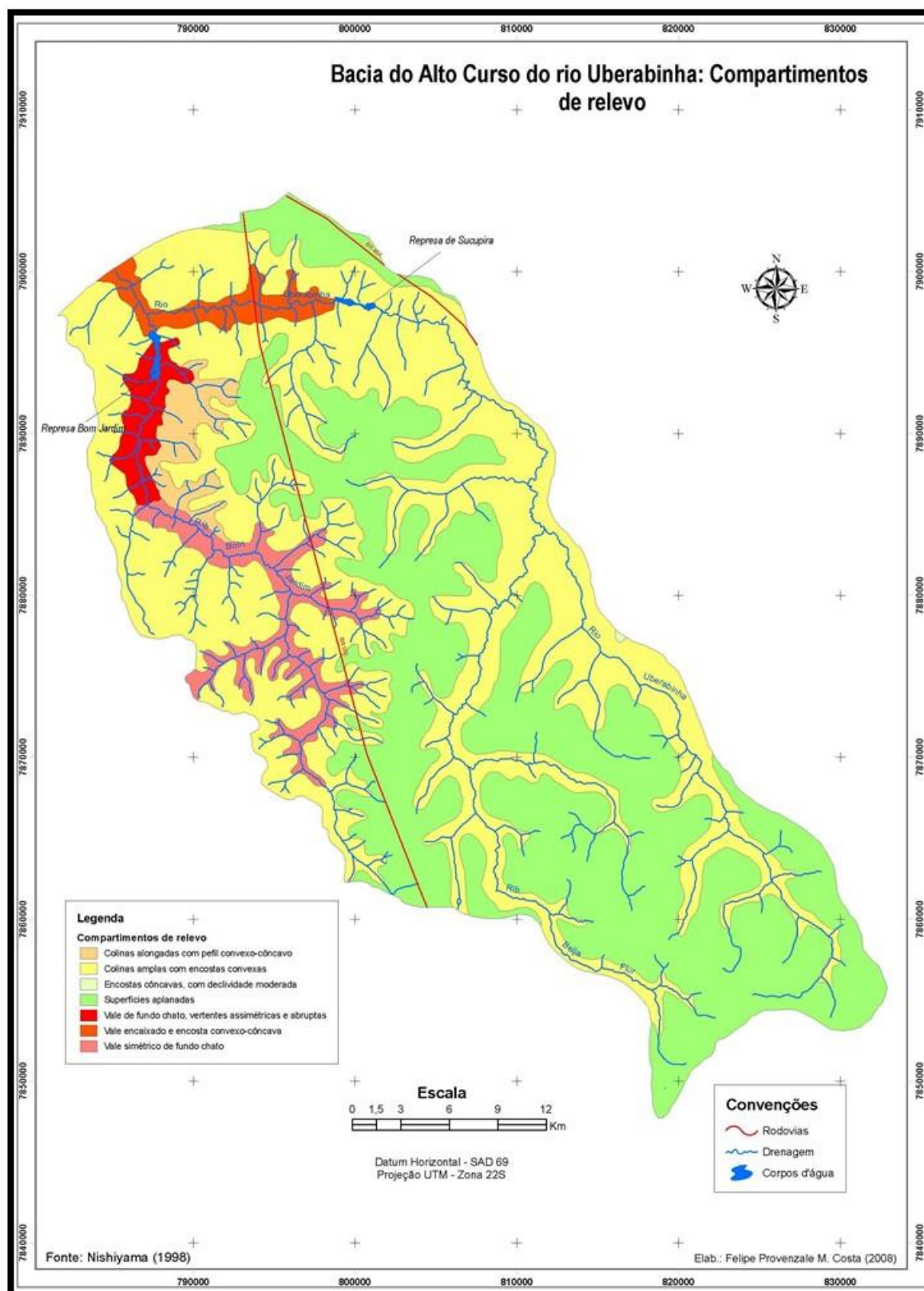


Figura 11 Compartimentos de Relevo no Alto Curso da Bacia do Rio Uberabinha

Fonte: Costa, 2009

CAPÍTULO 2

MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Para avaliar os impactos relacionados com a atividade agrícola em solos com propriedades hidromórficas em campos de murundus, foram coletadas amostras de solo e comparados os resultados entre uma área de murundu drenado, usado para cultivo de grãos (arroz, soja, milho e feijão); e uma área de murundu preservado considerada como solo de referência.

Os resultados das análises foram submetidos a uma avaliação estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Friedman e Mann-Whitney.

2.1 Coleta das amostras de solo

As amostras foram coletadas em sete pontos distintos (P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 , P_6 e P_7) e em três profundidades (0-20cm, 20-40cm e 40-60cm). Os pontos P_1 , P_2 e P_3 correspondem ao murundu preservado (MR), que foi considerado como de referência para a qualidade dos solos. Os pontos P_4 , P_5 , P_6 e P_7 são referentes ao murundu drenado (MD), que era ocupado no momento da coleta (janeiro/2014) por cultura de soja. Pode ser visualizada na Figura 12 a área no entorno dos pontos de coleta onde se detectou que grande parte da vegetação original foi retirada e substituída pelas culturas de grãos principalmente.

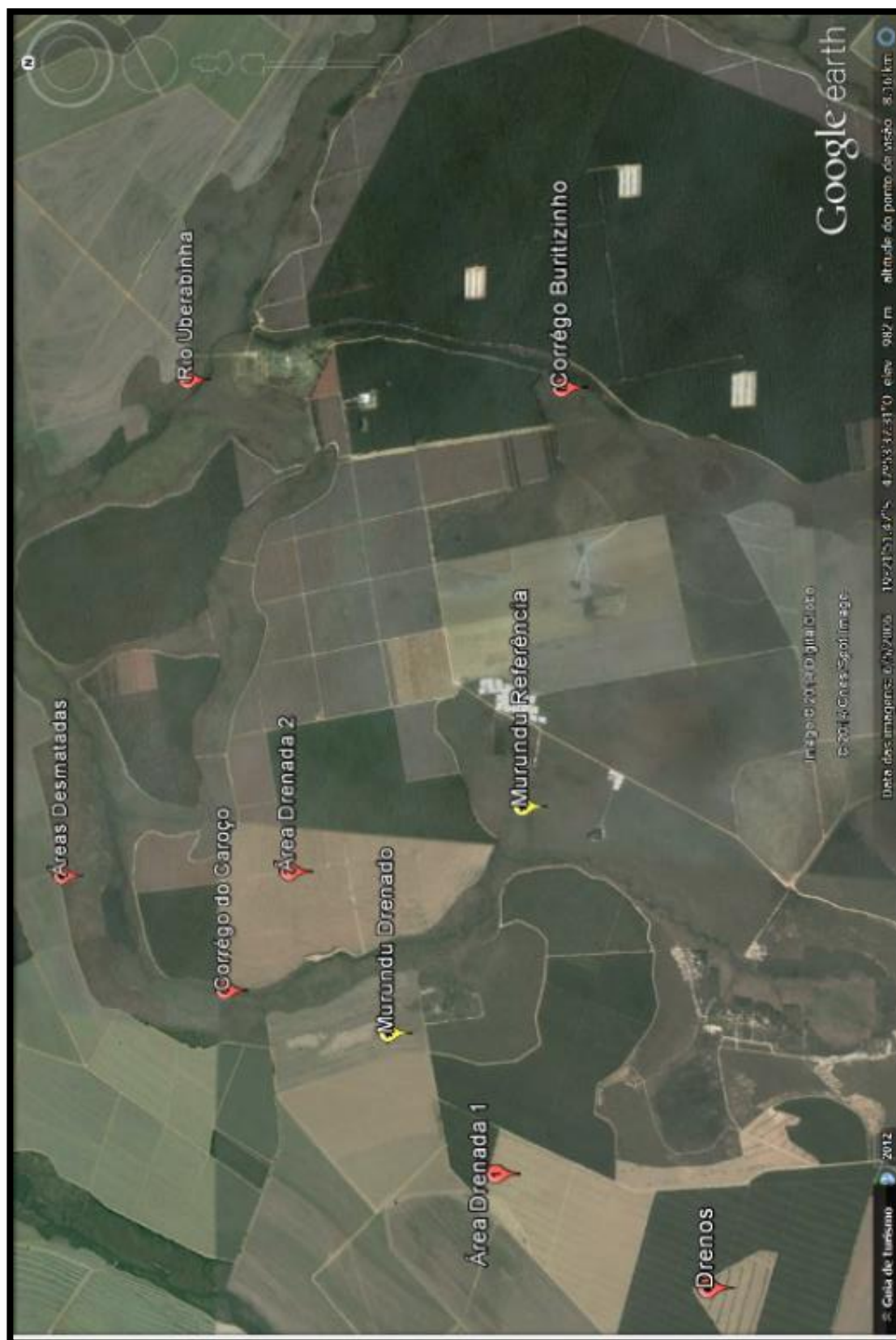


Figura 12 Área no Entorno dos Pontos de Coleta

Fonte: Google Earth, 2014

Organização: Ferreira,

As amostras foram coletadas em minitrincheiras, como pode ser observado na Figura 13; foram descritas as principais características morfológicas (cor, textura e estrutura). A descrição das cores foi realizada com base na carta de cores para solos – Munsell (MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1998).

As amostras coletadas foram colocadas em sacos plásticos e secas ao ar em ambiente de laboratório. Após secagem, foram destorroadas em almofariz de ágata, peneiradas na fração terra fina seca ao ar (TFSA) e enviadas ao Laboratório de Análise Química de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante (Departamento de Solos – UFV- Universidade Federal de Viçosa).



Figura 13 Coleta das amostras de solo [1]

Fonte: Ferreira, 2014



Figura 14 Coleta das Amostras de Solo [2]

Fonte: Ferreira, 2014

2.2 Análises de laboratório

2.2.1 Análise granulométrica

A análise granulométrica para a obtenção das porcentagens relativas das frações de areia, silte e argila foi realizada pelo Laboratório de Análise Química de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante (Departamento de Solos – UFV / Universidade Federal de Viçosa), de acordo com a metodologia Embrapa (1997).

Uma alíquota de dez gramas da fração TFSA foi dispersa com solução de NaOH 0,1 N, agitada mecanicamente por dezesseis horas. Nas amostras com teor de matéria orgânica maior que 5% foi feito, anteriormente, o ataque com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30%.

Após agitação, a separação da fração de areia foi feita por peneiramento. O restante foi transferido para uma proveta, para a pipetagem da fração argila seguindo

a Lei de Stokes. A quantificação da fração silte correspondeu à diferença obtida entre a amostra total e a soma das frações de areia e de argila obtida. Determinou-se granulometria de acordo com a Lei de Stokes, pelo método da pipetagem após dispersão do solo.

2.2.2 Análises químicas

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Análise Química de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante (Departamento de Solos – UFV / Universidade Federal de Viçosa). Foram avaliados os seguintes parâmetros: pH em água, P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), Mn (manganês), Zn (zinco), Cu (cobre), matéria orgânica (MO) e nitrogênio total (N_{total}).

2.2.1 Análise do pH do solo em água

Colocou-se em um béquer (50ml) a quantidade de 10cm³ de TFSA e 25ml de água destilada. As amostras foram agitadas por cinco minutos no agitador horizontal a 200 rpm e deixadas em repouso por, aproximadamente, uma hora. Após o repouso, cada amostra foi agitada para colocar o eletrodo na suspensão, homogeneizada e, posteriormente, procedeu-se à leitura do pH em potenciômetro.

2.2.4 Análise do fósforo (P)

Fez-se a extração colocando 5cm³ de TFSA em *erlenmeyer* (125ml) e adicionaram-se 50mL de extrator Mehlich-1. Agitou-se por 5 min em agitador circular horizontal a 200rpm, deixando em repouso por aproximadamente dezesseis horas.

Posteriormente, realizou-se a dosagem: foram pipetados 5ml do sobrenadante e adicionado 5ml de Reagente de Trabalho (RT), que consiste na mistura entre solução 725 (adiciona-se em um balão volumétrico 1 g de subcarbonato de bismuto e, em seguida, 138 ml de H_2SO_4 concentrado. Posteriormente, em um béquer, dissolveu-se em água 20 g de molibdato de amônio. Adicionou-se ao balão que continha subcarbonato de bismuto e H_2SO_4 , completando o volume do balão com água destilada, homogeneizando a solução (BRAGA; DEFELIPO, 1974), mais solução de Ácido Ascórbico.

Após 30 minutos, foi feita a leitura no espectrofotômetro de absorção molecular.

2.2.5 Análise do potássio (K)

Utilizou-se a solução da análise de pH em água (descrita anteriormente) para fazer a extração. Posteriormente, realizou-se a dosagem, pipetando 10ml do sobrenadante em um béquer; foi realizada a leitura diretamente no extrato com a utilização de um espectrofotômetro de emissão em chama.

2.2.6 Análise do cálcio (Ca) e do Magnésio (Mg)

Foram colocados 10cm³ de TFSA em *erlenmeyer* (125ml), adicionaram-se 100ml de extrator KCl 1,0 mol/L. Agitou-se por 5 min em agitador circular horizontal a 200 rpm, deixando em repouso por, aproximadamente, 16h. A dosagem foi feita retirando uma alíquota de 0,5ml e colocando-a em um tubo de ensaio, onde foram adicionados 10ml da solução de SrCl_2 contendo 1.680 mg/L de Sr. As amostras foram

agitadas em tubo de ensaio para a realização da leitura em espectrofotômetro de absorção atômica.

2.2.7 Análise do Manganês (Mn), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Cobre (Cu)

Coletou-se uma alíquota de 10ml do sobrenadante da solução utilizada para medida do pH e fez-se leitura diretamente do extrato, utilizando-se um espectrofotômetro de absorção atômica.

2.2.8 Matéria Orgânica (MO)

Para obter a concentração da matéria orgânica, utilizou-se o método da oxidação, em que 5g de solo foram triturados em gral de porcelana, adicionando 10ml de solução de $K_2Cr_2O_7$ a 1/6 mol/L; logo em seguida, colocaram-se 20 ml de ácido sulfúrico concentrado sob agitação constante, a fim de obter uma solução homogênea. A solução ficou em repouso por, aproximadamente, 30 minutos. Posteriormente adicionaram-se 40 ml de água, 10 ml de H_3PO_4 , 0,2 g de NaF e cinco gotas de difenilamina. Em seguida, titulou-se com $FeSO_4$ até que a solução escura atingisse a coloração verde. Foi utilizado um fator de conversão para se chegar à matéria orgânica (Matéria Orgânica = Carbono Orgânico * 1,724).

2.2.9 Análise do Nitrogênio Total (N_{total})

A determinação do N_{total} foi feita pelo método de Kjeldahl. O N da amostra é reduzido a NH_4^+ pela digestão com H_2SO_4 concentrado. A determinação do N_{total} em solos orgânicos obedece à metodologia descrita a seguir.

Foram pesados 0,200g de solo ($MO > 8\%$) e colocados em um tubo de ensaio, posteriormente foram adicionados 1 ml de H_2O_2 30%, 1 ml de $KMnO_4$ 50% e 2 ml de H_2SO_4 50%.

Em seguida, adicionaram-se 0,5g de Fe reduzido, juntando a 2ml de H_2SO_4 concentrado. A temperatura foi elevada a $330^\circ C$ por duas horas, até a mistura clarear, logo em seguida, após o resfriamento, colocaram-se 5ml de água destilada, evitando a solidificação da mistura. Logo, conectou-se o frasco ao destilador e, com a coluna d'água abaixada, foram adicionados, vagarosamente, pelo funil, 15ml de NaOH 10 mol/L. Levantou-se a coluna d'água e destilou-se em 5ml de indicador ácido bórico. O indicador foi medido com o pipetador de kip, uma vez que foram coletados 35-40ml da solução para titulação e destilação com H_2SO_4 0,025 mol/L, usando a microbureta de 5ml e agitador magnético. A leitura foi realizada quando a cor da solução mudou de verde para rosa.

CAPÍTULO 3

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Alteração da paisagem e o uso do solo

A ocupação das áreas úmidas das chapadas no Triângulo Mineiro é uma exigência econômica, uma vez que as atividades agrossilvipastoris implantadas seguem o modo de produção atual, apresentado por Harvey (2011), em que a natureza é convertida em mercadoria e baseada no acúmulo em grande escala(OLIVEIRA; ROSOLEN, 2014).

O raciocínio economicista empregado pela sociedade para gerir suas riquezas não consegue apreender toda a complexidade dos fenômenos naturais e o planejamento em curto prazo não permite o entendimento da dinâmica integrada dos elementos naturais dos ecossistemas.

A paisagem do Cerrado modificou-se nas últimas cinco décadas de forma profunda, em virtude, principalmente, do agronegócio, no qual a agricultura e a pecuária voltada para exportação geram impactos consideráveis no solo e na água principalmente. Para Bertrand (2004):

A paisagem não deve ser percebida como uma simples adição de elementos geográficos disparatados, mas como uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos”, os quais levam ao processo de transformação visual de determinadas regiões (BERTRAND, 2004, p.141).

É nesse sentido que a transformação ou (re)construção da paisagem passa a ser fruto, principalmente, de ações antrópicas, uma vez que as constantes

modificações estão vinculadas aos diversos interesses, podendo ser socioeconômicos e ambientais.

Ações governamentais, tanto em âmbito Federal quanto no Estadual, incentivaram e intensificaram, por meio dos planos e programas para o desenvolvimento do País voltados para a agricultura, a modificação da paisagem do Cerrado. É nesse sentido que Pessôa (1988) afirma:

A meta de tais programas é a expansão da fronteira agrícola para promover o desenvolvimento e a modernização das atividades agropecuárias. A busca desses objetivos tem aumentado a produção de grãos para a exportação, beneficiando as grandes empresas agropecuárias e agroindustriais, como parte de um modelo de desenvolvimento orientado pelo capital monopolista (PESSÔA, 1988, p. 07).

A inserção das *commodities* nas últimas décadas, na área do Cerrado, resultou na conversão desse bioma, porque os interesses de empresas nacionais e internacionais se sobrepuseram às preocupações relacionadas com a degradação ambiental.

Queiroz *et al.*, (2012) realizaram um levantamento da área de estudo considerando os anos de 1964, 1979, 1994, 2004 e 2011. Os autores apresentam, na Figura 14, a tendência de ocupação da área e do uso da terra em, aproximadamente, 50.

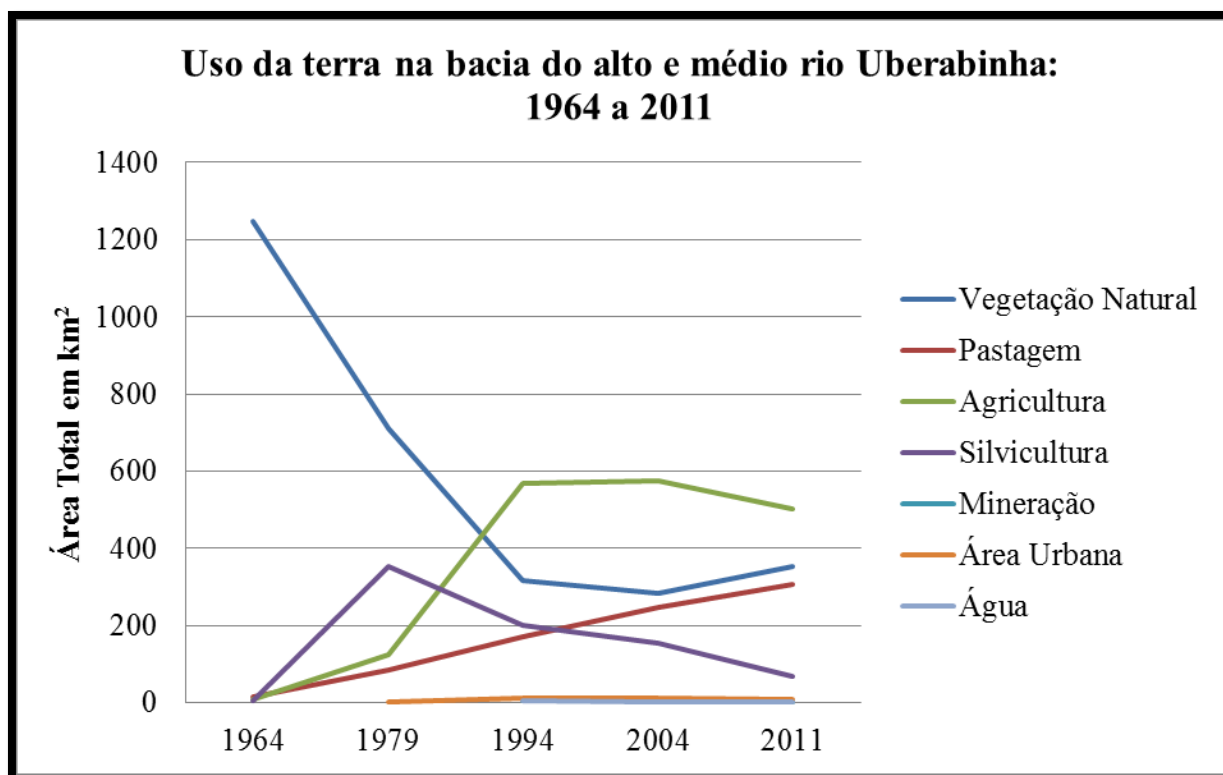
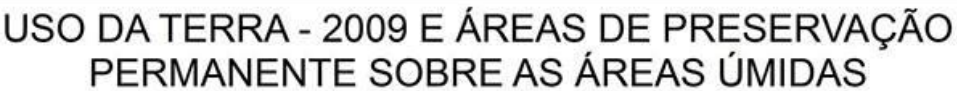


Figura 15 Uso da Terra no Alto e Médio Curso do Rio Uberabinha

Fonte: QUEIROZ, 2012.

A vegetação natural sofreu uma redução em ritmo acelerado de 1964 até 1994, e manteve certa estabilidade de 1994 até 2011, registrando um pequeno aumento em 2011. As áreas de pastagem tiveram um aumento constante do período de 1964 até 2011. O aumento da agricultura se deu com maior visibilidade em 1979, quando houve um aumento da área de ocupação até 1994, quando se estabilizaram e passaram por uma pequena redução em 2011. Já as áreas de silvicultura também chegam ao ápice em 1979, ocupando a segunda maior classe de área, menor apenas do que a vegetação natural e, a partir daí, perderam continuamente a área ocupando o quarto menor uso da terra em 2011 (QUEIROZ *apud* OLIVEIRA, 2013).

A Figura 16 mostra o uso da terra no ano de 2009 em relação às áreas de preservação permanente como pode ser visto logo a seguir.



Fonte: Oliveira, 2013

3.2 Evolução da produção agrícola no Brasil

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2011), o bioma do Cerrado sofreu intensa degradação nas últimas cinco décadas, degradação que está conjugada com a intensificação da expansão agrícola no País.

A década de 1960, no Brasil significou, para a atividade agrícola, um marco de expansão e de desenvolvimento; ações do Governo deram início à modernização da agricultura no País. As ações ocorreram de maneira integrada entre a internacionalização da economia brasileira e o capitalismo mundial, como mencionou Schneider (1996). As ações diretas do Governo viabilizaram a abertura da economia para o mercado externo e possibilitaram empréstimos e maior interação entre a agricultura nacional e as empresas multinacionais.

Os programas e planos do Governo foram implantados para que a atividade agrícola, naquele momento, ocupasse uma posição de destaque. Foi quando tiveram início as políticas de incentivo ao desenvolvimento da agricultura, em conjunto com a ocupação da região do Cerrado brasileiro, com destaque para a região Centro Oeste. Aliadas aos programas governamentais de desenvolvimento, foram incorporadas técnicas de correção do solo, adubação química, controle de pragas e, conseqüentemente, a mecanização de todo o complexo produtivo.

Como consequência de toda a reestruturação agrícola, ocorreu a expansão e o aumento da produção, quando inúmeras mudanças não puderam deixar de acontecer, como nas esferas sociais, econômicas e sobretudo nas ambientais.

Alguns programas foram elaborados pelo Governo Federal com o intuito de desenvolvimento, como: o Plano de Ação Econômica do Governo (PAEG, 1964/1966), o Plano Decenal de Desenvolvimento Econômico e Social (1967/1968), o Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED, 1968/1970), Metas e Bases para Ação de

Governo (1970/1971), o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) e os Planos Nacionais de Desenvolvimento PND I (1972/1974) e PND II (1975/1979).

O POLOCENTRO - Programa de Desenvolvimento do Cerrado destacou-se entre os programas, uma vez que contribuiu efetivamente para as transformações ocorridas nesse bioma. Com o objetivo de incentivar a ocupação, o Programa mencionado incorporou 3,7 milhões de hectares somente na região Centro Oeste, (Ferreira, 1985). Em Minas Gerais entre as áreas de abrangência, merecem destaque o Triângulo Mineiro, o Alto Paranaíba, o Alto e Médio São Francisco e o Vale do Paracatu, absorvendo uma área de 146,174 km² (MINAS GERAIS, 1980).

A efetividade do POLOCENTRO se pautou na boa integração do Programa com a comercialização dos produtos, tanto no mercado nacional como no internacional, inserindo, de fato, o Brasil no contexto da Produção Agrícola Internacional. Para tanto, houve algumas facilidades que possibilitaram o acesso ao crédito rural, sistema de armazenamento e beneficiamento, bem como a criação de estradas, a eletrificação rural, a pesquisa agropecuária, a comercialização de calcário, de fertilizantes e outros insumos. O Branco do Brasil esteve presente em todas as medidas citadas anteriormente, agindo de maneira decisiva para o desenvolvimento e modernização do Cerrado (MINAS GERAIS/SEPLAN, 1980).

3.3 A intensificação agrícola em Minas Gerais no contexto do Triângulo Mineiro

Dados do Ministério do Meio Ambiente (2011) apontam que, entre os anos de 2008 e 2009, o bioma do Cerrado perdeu cerca de 0,37% ou 7.637 km² de sua área.

No entanto, apenas 7,44% da área total estão sob proteção na forma de Unidades de Conservação de uso integral (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

De acordo com o PROBIO (2007), o Estado de Minas Gerais possui apenas 53% da cobertura vegetal natural (17.794.873 ha de cobertura vegetal natural e 15.418.690 ha de cobertura vegetal antrópica, como a agricultura, a pastagem, o reflorestamento, a área urbanizada e a degradada pela mineração. No entanto, Machado *et al.*, (2004) consideraram um cenário, com aproximadamente 55% do Cerrado convertido em outras classes de cobertura terrestre. As Figuras 16 e 17 representam as áreas do bioma do Cerrado que foram convertidas em áreas cultivadas; na Figura 17 observa-se a presença de animais silvestres nessas áreas.

Essa diferença provavelmente está relacionada com divergências na identificação de pastagens nativas e áreas naturais ou alteradas. Além disso, apenas 2% da área de Cerrado estão dentro das áreas protegidas (KLINK; MACHADO, 2005). Devido ao seu elevado endemismo e forte pressão humana, o Cerrado é considerado um dos *hotspots* para a conservação da biodiversidade no mundo (MYERS *et al.*, 2000).



Figura 17 Áreas agrícolas
Autora: Ferreira, 2014



Figura 18 Áreas agrícolas com a presença de animais silvestres e plantas exóticas
Autora: Ferreira, 2014

O bioma apresenta uma grande riqueza de espécies e alto grau de endemismo tanto de fauna como de flora (MYERS *et al.*, 2000; COLLI *et al.*, 2002; KLINK; MACHADO, 2005) e está sob um rápido processo de conversão de uso para plantio de soja, milho e a pecuária extensiva (KLINK; MOREIRA, 2002; KLINK; MACHADO, 2005). Não obstante, atualmente há expansão iminente de plantações de cana de açúcar.

É preciso ressaltar que, na região do Triângulo Mineiro, a cobertura vegetal restante é muito inferior ao percentual apresentado no Estado de Minas Gerais. Além de existir apenas uma Unidade de Conservação, o desmatamento e a conversão do uso do solo foram muito intensos, restando pequenos fragmentos de vegetação natural (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

No início da década de 1970, o Governo do Estado de Minas Gerais, integrado com o Governo Federal, criou o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) e o Programa de Crédito Integrado (PCI). A criação do BDMG e do PCI tinha como objetivo transformar os empreendimentos agrícolas em empresas rurais no Estado (Salim, 1986). Para implantação do PCI no Estado, foram escolhidos alguns municípios prioritários que centralizavam os recursos, entre eles, os municípios de Uberaba e de Uberlândia, onde está localizada a área de estudo, incentivando os produtores dessa região a modernizarem e inovarem sua produção (SCHENEIDER, 1996; QUEIROZ, 2012; BORGES, 2012).

Juntamente com o PCI, a execução do POLOCENTRO trouxe importantes modificações no que se refere ao uso do solo e à modificação da paisagem na bacia do Rio Uberabinha. Outro programa que também teve grande participação nas mudanças do Cerrado mineiro foi o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado – PRODECER – impulsionando as atividades do

complexo agroindustrial ligado principalmente à produção de grãos. A pecuária extensiva foi a principal atividade exercida na bacia até a década de 1960, ao passo que, a partir de 1970, tais atividades foram mescladas com culturas de pinus e eucalipto. Nesse momento, inúmeras empresas de reflorestamento foram atraídas por incentivos fiscais, fazendo com que essas florestas tomassem extensas áreas.

A década de 1980 caracteriza-se pela transformação das grandes áreas de florestas homogêneas (*pinus* e eucalipto) em vastos campos de agricultura moderna, ocorrendo nesse momento a introdução da soja como uma *commodity* agrícola no Triângulo Mineiro (SCHNEIDER, 1996).

Posteriormente, no início do século XXI, o cultivo de cana de açúcar começa a ser implantado com intuito de abastecer o forte mercado sucroalcooleiro da região, principalmente no município de Uberaba.

Todo esse processo gerou a exclusão social, a concentração de terra e de renda, além de, principalmente, causar impactos de ordens tanto sociais quanto ambientais (PESSOA, 1988; CLEPS JR., 2009).

3.4 A extração mineral na bacia do Rio Uberabinha

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), o excelente desempenho da indústria de materiais refratários no Brasil converge para uma autossuficiência, representando um superávit na balança comercial brasileira desde 1998.

A abundância de matérias-primas naturais, as fontes alternativas de energia e a disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias cerâmicas brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos

tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada (ABC, 2014).

Schneider (1996) relatou que a superfície da chapada Uberlândia/Uberaba possui uma grande concentração de argila refratária, que tem sido explorada há, aproximadamente, cinco décadas.

A extração desse tipo de minério pode acarretar grandes impactos no meio ambiente, uma vez que é realizada nas proximidades de áreas úmidas que, por sua vez, caracterizam-se como áreas de preservação permanente.

Oliveira *et al.*, (2013) apontaram que as argilas refratárias da chapada Uberlândia/Uberaba são compostas, sobretudo, por caulinita e gibbsita, com predominância desta última.

Esse tipo de argila possui um grande valor econômico, além de ser fonte de matéria-prima para a indústria de cerâmica refratária, principalmente em Minas Gerais e em São Paulo. Na área da chapada, onde se localiza a área de estudo, Corrêa (2006), verificou que há matéria-prima para ser explorada nos próximos 300 anos.

O DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) realizou um mapeamento do seu banco de dados e registrou as autorizações para pesquisa e concessões de exploração da lavra, por meio do Decreto nº 62.934 de 1968 (Código de Mineração). Trabalhos realizados anteriormente (SCHENEIDER, 1996; OLIVEIRA, 2013) apontaram que os impactos ambientais da atividade de mineração podem reduzir a quantidade e a qualidade da água disponível na área da chapada e estão relacionados com a retirada da vegetação original e com o avanço em direção às áreas úmidas.

A exploração mineral dessa argila (Figuras 18, 19 e 20) poderá levar à degradação das áreas úmidas onde ocorre a exploração, com a abertura de cavas e

grandes movimentações de solo, o que dificulta ou impossibilita a restauração das condições ambientais que existiam antes da exploração. Isso leva a uma alteração nas nascentes dos cursos d'água que abastecem Uberlândia, comprometendo a dinâmica hídrica do alto da bacia do Rio Uberabinha com processos erosivos, assoreamento e perda da quantidade de água armazenada ao longo do ano (NISHIYAMA; BACCARO, 1989; NISHIYAMA, 1989).



Figura 19 Extração de Argilas

Autora: Ferreira, 2014



Figura 20 Cavas de Extração de Argilas

Autora: Ferreira, 2014



Figura 21 Argilas Extraídas

Autora: Ferreira, 2014

3. 5 A relação carbono / solo

Nas áreas úmidas do Cerrado, diferentes fitofisionomias colonizam esses ambientes (MEIRELLES; FRANCO; FERREIRA, 2012), confirmando-se como uma transição entre os ecossistemas terrestres e os aquáticos (COWARDIN *et al.*, 1979).

A condição de umidade dessas unidades restringe a decomposição feita por organismos anaeróbicos (DROZDOWICZ, 1997), com uma velocidade de síntese menor em relação aos organismos aeróbicos (WHITING; CHANTON, 2001), possibilitando, assim, a formação de extensas e profundas camadas orgânicas sobre os horizontes minerais.

A partir dessa informação, ou seja, com extensas e profundas camadas orgânicas, as áreas úmidas tropicais são de grande importância para a manutenção do ciclo mundial de carbono, além de apresentarem outras funções ecológicas, hidrológicas e sociais (MACHADO, 2014).

De acordo com Lal (2006), a Terra tem cinco grandes reservatórios de carbono: (a) oceanos, estimados em 38.000Pg; (b) reserva geológica, estimada em cerca de 5.000 Pg, composta de 4.000 Pg de carvão e 500 Pg para óleo e gás; (c) reserva pedológica ou de carbono no solo, composta por 1.550 Pg de carbono orgânico no solo (SOC) e 950 Pg de carbono inorgânico no solo (SIC); (d) atmosfera, estimada em 750 Pg com um aumento anual em torno de 3,3 Pg/ano; (e) reserva biótica, com 620 Pg incluindo 60 Pg por detritos materiais. Nesse contexto, Pg equivale a 10^{15} g, podendo os valores variar de acordo com cada autor e é importante destacar que as reservas juntas são responsáveis por 3.120 Pg (LAL, 2006) ou 3.060 Pg (DIECKOW *et al.*, 2004).

É necessário ressaltar que o estoque de carbono nas camadas superficiais do solo é bastante importante, pois no solo estão estocados de duas a três vezes mais

carbono do que na vegetação e, aproximadamente, duas vezes mais quando comparado à atmosfera (CERRI *et al.*, 2006).

Os solos são ecossistemas frágeis e manejos impróprios podem mineralizar a matéria orgânica e liberar grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera. Singh e Lal (2005) afirmam que são duas as principais fontes para redução de gases de efeito estufa na Terra: a redução das emissões e o sequestro de carbono.

Segundo o IPCC (1997 *apud* Cerri *et al.*, 2006), as fontes potenciais de emissões de carbono do solo são: (1) mudanças líquidas no estoque de carbono orgânico de solos minerais, associadas às mudanças no uso da terra e manejo; (2) emissões por calagem de solos agrícolas e (3) emissões provenientes de solos orgânicos cultivados.

Resende (2011) apontou que a conversão de ecossistemas naturais em área agrícola pode levar às perdas de carbono orgânico do solo (SOC). E tais perdas são causadas pelo uso inadequado de práticas de manejo agrícola, como aração, retorno de resíduo mínimo e aceleração da erosão (CERRI *et al.*, 2006).

Post e Know (2000) verificaram que a mudança no uso da terra faz com que haja um declínio muito rápido da matéria orgânica do solo. Essa matéria orgânica pode ser quantificada tanto na forma de teores totais quanto na concentração encontrada nos diferentes compartimentos do solo (LEITE; MENDONÇA; MACHADO, 2004).

Tal quantificação é possível, uma vez que, o solo possui grande capacidade, por meio de seu manejo, de reter ou de liberar o carbono para a atmosfera. É nesse sentido que se torna extremamente relevante a preservação e a conservação do bioma do Cerrado, porque as áreas úmidas presentes nesse bioma, além de serem

grandes prestadores de serviço para o homem e para o meio, são agentes importantes na estocagem de carbono.

3.6 Insumos agrícolas

3.6.1 Agrotóxicos

A utilização de substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas na agricultura remete à Antiguidade clássica. Escrituras greco-romanas mencionam o uso de certos produtos como o arsênico e o enxofre para o controle de insetos nos primórdios da agricultura (ALVES FILHO, 2002). Em relação aos compostos inorgânicos à base de metais tóxicos como cobre, enxofre e mercúrio, Alves Filho (2002) comenta que foram largamente utilizados na Europa já no século XI, para combate de parasitas e outros fungos.

De acordo com a Lei Federal nº 7.802 de 11/07/89, regulamentada por meio do Decreto 98.816, no seu Artigo 2º, Inciso I, define o termo agrotóxicos da seguinte forma:

Os produtos e os componentes 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 implantadas e de outros ecossistemas e também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento.

A referida lei também tem como objetivo a classificação dos agrotóxicos quanto aos seus componentes e afinidades. Para avaliar os componentes, são levados em

consideração os princípios ativos, os produtos técnicos, as matérias-primas, os ingredientes inertes e os aditivos usados na fabricação.

Devido à grande diversidade de agrotóxicos que são utilizados no Brasil, é muito importante saber sua classificação, quanto à ação e ao grupo químico a que pertence. Tal classificação se torna de extrema relevância para o diagnóstico das intoxicações e para a instituição de tratamento específico. Na Tabela 1 verifica-se a caracterização dos agrotóxicos.

Tabela 1 Caracterização dos Agrotóxicos

Agrotóxicos	Função
Inseticidas	Possuem ação de combate a insetos, larvas e formigas. Os inseticidas ainda se subdividem em quatro grupos químicos distintos
Fungicidas	Ação de combate a fungos. Há uma variedade grande no mercado de fungicidas
Herbicidas	Combate às ervas daninhas. Nas últimas décadas, os herbicidas têm tido um crescimento no uso
Raticidas (Dicumarínicos)	Ação contra roedores
Acaricidas	Combate a ácaros
Nematicidas	Ação contra os nematoides
Molusquicidas	Ação de combate a moluscos (caramujo da esquistossomose)
Fumigantes	Combate a insetos, bactérias

Fonte: ANVISA, 2014
Organizado pela pesquisadora

No Brasil, fica a cargo do Ministério da Saúde classificar os agrotóxicos em relação à sua toxicidade, sendo de fundamental importância do ponto de vista de seus efeitos agudos no organismo humano.

Na Figura 22, pode ser observada a intoxicação por estado no Brasil; segundo o Sinitox (Sistema Nacional de Informações Toxicológicas – FioCruz/Ministério da Saúde), o problema é tal que no período de 1999 a 2009, foram notificadas 62.000

intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola no País, isto significa 5600 intoxicações por ano, ou 15,5 por dia, ou uma a cada 90 minutos. Nesse mesmo período, houve 25.000 tentativas de suicídio com uso de agrotóxico, um dado extremamente alarmante, pois significa que houve 2.300 tentativas de suicídio por ano, ou, uma média de seis por dia, tendo por “arma” algum tipo de agrotóxico (BOMBARDI, 2012).

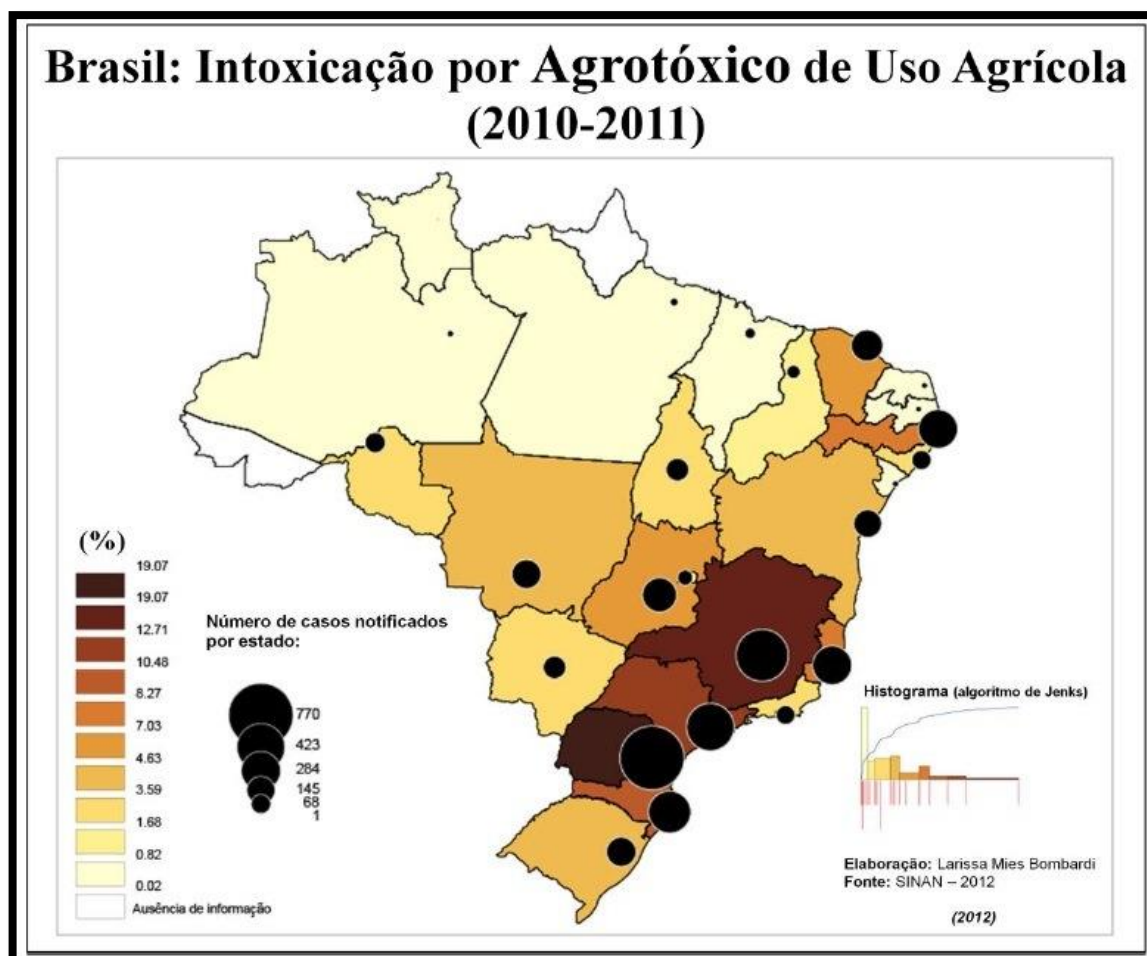


Figura 22 Intoxicação por Agrotóxicos no Brasil

Fonte: SINAN, 2012

Elaboração BOMBARDI, L. M.

Uma série de programas e de políticas públicas incentivadas por diferentes governos cumpriu a função direta ou indireta de implementar a modernização agrícola, ação essa que resultou em altos custos sociais, ambientais e de saúde pública.

Tal ação do Governo incentivou, em 1965, a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural que vinculava a obtenção de crédito agrícola à obrigatoriedade da compra de insumos químicos pelos agricultores. Em 1975, foi criado o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, no âmbito do II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), que proporcionou recursos financeiros para a criação de empresas nacionais e a instalação, no País, de subsidiárias de empresas transnacionais de insumos agrícolas (LONDRES, 2011).

Outra ação importante que facilitou o registro de centenas de substâncias tóxicas, muitas das quais já proibidas nos países desenvolvidos (PELAEZ *et al.*, 2009; SILVA, J. M. *et al.*, 2005) foi a aprovação da Lei 7.802, em 1989.

É importante ressaltar que existem isenções fiscais e tributárias concedidas até o presente momento para a comercialização desses produtos, de acordo com a legislação federal.

Por meio do Convenio ICMS 100/971, o Governo Federal concede redução de 60% da alíquota de cobrança do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) a todos os agrotóxicos. Além disso, o Decreto 6. 006/062 isenta completamente da cobrança de IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) os agrotóxicos fabricados a partir de uma lista de dezenas de ingredientes ativos. O Decreto 5. 630/053 isenta da cobrança de PIS/PASEP (Programa de Integração Social/ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor) e de COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) os “defensivos agropecuários classificados na posição 38. 08 da NCM e suas matérias-primas”. A posição 3808 da NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul) compreende produtos diversos das indústrias químicas como inseticidas, fungicidas e herbicidas. Além das isenções federais, há as isenções complementares determinadas por alguns estados. No Ceara, por exemplo, a isenção de ICMS, IPI, COFINS e PIS/PASEP para atividades envolvendo agrotóxicos chegam a 100% (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2011).

Com a isenção de imposto e as facilidades de compras, foi observado por Londres (2011) que, na última década, o uso de agrotóxico no Brasil teve um salto imenso, cujas vendas passaram de US\$ 2 bilhões para mais US\$ 7 bilhões, entre

2001 e 2008, quando o País assumiu a condição de ser o “maior consumidor mundial de venenos”.

O Brasil se destaca como o maior consumidor de agrotóxicos, seguido pelos Estados Unidos, de acordo com o estudo *Regulation of Pesticides: a comparative analysis* (PELAEZ, 2013), publicado pela Universidade de Oxford. Os problemas no Brasil estão associados à alta produtividade do setor de agronegócio.

Em dezoito anos, a quantidade utilizada por área plantada no Brasil atingiu mais que o dobro, passando de 70 kg por hectare, em 1992, para mais de 150 kg por hectare em 2010, segundo o Relatório de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2012, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012).

De acordo com esse relatório, em 2008, o Brasil “[...] respondeu, na América Latina, por 86% dos produtos vendidos”. Esses números, que atestam a robustez do País nesse mercado, estão diretamente associados ao crescimento e ao peso do agronegócio no Brasil.

Os órgãos reguladores e controladores de tais produtos são o Ministérios da Saúde, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA). Segundo a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), das 50 substâncias mais usadas no Brasil, 24 já foram proibidas nos Estados Unidos, no Canadá, na Europa e na Ásia e apenas quatorze estão em processo de reavaliação, procedimento que se arrasta desde 2008.

De acordo com estudos sobre o assunto, como o de Pelayez (2011), diferentemente de outros países, como Estados Unidos, União Europeia e Japão, a adesão e a aprovação dos agrotóxicos no Brasil estão pautadas em lacunas, que fazem do País um grande celeiro para utilização de produtos que já foram proibidos

em outros países. A falta de reavaliações periódicas também favorece a utilização de substâncias perigosas, diz o estudo.

3.6.2 Adubos e/ou fertilizantes

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o responsável pelas exigências mínimas de utilização desses produtos (fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes e biofertilizantes). Exigências como inspeção, fiscalização e comércio de todas as substâncias são estabelecidas pela Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária do mesmo órgão, que possui instrumentos como leis, decretos, portarias e instruções normativas conforme disposto na Lei nº 6. 894 de 16 de dezembro de 1980, regulamentada pelo Decreto nº 4. 954, de 14 de janeiro de 2004 (RAIJ, 2011).

Os adubos e/ou fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, que devem fornecer os chamados macro e micronutrientes. Os macronutrientes são nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e enxofre (S). Os micronutrientes são manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mo), boro (B), cloro (Cl) (EMBRAPA, 1999).

Os fertilizantes são classificados em minerais, orgânicos e organo-minerais. Os fertilizantes minerais são os constituídos de compostos inorgânicos (compostos desprovidos de carbono). Fertilizantes orgânicos são os fertilizantes constituídos de compostos orgânicos de origem natural, vegetal ou animal. Fertilizantes organo-minerais são os fertilizantes resultantes da mistura de fertilizantes orgânicos e minerais (MAPA, 2014).

Existe uma diversidade muito grande de fertilizantes usados no Brasil. A complexidade deles também é uma realidade, como pode ser observado na Tabela 2 de classificação.

Tabela 2 Classificação dos fertilizantes

Fertilizantes	Descrição	Composição
Orgânicos	São caracterizados pelo teor de matéria orgânica e teores totais de nutrientes como N, P, K, água e relação entre C:N	Nitrogênio, P_2O_5 e K_2O . Pode conter micronutrientes.
Nitrogenados	A maior parte dos nitrogenados fabricados no Brasil utiliza a amônia (NH_3)	Sulfato de amônio $(NH_4)_2SO_4$ -Nitrato de amônio $(NH_4)(NO_3)$ -Ureia $(CH_4 N_2O)$ -Amônia (NH_3) Soluções nitrogenadas (ureia + nitrato de amônio) -Nitrato de cálcio $(Ca(NO_3)_2)$
Fosfatados	Principal matéria-prima a Fluorapatita que sofre transformações químicas para melhor desempenho.	-Superfosfatos $(Ca_{10}(PO_4)_6F_2)$ -Fosfato de amônio $((NH_4)_2HPO_4)$ -Termosfosfatos [3MgO. CaO. P_2O_5 . 3(CaO. SiO_2) -Fosfatos naturais (P_2O_5)
Contendo K, Ca, Mg, S	Macronutrientes primários e secundários	-Cloreto de potássio (KCl) -Sulfato de potássio (K_2SO_4) -Nitrato de potássio (KNO_3) -Sulfato de cálcio ($CaSO_4$) -Cloreto de cálcio ($CaCl_2$) -Sulfato de magnésio ($MgSO_4$) -Óxido de magnésio (MgO) -Carbonato de magnésio ($MgCO_3$) -Enxofre (S)
Contendo Micronutrientes (B, Cu, Fe, Mg, Mo, Zn)	Os metais (cobre, ferro, manganês, e zinco) mais o boro e o molibdênio	-Os metais quando reagem com ácidos produzem: ânions acetato, cloreto, formiato, fosfato, nitrato, sulfato (solúveis em água), carbonato e óxidos (insolúveis em água). -Ácido bórico (H_3BO_3) -Molibdatos de amônio $((NH_4)_6Mo_7O_{24})$ -Quelatos
Mistos e Complexos	Representa uma multivariada combinação entre três macronutrientes primários: N, P, K	-Nitrogênio (N) -Óxido de fósforo (P_2O_5) -Óxido de potássio (K_2O)

Fonte: Raij, *et al* (2011).

Organizado pela pesquisadora

3.7 Corretivos do solo

3.7.1 Corretivos da acidez

Corretivos da acidez dos solos são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez dos solos e, ainda, carrear nutrientes vegetais ao solo, principalmente cálcio e magnésio (ALCARDE, 1992).

É possível verificar a acidez de um solo por meio da presença de H^+ livres, que, por sua vez, são originados de seus componentes ácidos (dissociação da molécula de água, ácidos orgânicos, fertilizantes nitrogenados). A ação consiste em neutralizar os ions H^+ , o que é feito pelo ânion OH^- . Desse modo, os corretivos de acidez devem possuir componentes básicos para gerar OH^- e promover a neutralização.

Os corretivos de acidez podem ser classificados (BOYTON, 1966; ALCARDE, 1983 e 1986; TISDALE *et al.*, 1985; BRASIL, 2004; RAIJ, 2011) de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 Corretivos de Acidez do Solo

Corretivos de Acidez	Composição
Carbonato de Cálcio	$CaCO_3$
Carbonato de Magnésio	$MgCO_3$
Carbonato duplo de Cálcio de Magnésio	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$
Hidróxido de Cálcio	$Ca(OH)_2$
Óxido de Cálcio	CaO
Óxido de Magnésio	MgO
Silicato de Cálcio	$CaSiO_3$

Fonte: MAPA (2006, p. 3)
Organizado pela pesquisadora

3.7.2 Corretivos de alcalinidade e sodicidade

Existem determinados tipos de solo que devem ser acidulados, utilizando os princípios da correção de acidez. Os limites para a comercialização desses produtos ficam estabelecidos nas seções III e IV do MAPA (2006), como pode ser detectado na tabela 4.

Tabela 4 Corretivos de Alcalinidade

Corretivos de Alcalinidade	Composição
Enxofre	S (95%)
Borra de Enxofre	S (50%)
Outros	Demais produtos que característicos de corretivo de alcalinidade, desde que mantido o valor mínimo.

Fonte: MAPA (2006, p. 2)
Organizado pela pesquisadora

Tabela 5 Corretivo de Sodicidade

Corretivo de Sodicidade	Composição
Sulfato de Cálcio	CaSO ₄
Outros	Demais produtos que apresentem características de corretivo de sodicidade.

Fonte: MAPA (2006, p. 3)
Organizado pela pesquisadora

3.8 Sistemas de preparo do solo

O tipo de uso que se aplica às terras pode estar diretamente ligado à modificação e à degradação do solo (CENTURION *et al.*, 2001; THOMAZ, 2007). A ocupação e o uso intensivo do solo, visando à exploração agropecuária, provocam e

aceleram inúmeras alterações em suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas. Tais alterações, em algumas situações, podem assumir caráter negativo com relação ao sistema solo-água-plantas (LIMA *et al.*, 1992; LIU *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2010), resultando em sérios impactos sobre os ecossistemas e sobre populações humanas.

3.8.1 Plantio convencional

De acordo com Santiago e Rossetto (2007), o preparo convencional do solo é definido a partir do revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos e, com isso, elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água. Esse revolvimento do solo promove o corte e o enterrio das plantas daninhas e auxilia no controle de pragas e patógenos do solo e, além disso, esse processo facilita o crescimento das raízes das plantas.

O preparo convencional do solo é realizado a partir da aração e de gradagens, em que o arado efetua o corte, elevação, inversão e queda, com um efeito de esboroamento de fatias de solo denominadas de leivas. A grade complementa esse trabalho, diminuindo o tamanho dos torrões na superfície, além de nivelar o terreno. Entretanto, tal prática pode acarretar sérios problemas com o passar dos anos (GABRIEL FILHO *et al.*, 2000).

Ao revolver o solo, ocorre alteração da agregação, dispersando as argilas, que retêm a maior parte dos nutrientes necessários às plantas, facilitando o seu arraste pela ação da chuva e do vento, causando erosão (WÜRSCHÉ; DENARDIN, 1980).

Os autores supracitados constataram que, com a inversão das leivas, enterra-se a cobertura vegetal deixando a superfície do solo exposta aos agentes da erosão e, também, à maior evaporação da água armazenada no solo (SILVA *et al.*, 2011). É relevante ressaltar que a erosão pode aumentar com o uso excessivo de equipamentos de preparo do solo e esse incremento será maior, se o solo permanecer descoberto no período de maior intensidade de chuva (BENATTI JÚNIOR *et al.*, 1983).

3.8.2 Plantio direto

O Sistema de plantio direto (SPD) pode ser definido como um sistema conservacionista do solo, em que a colocação da semente é realizada em sulco ou cova em solo não revolvido, que deve ter largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura das sementes e seu contato com a terra. Essa técnica elimina, portanto, as operações de aração, gradagens, escarificações e outros métodos convencionais de preparo do solo (MUZILLI, 1981). Convém lembrar que existem diversos sinônimos ou termos equivalentes para plantio direto, entre eles podem-se citar: plantio direto na palha, sistema de semeadura direta, cultivo zero, sem preparo ou "*no-tillage*", cultivo reduzido e cultivo sem revolvimento (EMBRAPA, 2006).

Segundo a Embrapa (2006), o plantio direto é uma interação entre diferentes fundamentos. O primeiro é a ausência do revolvimento do solo, que evita o selamento superficial, decorrente do impacto das gotas de chuva; conseqüentemente reduz-se o escoamento superficial e aumenta-se a infiltração, reduzindo drasticamente a erosão. O segundo fundamento refere-se à formação e à manutenção da cobertura morta. Como vantagem dessa cobertura, tem-se a proteção contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo o escoamento superficial, o transporte de sedimentos e,

consequentemente, a erosão. Em terceiro lugar, a rotação de culturas consiste em uma combinação de espécies em diferentes anos agrícolas com diferentes exigências nutricionais, velocidade de decomposição, produção de fitomassa e sistema radicular tornam o sistema mais eficiente, além de facilitar o controle integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. Para o sucesso do plantio direto, um fator muito importante é o aporte de material orgânico e cobertura vegetal.

3.9 A adição de produtos químicos no solo

Os produtos químicos, quando são adicionados ao solo em grandes quantidades, têm seu destino dividido em quatro possíveis caminhos (Figura 22). Os compostos químicos (incluindo produtos de degradação) podem infiltrar-se rapidamente no solo, indo ao encontro das águas subterrâneas e superficiais, podendo ser absorvidos por culturas e por outras formas de vegetação, além de volatilizarem na atmosfera, ou permanecerem retidos e armazenados no solo (STIGLIANI, 1988).

Neste trabalho, como em outros anteriormente realizados (EWING *et al.*, 2012; STIGLIANI, 1968; GAO *et al.*, 2013), foi feita a comparação entre um solo de referência (MR) e outro solo que tem sido usado há quase meio século para agricultura (MD), a fim de detectar possíveis alterações entre as concentrações de elementos químicos analisados.

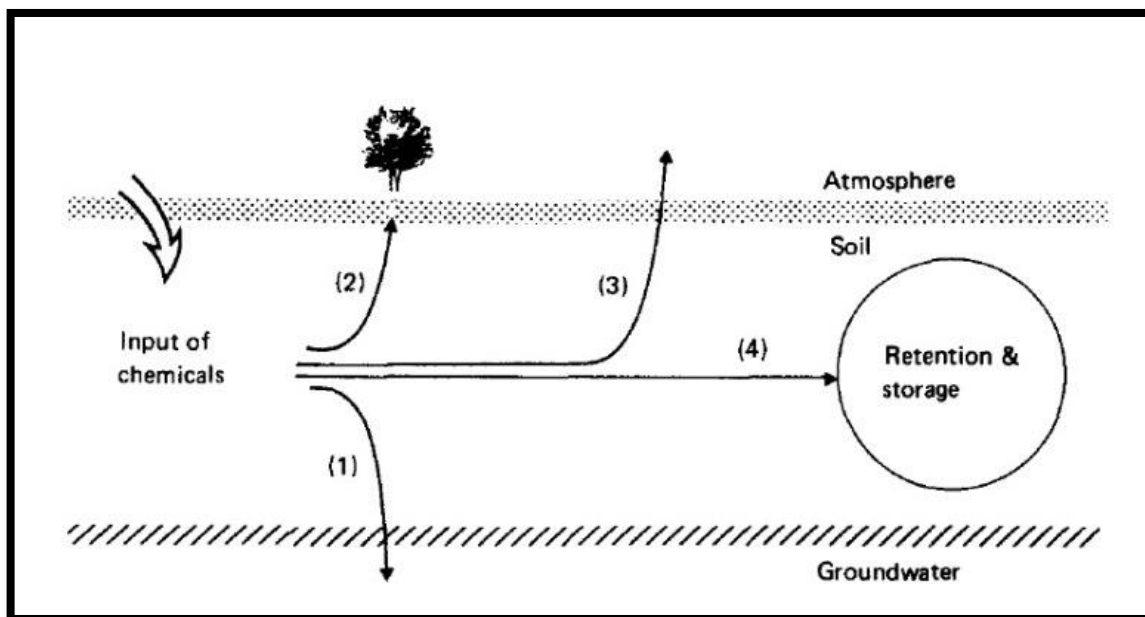


Figura 23 Dinâmica dos Produtos Químicos no Solo

(1) Lixiviação rápida no solo em cursos d'água; (2) Absorção pelas plantas; (3) volatilização para a atmosfera; (4) Armazenamento e retenção no solo. A figura representa o ciclo biogeoquímico simplificado de possíveis elementos no solo.

Fonte: STIGLIANI, (1988).

Quando elementos são adicionados ao solo, dependendo de suas quantidades, alguns caminhos são esperados e podem servir como vetores para a poluição ambiental. No entanto, quando se refere ao processo de eutrofização da água, resultado da adição de nutrientes inorgânicos e MO aumentam os processos de fotossíntese e respiração. Tal situação é chamada de eutrofização, e é uma condição para o processamento de energia de alto metabolismo (BEYERS; ODUM, 1994).

Segundo Henry, *et al.*, (1983), a eutrofização artificial ou cultural é a designação empregada para diferenciar a ação do homem daquela causada na evolução dos ambientes aquáticos, isto é, a eutrofização causada por um influxo nutritivo natural.

A eutrofização cultural é causada, principalmente, pelas seguintes atividades: despejos de esgotos domésticos; despejos de atividades agrícolas; poluição do ar e queda do material da atmosfera (sob a forma de partículas junto com a água de

chuva); vegetação remanescente em represas não desmatadas antes do fechamento (TUNDISI, 1986a).

Embora não tenha sido feita análise da qualidade das águas dos murundus, a migração de elementos do solo para a solução pode ocorrer e, com isso, seus impactos negativos.

Em trabalhos anteriores (SCHNEIDER, 1996; GONÇALVES, 2009; HARTER, 2009), foi detectado nas águas dos rios a presença de substâncias como: o Diazinon, (organofosforado sistêmico de ação tóxica não persistente), o BHC, o Heptacloro Epóxido e o DDT (organoclorados de ação tóxica, residual e persistente), bem como Al, Fe, Pb, Cloretos Totais e Carbamatos Totais (presentes tanto na área urbana como no município) usados na agricultura.

É importante ressaltar que, mesmo sabendo quais as culturas que são praticadas na área de estudo, é inviável a identificação dos elementos químicos relacionados aos agrotóxicos, fertilizantes e corretivos do solo, uma vez que há uma infinidade de produtos catalogados pela EMBRAPA.

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desafios ambientais são reconhecidos quando as atenções estão voltadas ao desenvolvimento sustentável. Tais desafios estão voltados para a segurança alimentar, a segurança hídrica e energética, a mudanças climáticas globais, à proteção da biodiversidade e dos serviços prestados pelos ecossistemas (BOUMA; MCBRATNEY, 2013).

É nesse contexto, que entre os desafios apontados, pode-se observar uma estreita relação, entre os serviços prestados pelos ecossistemas, a necessidade de produção de alimentos e a disponibilidade de água potável, pois uma população prevista para nove bilhões de habitantes (GODFRAY *et al.*, 2010), exige uma boa qualidade disponibilidade de recursos.

A expansão agrícola tem acarretado algumas alterações negativas ao longo do tempo nos ecossistemas, envolvendo problemas relacionados, entre outros, com a adição de produtos químicos no solo (FOLEY, 2005; TILMAN, 2001; MEA, 2005).

4.1 Macromorfologia e granulometria dos solos

A análise da morfologia dos solos permite a caracterização dos horizontes naturais e antropizados no campo. Na Tabela 6 são apresentadas as cores, a estrutura e consistência do solo coletados na área da pesquisa, sendo a referência o Código Padrão Munsell.

Tabela 6 Descrição dos Solos em Campo

Ponto de coleta	Profundidade/cm	Código Padrão Munsell		Descrição da Cor	Estrutura/Consistência (seco)*
P1	0-20	2. 5Y	3/2	Marrom acinzentado muito escuro	Maciça/Muito dura
P1	20-40	2. 5Y	5/3	Bruno oliva claro	Maciça/Muito dura
P1	40-60	2. 5Y	6/4	Bruno amarelado claro	Maciça/Muito dura
P2	0-20	2. 5Y	4/2	Bruno acinzentado escuro	Maciça/Muito dura
P2	20-40	2. 5Y	4/3	Bruno oliva	Maciça/Muito dura
P2	40-60	2. 5Y	5/6	Bruno oliva claro	Maciça/Muito dura
P3	0-20	2. 5Y	3/2	Bruno acinzentado muito escuro	Maciça/Muito dura
P3	20-40	2. 5Y	4/3	Bruno oliva	Maciça/Muito dura
P3	40-60	10YR	6/6	Bruno amarelado	Maciça/Muito dura
P4	0-20	2. 5Y	5/3	Bruno oliva claro	Maciça/Excessivamente dura
P4	20-40	2. 5Y	6/4	Bruno amarelado claro	Maciça/Excessivamente dura
P4	40-60	2. 5Y	6/3	Bruno amarelado claro	Maciça/Excessivamente dura
P5	0-20	2. 5Y	6/3	Bruno amarelado claro	Maciça/Excessivamente dura
P5	20-40	2. 5Y	5/2	Bruno acinzentado	Maciça/Excessivamente dura
P5	40-60	2. 5Y	5/3	Bruno oliva claro	Maciça/Excessivamente dura
P6	0-20	2. 5Y	5/3	Bruno oliva claro	Maciça/Excessivamente dura
P6	20-40	10YR	6/8	Bruno amarelado	Maciça/Excessivamente dura
P6	20-60	7. 5YR	5/8	Bruno vivo	Maciça/Excessivamente dura
P7	0-20	2. 5Y	4/2	Bruno acinzentado escuro	Maciça/Excessivamente dura
P7	20-40	2. 5Y	5/3	Bruno oliva claro	Maciça/Excessivamente dura
P7	40-60	2. 5Y	6/3	Bruno amarelado claro	Maciça/Excessivamente dura

*IBGE, 2007.

Fonte: Ferreira, 2014

Em todas as amostras, é comum a presença de nódulos ferruginosos vermelhos e resistentes observados na Figura 24. Possivelmente foram formados ao longo dos ciclos paleoclimáticos que afetaram as paisagens do Cerrado (OLIVEIRA *et al.*, 2013).



Figura 24 Nódulos Ferruginosos

Autora: Ferreira, 2014

As cores apresentadas sugerem condições de hidratação e de saturação prolongadas e a estrutura maciça se forma em razão do alto teor de argila. Há um aumento da consistência quando o solo é drenado e usado para o cultivo.

As áreas úmidas das chapadas são caracterizadas, geralmente, pela quantidade elevada de argila encontrada na superfície e na subsuperfície, o que influencia outras propriedades físico-químicas desses solos (BISPO *et al.*, 2011; SOARES, 2012) constatado na Tabela 7.

Sendo assim, as análises realizadas nesta pesquisa confirmaram a presença, em todos os pontos de coleta (P_1 , P_2 , P_3) do Murundu de Referência, de textura muito argilosa, cujos teores de argila estão entre aproximadamente 60 e 80%, (Figura 24).

Para o Murundu Drenado (P₄, P₅, P₆, P₇) confirma-se a textura muito argilosa (também com valores entre 60 e 77 dag kg⁻¹), exceto em P₅, na profundidade de 0-20 cm, que apresentou textura argilosa devido ao aumento relativo da fração silte (teor de argila de 50 dag kg⁻¹ e de silte de 36 dag kg⁻¹). Em P₄, de 0-20 cm, também foi determinado um aumento relativo da fração silte (total de 27 dag kg⁻¹), porém insuficiente para mudar a classe textural, (Figura 25).

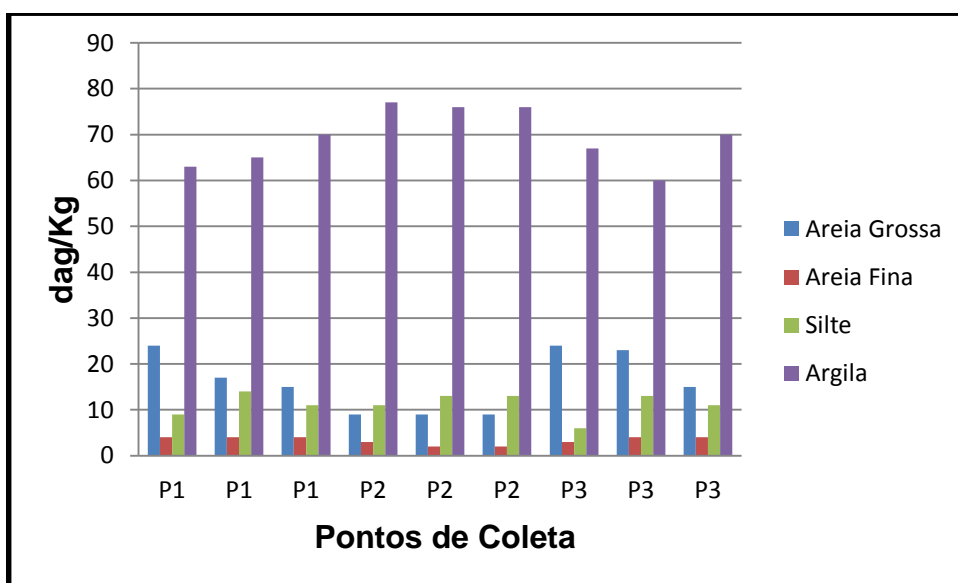


Figura 25 Granulometria no Murundu Referência (MR)

Fonte: Ferreira, 2014

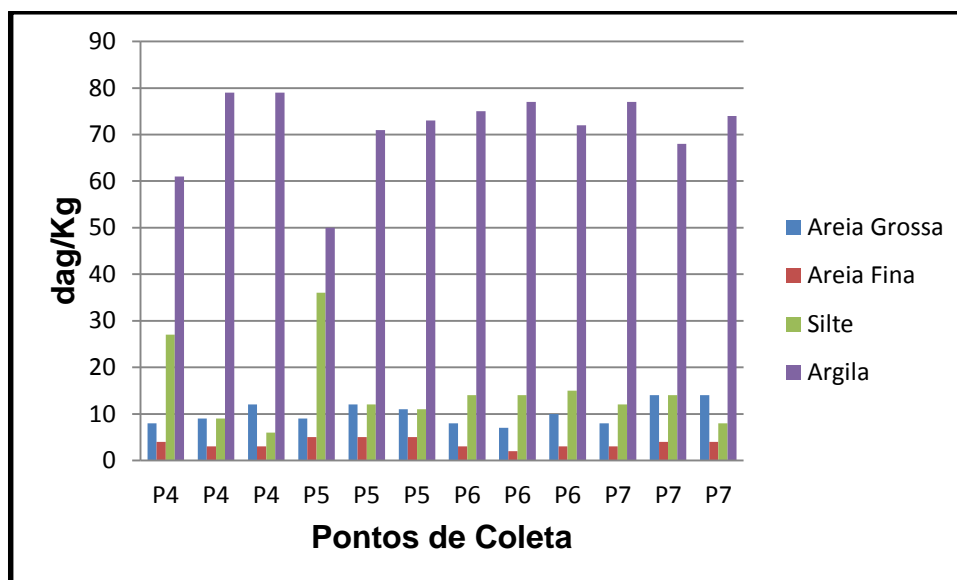


Figura 26 Granulometria no Murundu Drenado (MD)

Fonte: Ferreira, 2014

Tabela 7 - Valores Granulométricos para o Murundu Referência e Murundu Drenado

Pontos de Coleta	Profundidades cm	Areia Grossa %	Areia Fina %	Silte %	Argila %	Classe Textural
P ₁	0-20	24	4	9	63	Muito Argilosa
	20-40	17	4	14	65	Muito Argilosa
	40-60	15	4	11	70	Muito Argilosa
P ₂	0-20	9	3	11	77	Muito Argilosa
	20-40	9	2	13	76	Muito Argilosa
	40-60	9	2	13	76	Muito Argilosa
P ₃	0-20	24	3	6	67	Muito Argilosa
	20-40	23	4	13	60	Muito Argilosa
	40-60	15	4	11	70	Muito Argilosa
P ₄	0-20	8	4	27	61	Muito Argilosa
	20-40	9	3	9	79	Muito Argilosa
	40-60	12	3	6	79	Muito Argilosa
P ₅	0-20	9	5	36	50	Argila
	20-40	12	5	12	71	Muito Argilosa
	40-60	11	5	11	73	Muito Argilosa
P ₆	0-20	8	3	14	75	Muito Argilosa
	20-40	7	2	14	77	Muito Argilosa
	40-60	10	3	15	72	Muito Argilosa
P ₇	0-20	8	3	12	77	Muito Argilosa
	20-40	14	4	14	68	Muito Argilosa
	40-60	14	4	8	74	Muito Argilosa

Fonte: Ferreira, 2014

A textura do solo é uma característica de extrema importância para as propriedades físicas de um solo, com aplicações práticas nos estudos de drenagem,

erosão, adsorção de nutrientes e pesticidas, e como critério orientador para o “zoneamento agrícola de risco climático” do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento– MAPA. De acordo com esse zoneamento, os solos são agrupados em categorias, em função da sua capacidade de reter água, associada com as texturas arenosa, média e argilosa.

Quando se remete à produtividade agrícola, o tipo de solo e sua textura é de fundamental importância. É uma característica que determina, inclusive, seu valor econômico (BAVER *et al.*, 1973; KIEHL, 1979; REICHARDT; TIMM, 2004).

Os Latossolos típicos de regiões tropicais e subtropicais possuem como característica uma porcentagem de argila que varia entre 15% e 80% (EMBRAPA, 2006), quando, então, assumem textura classificada como muito argilosa. Na área de estudos, em todas as amostras de solos coletadas determinou-se que a fração argila predomina em relação às frações silte e areia.

Em sua composição, as argilas granulométricas possuem uma mistura de argilominerais e óxidos, podendo ser variáveis. Segundo INDA *et al.* (2004), os argilominerais são constituídos por silicatos com estruturas dispostas em camadas, formadas por lâminas tetraedais de silício ou alumínio unidas a lâminas octaedrais. Devido a essa disposição e ao seu pequeno diâmetro, as argilas se tornam a parte mais importante do solo e mais reativa em virtude de sua área específica (HILLEL, 1980; REICHARDT; TIMM 2004).

Segundo a EMBRAPA (2005), a fração argila dos latossolos é composta principalmente por caulinita, oxihidróxidos de ferro (goethita e hematita) e alumínio (gibbsita). Alguns latossolos, formados de rochas ricas em ferro, apresentam, na fração argila, a maghemita e, na fração areia, a magnetita e a ilmenita. A esses últimos

estão associados os elementos-traço (micronutrientes) como o cobre e o zinco, importantes para o desenvolvimento das plantas.

O elevado teor de argila determina a acentuada coesão desses solos, especialmente quando estão secos, cuja estrutura maciça oferece extrema resistência para ser quebrada. Essas propriedades físicas podem ser determinadas pela textura muito argilosa, pelo relevo plano que limita a infiltração da água e pela microporosidade que conserva a água concentrada nos períodos chuvosos seguidos de forte dessecação nos períodos sem chuva. A retirada da cobertura vegetal original e o cultivo em solos descobertos podem agravar a coesão. A textura do solo interfere em várias propriedades do solo, entre elas a densidade (DIAS JUNIOR; MIRANDA, 2000), a resistência mecânica do solo à penetração (RIBON; TAVARES FILHO, 2004), a porosidade, a retenção de água (TOGNON *et al.*, 1998) e a disponibilidade de nutrientes (ANGHINONI; MEURER, 2004).

Outro fator de grande relevância é o acúmulo de nutrientes na planta que também é influenciado pela textura do solo, principalmente o P, S e Zn (SANTOS *et al.*, 2008).

4.2 Análise comparativa global entre os elementos e parâmetros físico-químicos entre o murundu referência (MR) e o murundu drenado (MD)

A análise comparativa global da concentração dos elementos e dos parâmetros analisados (teste de Mann-Whitney) indica que, no Murundu Drenado (MD), houve alterações significativas ($P < 0,05$) quando comparado com o Murundu de Referência (MR) em relação a Fósforo (P), Sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{++}), Magnésio (Mg^{++}), Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (t), Saturação por Bases (V) e do Índice de Saturação de Sódio (ISNa), como pode ser verificado na Tabela 7. Essas

alterações nítidas na parte superficial do solo (0-20 cm) estão relacionadas com a adição de fertilizantes e com os restos de cultura que permanecem no solo em razão do manejo adotado.

Tabela 8 Análise comparativa dos parâmetros analisados entre o MR e o MD

Elementos/Parâmetros	Áreas	
	Murundu de Referência (MR)	Murundu Drenado (MD)
pH		
Soma dos Postos (RI)	118. 5	112. 5
Mediana	5. 6	5. 29
p-Valor	0. 1658	
P		
Soma dos Postos (RI)	56. 0	175. 0
Mediana	0. 30	0. 95
p-Valor	0. 0022*	
K		
Soma dos Postos (RI)	83. 0	148. 0
Mediana	4. 0	4. 0
p-Valor	0. 2555	
Na		
Soma dos Postos (RI)	131. 0	100. 0
Mediana	0. 80	0. 00
p-Valor	0. 0230*	
Ca		
Soma dos Postos (RI)	45. 0	186. 0
Mediana	0. 05	0. 63
p-Valor	0. 0001*	
Mg		
Soma dos Postos (RI)	45. 0	186. 0
Mediana	0. 04	0. 14
p-Valor	0. 0001*	
Al		
Soma dos Postos (RI)	105. 0	126. 0
Mediana	0. 01	0. 00
p-Valor	0. 6698	
H+Al		
Soma dos Postos (RI)	110. 0	121. 0
Mediana	4. 50	3. 65
p-Valor	0. 4344	
SB		
Soma dos Postos (RI)	45. 0	186. 0
Mediana	0. 09	0. 76
p-Valor	0. 0001*	
t		
Soma dos Postos (RI)	58. 0	173. 0
Mediana	0. 22	1. 00
p-Valor	0. 0036*	
T		
Soma de Postos (RI)	84. 0	147. 0
Mediana	4. 62	6. 00
p-Valor	0. 2864	

V			
Soma dos Postos (RI)	45. 0		186. 0
Mediana	2. 40		17. 75
p-Valor		0. 0001*	
m			
Soma dos Postos (RI)	120. 0		111. 0
Mediana	45. 5		0. 00
p-Valor		0. 1356	
ISNa			
Soma dos Postos (RI)	140. 0		90. 5
Mediana	0. 08		0. 00
p-Valor		0. 0032*	
MO			
Soma dos Postos (RI)	87. 5		143. 5
Mediana	2. 71		4. 00
p-Valor		0. 4138	
P-rem			
Soma dos Postos (RI)	80. 0		151. 0
Mediana	7. 50		10. 10
p-Valor		0. 1769	
Zn			
Soma dos Postos (RI)	77. 5		153. 5
Mediana	0. 69		0. 90
p-Valor		0. 1265	
Fe			
Soma dos Postos (RI)	97. 5		133. 5
Mediana	30. 00		40. 55
p-Valor		0. 9151	
Mn			
Soma dos Postos (RI)	106. 0		125. 0
Mediana	0. 60		0. 40
p-Valor		0. 6189	
Cu			
Soma dos Postos (RI)	101. 0		130. 0
Mediana	1. 04		1. 06
p-Valor		0. 8870	
N			
Soma dos Postos (RI)	134. 0		97. 0
Mediana	0. 11		0. 12
p-Valor		0. 8870	

* Significativo a 5% ($p < 0,05$, Teste de Mann-Whitney)

Fonte: Ferreira, 2014

Os solos dos murundus estudados são naturalmente pobres em decorrência de sua origem pedogenética, no que se refere aos cátions básicos e essa propriedade se reflete no complexo adsorvente. São solos formados a partir de intenso intemperismo, processo que envolve a lixiviação de cátions básicos e sílica e enriquece o solo em caulinita, oxihidróxidos de ferro e alumínio associados com quartzo residual. Dessa forma, a elevação dos cátions, principalmente nas camadas superficiais Na^+ , Ca^{2+} e

Mg²⁺, além da SB, t, V e ISNa, mostra estar relacionada com manejo agrícola, que contribui para a elevação da concentração química e das mudanças dos parâmetros físicos-químicos dos solos analisados.

As diferenças de concentração e presença de macro e micronutrientes nas áreas úmidas tanto na área drenada quanto na área de referência, ocorreram, em grande parte, nas camadas superiores e, praticamente, não houve alteração nas camadas subsuperficiais. Essa situação pode ter ocorrido no murundu drenado (MD) em virtude do sistema manejo adotado.

As mudanças ocasionadas em relação à concentração dos elementos citados foram principalmente devidas à adição de agrotóxicos, de fertilizantes e de corretivos do solo, especificamente na área drenada.

A presença de teores mais elevados de Ca (cálcio) e de Mg (magnésio) no murundu drenado pode estar relacionada com a calagem, realizada para neutralizar a acidez do solo. Essa prática é comum e necessária nos solos do Cerrado, em razão da elevada acidez representada pelo hidrogênio e pelo alumínio. A neutralização com calcário dolomítico tem como objetivo substituir o H⁺ e o Al³⁺ pelos cátions cálcio (Ca) e de magnésio (Mg), mecanismo que ajuda a elevar a CTC dos solos (VAN RAIJ, 2011).

Outro elemento que apresentou aumento significativo no murundu drenado foi o fósforo (P), fato esse condicionado ao longo tempo de práticas agrícolas na área e pela intensa aplicação de fertilizantes como NPK como forma de correção nutricional do solo. Os solos topicais são por natureza lixiviados, além de possuírem baixo teor de matéria orgânica e naturalmente são pobres em P (VEPRASKAS, 2012; VAN RAIJ, 2011). O fósforo (P) e o nitrogênio (N) são dois elementos cruciais para avaliar o impacto da agricultura convencional em relação à poluição dos solos e da água.

A degradação dos ecossistemas terrestres e aquáticos em razão da interferência humana nos ciclos do P e do N, está estreitamente relacionada com a fertilização dos solos para a produção agrícola em larga escala; que impactam a atmosfera e a biosfera, quando acumulados excessivamente (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009).

As modificações antrópicas no ciclo do N têm sido intensas (GALLOWAY; COWLING 2002, GRUBER; GALLOWAY 2008), convertendo mais nitrogênio da atmosfera em formas reativas do que todos os processos terrestres naturais combinados. Tal conversão tem ocorrido principalmente por meio da fixação industrial de N₂ atmosférico em amônia, fixação agrícola de N₂ atmosférico por meio de cultivo de leguminosas, queima de combustíveis fósseis e queima de biomassa. Ainda que objetivo principal da liberação da maior parte deste N reativo seja aumentar a produção de alimentos por meio de agroquímicos, ela pode, nos ambientes aquáticos, poluir o ambiente, aumentar a carga de poluição local e global na atmosfera e ainda acumular-se na biosfera (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009). Na área de estudo, o N determinado não variou significativamente na área agrícola.

O fosfato é um nutriente que possui alto grau de interação com o solo, podendo ligar-se como ortofosfatos (H_2PO_4^-) e na fase sólida interage com o cálcio, com o ferro e com o alumínio principalmente (VAN RAIJ, 2009). Os fosfatos podem formar ligações com átomos de alumínio (Al) e de ferro (Fe), criando uma estrutura na forma de anel e reduzindo drasticamente a disponibilidade do nutriente para as plantas (Leal e Velloso, 1973, Melo & Wypych, 2009). Assim, a hematita, a goethita e a gibbsita, os oxihidróxidos dominantes nos solos dos murundus (CORRÊA, 1989) podem agir positivamente para aumentar a fixação do P na fase sólida do solo. Não houve variação estatística significativa em relação à concentração do Fe no MD, embora os

dados isolados sugeriram aumento de concentração desse elemento em todas as profundidades. Por ser um solo que apresenta mosqueamento sujeito à flutuação do lençol freático, a drenagem pode favorecer a oxidação do ferro e sua precipitação na forma de ferro férrico (Fe^{3+}), encontrado na forma de concreções e plintitas endurecidas (Figura 26). Por outro lado, no MR, a presença de lençol mais elevado pode contribuir com a lixiviação de parte do ferro sob a forma de ferro ferroso (Fe^{2+}).



Figura 27 Nódulos Ferruginosos (Plintitas)

Autora: Ferreira, 2014

A caulinita é o argilomineral secundário, predominante nos solos estudados. Possui baixa capacidade de troca catiônica (CTC) - ($30 - 150 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$), em razão da menor quantidade de cargas negativas e, portanto, a troca de cátions básicos com a solução é bastante baixa (MELO; WYPYCH, 2009) ocorrendo com maior intensidade na superfície.

A matéria orgânica do solo (MOS) é outro componente da fase sólida do solo que pode ter influência decisiva na adsorção de elementos químicos, sejam eles

nutricionais ou tóxicos, como, por exemplo, os metais pesados. Nessa etapa de análise, não é possível atribuir diretamente à matéria orgânica a influência sobre os resultados obtidos, uma vez que, ela está concentrada na camada superficial do solo e a análise de significância envolveu todas as camadas de coleta (0-20, 20-40 e 40-60cm). A MOS tem elevada capacidade de reter íons, proporcionalmente muito mais elevada do que a caulinita, por exemplo. As substâncias húmicas apresentam CTC que variam entre 4000 a 14000 mmol_ckg⁻¹ sendo determinantes como carga negativa dos solos em ambientes tropicais intensamente intemperizados (CANELLAS *et al.*, 2008).

Não foi estatisticamente significante a aumento do teor de MO na superfície do solo do murundu drenado, embora a comparação entre os dois apresente esse comportamento. O elevado teor de argila nesses solos pode atuar favoravelmente para reduzir a decomposição da matéria orgânica no solo agrícola manejado por meio do plantio direto. Por se tratar de um solo de composição laterítica, constituído por argila de baixa atividade (LAC), o aumento da MO pode ser o resultado da relação estreita com a argila, relação essa que equaliza os teores obtidos em solos cultivados, com aqueles obtidos em vegetação nativa e interferem na decomposição da matéria orgânica e redução da biodisponibilidade (FELLER *et al.*, 1991).

4.2 Análise dos componentes principais (ACP)

A análise dos componentes principais (ACP) fornece indicações relativas às associações por similaridade dos elementos/parâmetros avaliados.

No Murundu de Referência (MR), as correlações obtidas entre 0-20cm (Tabela 9) foram diferentes daquelas entre 20-40cm (Tabela 10) e 40-60cm (Tabela 11). Nas

duas últimas profundidades, as mesmas correlações foram encontradas. Essa distribuição sugere que existem propriedades e características dos solos que são determinantes na superfície e que elas distinguem essa camada de solo das demais. Os resultados das ACP para a profundidade entre 0-20cm estão apresentados na Tabela 9.

Entre 0-20cm no Murundu Referência (MR), as correlações mais fortemente positivas, ou seja, os valores que estão mais próximos entre si, foram discriminados em quatro conjuntos de dados: (1) m, N_{total} , Zn e P-rem, (2) P e Fe, (3) K, Ca^{++} , V, Mn, SB e pH e (4) T, Na, Mg^{++} , H+Al, ISNa, Cu, MO, t, Al^{+++} . Nas profundidades entre 20-40 e 40-60cm (Tabela 10 e 11 respectivamente), os conjuntos com correlações mais positivas foram entre (1) K, Mg^{++} , Prem, m, Fe, T, H+Al e t e (2) MO, Al^{+++} , Mn e Cu, sendo esses dois mais fortemente positivos do que os conjuntos englobando o (3) Ca^{++} , V, pH, SB e P e (4) ISNa, N_{total} e Zn.

Na profundidade 0-20, as correlações mais próximas ocorrem entre os elementos Mg e Na, que possuem correlação igual a 1, chegando a máxima, e de troca catiônica, chegando a 0,734 a MO e o Na^+ e o Zn^+ com o P, possuem uma proximidade de correlação significativa atingindo (0,872) e (0,750) respectivamente. Ressalta-se que quanto mais próximo o valor atingido de 1, mais alta é sua semelhança ou sua correlação. Importante salientar que a máxima negativa também acontece. Na superfície (0-20cm), o índice de saturação por alumínio não se relaciona com outros elementos na superfície.

Já na profundidade 20-40cm (Tabela 10), as correlações mais próximas, ou seja, positivas, se dão entre o K e o P (0,961), o P e o pH (0,908), MO e P-rem (0,759), Fe e Mn (0,905) e entre o Mn e o Cu (0,749), ou seja, possuem uma alta semelhança podendo ter alta correlação. Nessa mesma profundidade, os elementos que indicam

valores altos negativos que tendem a não se relacionar são as bases e os compostos que possuem Al, MO e ISNa (-0,939), P-rem e Zn (0,697).

No que concerne à profundidade 40-60cm (Tabela 11), alguns elementos possuem valores muito baixos e não foi possível detectar proximidade de relação, ou seja, se há semelhança positiva ou negativa entre as reações ou não como o Al^{3+} , m e o ISNa. No entanto elementos como o Na e o V têm uma correlação muito negativa entre si, não sendo possível apontar correlações com outros elementos. Já o K, SB, t, P-Rem, Zn, Mn e N possuem uma alta correlação com outros elementos.

Tabela 9 Análise dos Componentes Principais (ACP) - MR - 0-20cm

Matriz de Correlação																					
	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	N total
pH	1	-0,371	0,676	0,655	0,866	0,655	-0,327	0,655	0,982	0,075	0,732	0,941	-0,719	0,655	0,200	-0,953	-0,915	0,222	0,982	0,365	-0,920
P		1	0,434	-0,945	0,143	-0,945	-0,756	-0,945	-0,189	-0,954	-0,904	-0,034	-0,378	-0,945	-0,984	0,635	-0,035	0,823	-0,189	-1,000	-0,023
K			1	-0,115	0,954	-0,115	-0,918	-0,115	0,803	-0,684	-0,007	0,886	-0,998	-0,115	-0,587	-0,420	-0,916	0,869	0,803	-0,439	-0,911
Na				1	0,189	1,000	0,500	1,000	0,500	0,803	0,994	0,359	0,054	1,000	0,872	-0,853	-0,294	-0,592	0,500	0,943	-0,305
Ca ²⁺					1	0,189	-0,756	0,189	0,945	-0,434	0,294	0,984	-0,970	0,189	-0,317	-0,673	-0,994	0,680	0,945	-0,149	-0,993
Mg ²⁺						1	0,500	1,000	0,500	0,803	0,994	0,359	0,054	1,000	0,872	-0,853	-0,294	-0,592	0,500	0,943	-0,305
Al ³⁺							1	0,500	-0,500	0,918	0,404	-0,629	0,892	0,500	0,860	0,025	0,681	-0,994	-0,500	0,760	0,672
H+Al								1	0,500	0,803	0,994	0,359	0,054	1,000	0,872	-0,853	-0,294	-0,592	0,500	0,943	-0,305
SB									1	-0,115	0,590	0,988	-0,838	0,500	0,011	-0,878	-0,975	0,402	1,000	0,183	-0,977
t										1	0,734	-0,268	0,639	0,803	0,992	-0,374	0,333	-0,956	-0,115	0,956	0,322
T											1	0,458	-0,054	0,994	0,814	-0,904	-0,395	-0,501	0,590	0,901	-0,406
V												1	-0,912	0,359	-0,144	-0,793	-0,998	0,540	0,988	0,028	-0,998
m													1	0,054	0,537	0,475	0,938	-0,837	-0,838	0,384	0,934
ISNa														1	0,872	-0,853	-0,294	-0,592	0,500	0,943	-0,305
MO															1	-0,488	0,212	-0,911	0,011	0,985	0,201
P-Rem																1	0,750	0,084	-0,878	-0,631	0,757
Zn																	1	-0,596	-0,975	0,041	1,000
Fe																		1	0,402	-0,826	-0,587
Mn																			1	0,183	-0,977
Cu																				1	0,029
N total																					1

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

Fonte: Ferreira,2014

Tabela 10 Análise dos Componentes Principais (ACP) - MR - 20-40cm

Matriz de Correlação																				
	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	N total
pH	1	0,908	0,757	0,816	0,092	-0,804	-0,535	0,908	-0,590	-0,523	0,861	-0,357	0,418	-0,706	-0,074	-0,663	-0,493	-0,816	-0,994	0,044
P		1	0,961	0,500	0,500	-0,481	-0,132	1,000	-0,198	-0,119	0,569	0,066	0,000	-0,345	0,350	-0,915	-0,084	-0,500	-0,948	-0,378
K			1	0,240	0,721	-0,219	0,148	0,961	0,082	0,161	0,319	0,340	-0,277	-0,071	0,596	-0,991	0,195	-0,240	-0,823	-0,620
Ca ²⁺				1	-0,500	-1,000	-0,924	0,500	-0,948	-0,919	0,997	-0,831	0,866	-0,985	-0,636	-0,109	-0,905	-1,000	-0,749	0,613
Mg ²⁺					1	0,519	0,792	0,500	0,750	0,800	-0,427	0,897	-0,866	0,640	0,986	-0,806	0,821	0,500	-0,200	-0,991
Al ³⁺						1	0,933	-0,481	0,955	0,928	-0,995	0,843	-0,877	0,989	0,653	0,087	0,914	1,000	0,734	-0,630
H+Al							1	-0,132	0,998	1,000	-0,890	0,980	-0,991	0,976	0,882	-0,278	0,999	0,924	0,439	-0,868
SB								1	-0,198	-0,119	0,569	0,066	0,000	-0,345	0,350	-0,915	-0,084	-0,500	-0,948	-0,378
t									1	0,997	-0,919	0,965	-0,980	0,988	0,849	-0,213	0,993	0,948	0,499	-0,833
T										1	-0,884	0,983	-0,993	0,973	0,888	-0,290	0,999	0,919	0,428	-0,874
V											1	-0,782	0,822	-0,968	-0,571	-0,191	-0,867	-0,997	-0,801	0,546
m												1	-0,998	0,914	0,958	-0,462	0,989	0,831	0,253	-0,949
ISNa													1	-0,939	-0,937	0,402	-0,996	-0,866	-0,317	0,926
MO														1	0,759	-0,062	0,964	0,985	0,625	-0,739
P-Rem															1	-0,697	0,904	0,636	-0,035	-1,000
Zn																1	-0,324	0,109	0,741	0,719
Fe																	1	0,905	0,396	-0,891
Mn																		1	0,749	-0,613
Cu																			1	0,065
N total																				1

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

Fonte: Ferreira, 2014

Tabela 11 Análise dos Componentes Principais (ACP) - MR - 40-60cm

Matriz de Correlação

	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	N total
pH	1	-0,096	0,415	-0,415	-0,995	-0,415	*	-0,992	-0,959	-0,959	-0,991	0,815	*	0,186	-0,982	-0,939	-0,978	-0,521	-0,972	0,378	-0,259
P		1	0,866	-0,866	0,000	-0,866	*	-0,034	-0,189	-0,189	-0,037	-0,655	*	-0,996	-0,092	-0,251	-0,112	0,899	0,327	-0,958	-0,937
K			1	-1,000	-0,500	-1,000	*	-0,529	-0,655	-0,655	-0,531	-0,189	*	-0,817	-0,577	-0,702	-0,594	0,560	-0,189	-0,686	-0,986
Na				1	0,500	1,000	*	0,529	0,655	0,655	0,531	0,189	*	0,817	0,577	0,702	0,594	-0,560	0,189	0,686	0,986
Ca ²⁺					1	0,500	*	0,999	0,982	0,982	0,999	-0,756	*	-0,091	0,996	0,968	0,994	0,437	0,945	-0,288	0,350
Mg ²⁺						1	*	0,529	0,655	0,655	0,531	0,189	*	0,817	0,577	0,702	0,594	-0,560	0,189	0,686	0,986
Al ³⁺							1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H+Al								1	0,988	0,988	1,000	-0,733	*	-0,057	0,998	0,976	0,997	0,406	0,933	-0,255	0,382
SB									1	1	0,988	-0,610	*	0,099	0,995	0,998	0,997	0,259	0,866	-0,101	0,521
t										1	0,988	-0,731	*	0,099	0,995	0,998	0,997	0,259	0,866	-0,101	0,521
T											1	-0,731	*	-0,054	0,998	0,976	0,997	0,404	0,932	-0,252	0,384
V												1	*	0,721	-0,693	-0,567	-0,678	-0,919	-0,929	0,844	0,349
m													1	*	*	*	*	*	*	*	*
ISNa														1	0,001	0,163	0,021	-0,935	-0,412	0,980	0,901
MO															1	0,987	1	0,353	0,911	-0,199	0,434
P-Rem																1	0,990	0,197	0,832	-0,037	0,574
Zn																	1	0,334	0,902	-0,179	0,452
Fe																		1	0,708	-0,987	-0,689
Mn																			1	-0,585	0,024
Cu																				1	0,797
N total																					1

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

Fonte: Ferreira, 2014

No Murundu Drenado (MD), nota-se que, na superfície do solo, há tendência de ligação entre o P e o Fe. Essa forma de ligação é possível em solos com presença forte de minerais secundários com cargas positivas, como os óxidos de ferro. Embora não seja estatisticamente significativa, o ligeiro aumento do pH na superfície do MD pode estar relacionado o Ca, que, por sua vez vai influenciar, em conjunto com o potássio (K), o aumento da soma e da saturação de bases. A origem do K também pode estar relacionada com a adubação (NPK), uma vez que a fonte natural de potássio no solo são os minerais primários e argilominerais secundários 2:1 (mica e illita), ambos ausentes nesse solo. A presença da MO pode gerar um aumento da CTC do solo, entretanto os dados sugerem que uma parcela importante da CTC, seja atribuída ao Al e ao H, além do Al^{3+} trocável, todos considerados cátions abundantes em condições de solos lixiviados e responsáveis pela acidez.

A MO também tem grande afinidade com os metais, em decorrência de ligantes ou grupos que formam quelatos ou complexos organo metálicos. Hodgson (1963) e Randhawa & Broadbent (1965), sugeriram que os ácidos húmico e fúlvico têm papel importante na adsorção do zinco e do cobre. Ambos estão presentes na superfície do solo, mas a afinidade maior determinada é entre a MO e o cobre (Cu). Tanto o ácido húmico (RANDHAWA & BROADBENT, 1965) quanto o ácido fúlvico (SCHNITZER; SKINNER, 1966) são capazes de adsorver zinco em relação à variação do pH e, então, esse fato reflete uma competição com o H^+ .

No Murundu Drenado (MD), entre 0-20cm de profundidade (Tabela 12), há forte e positiva correlação entre Mn, m, Al^{3+} , Ca^{++} , t, SB, ISNa, Na, Mg e V e na entre T, MO, Fe, Zn, P, Cu, N_{total} , P-rem e H+Al. Entre 20-40cm (Tabela 13) de profundidade, a correlação mais próxima e positiva foi entre o Ca^{++} , SB, Na, ISNa, Mg, K, MO, N_{total} , T, t, H+Al e, secundariamente entre Cu, Fe, P, Al^{3+} , Prem, m e Zn. Entre 40-60cm

(Tabela 14), as correlações foram mais negativas, todavia se aproximando mais em um conjunto composto por N_{total} , Mn, Zn, SB, t e V e outro conjunto composto por K, T, H+Al e Cu.

Na profundidade 0-20cm, quando se analisa a (Tabela 12) verifica-se que elementos como o Na^+ e o Ca^+ possuem uma alta correlação (0,711) entre si, o que pode ser devido ao fato de que as amostras analisadas em questão são de um solo ácido que necessita de adição de corretivos de acidez do solo. Tal ação é realizada com elementos básicos como os citados que possuem capacidade de neutralização. A MO e O P-Rem (0,782) também nessa profundidade possuem alta correlação, ou seja, grande possibilidade de reação entre si, uma vez que P possui uma interação muito grande como solo e além disso a constituição química da MO pode ser dada por anéis de carbono, contendo hidrogênio e oxigênio além de grupamentos funcionais como o fósforo. É necessário levar em consideração que, nesse local (MD), a prática da agricultura vem sendo realizada há algumas décadas e a utilização dos fertilizantes fosfatados é uma realidade constante, podendo esse solo estar incorporando o P de forma mais efetiva. O Cobre e o Nitrogênio também detêm uma alta semelhança de correlação (0,732) verificada na Tabela 12, o que pode estar relacionado ao fato de as rochas matrizes possuírem tal elemento, que é facilmente intemperizado e libera íons que reagem facilmente com componentes minerais e orgânicos (VAN RAIJ, 2011). O Al^{3+} e a SB foram detectados como tendo uma alta correlação negativa (-0,202), ou seja, esses elementos possuem divergências de reações entre si. Ainda na profundidade 0-20cm, existem alguns elementos que não se correlacionam com outros como Mg, t, T, V e o Zn.

Na profundidade 20-40cm (Tabela 13) a correlação mais próxima e semelhante que se tem está entre os elementos Zn e P-rem (0,746), o que pode estar ligado ao

fato de o solo ser muito argiloso e o forte intemperismo produzir cátions Zn que são adsorvidos pelos minerais e pela MO.

A soma de bases, CTC, a saturação por bases, a relação Mg e Ca, Ca e Na têm uma relação muito próxima reativa nessa profundidade em virtude das reações entre os elementos ácidos e básicos. Apresentou também uma relação próxima entre a MO e o P-rem como mencionado na profundidade 0-20cm.

As alterações mais fortemente negativas se dá entre a SB e o H+Al (-0,265). No entanto os elementos Ca, Mg, t, T, V, P-rem, Zn não possuíram reações de alta semelhança nem mesmo de divergência com outros elementos e seus valores impossibilitam detectar outras reações.

Ao se analisar a profundidade 40-60cm (Tabela 14) os elementos mais fortemente positivos que possuem uma alta correlação são o Ca e o Na (0,729), o Mg e o Ca (0,983), o t com a SB (0,994), o T com t (0,773), V e o T (0,615) todos esses relacionados, possivelmente, com a correção do solo feita com corretivos de acidez do solo, que são básicos. Já o P-rem e a MO (0,793) também tiveram alta semelhança positiva em decorrência da grande interação do P com o solo e também em virtude da constituição química da MO como mencionado acima. Além disso o Zn e o P-rem (0,746) estão fortemente ligados também nessa profundidade, uma vez que o solo é muito argiloso e as condições de intemperismo facilitam a produção de Zn que são adsorvidos pelos minerais e pela MO.

Nessa profundidade as reações mais fortemente negativas ocorreram entre a SB e o H +Al.

Tabela 12- Análise dos componentes principais (ACP) – M D – 0-20cm

Matriz de Correlação																					
	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	N_total
pH	1	0,507	0,700	0,251	0,743	0,703	-0,154	-0,212	0,742	0,693	0,521	0,770	-0,345	0,251	0,474	0,540	0,381	0,102	0,804	0,366	-0,131
P		1	0,492	-0,020	0,566	0,417	-0,003	0,296	0,541	0,516	0,680	0,462	-0,067	-0,020	0,650	0,880	0,966	0,614	0,689	0,733	0,473
K			1	0,142	0,589	0,520	0,006	0,117	0,590	0,564	0,604	0,577	-0,032	0,142	0,447	0,671	0,281	0,254	0,570	0,557	0,154
Na				1	0,711	0,805	0,817	-0,120	0,727	0,775	0,569	0,706	0,447	1,000	0,498	0,164	0,020	0,369	0,570	0,331	-0,171
Ca ²⁺					1	0,982	0,408	-0,197	0,999	0,995	0,761	0,982	-0,014	0,711	0,664	0,630	0,537	0,385	0,964	0,544	-0,078
Mg ²⁺						1	0,461	-0,249	0,988	0,989	0,716	0,977	0,022	0,805	0,622	0,522	0,395	0,319	0,927	0,457	-0,179
Al ³⁺							1	0,295	0,415	0,496	0,567	0,347	0,811	0,817	0,525	0,165	0,059	0,636	0,237	0,514	0,278
H+Al								1	-0,202	-0,164	0,485	-0,349	0,704	-0,120	0,542	0,437	0,222	0,715	-0,141	0,684	0,877
SB									1	0,996	0,758	0,984	-0,007	0,727	0,659	0,617	0,510	0,374	0,959	0,534	-0,094
t										1	0,780	0,974	0,074	0,775	0,681	0,605	0,492	0,420	0,939	0,561	-0,062
T											1	0,646	0,463	0,569	0,949	0,841	0,603	0,810	0,763	0,932	0,500
V												1	-0,103	0,706	0,543	0,517	0,432	0,254	0,929	0,413	-0,224
m													1	0,447	0,452	0,149	-0,073	0,735	-0,118	0,560	0,541
ISNa														1	0,498	0,164	0,020	0,369	0,570	0,331	-0,171
MO															1	0,782	0,602	0,788	0,694	0,895	0,593
P-Rem																1	0,773	0,686	0,707	0,836	0,452
Zn																	1	0,598	0,655	0,653	0,444
Fe																		1	0,395	0,914	0,694
Mn																			1	0,558	-0,035
Cu																				1	0,732
N_total																					1

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

Tabela 13- Análise dos componentes principais (ACP) – M D – 20-40cm

Matriz de Correlação																					
	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	N_total
pH	1	0,508	0,705	0,298	0,753	0,707	-0,344	-0,333	0,751	0,688	0,451	0,789	-0,534	0,298	0,384	0,420	0,387	-0,095	0,805	0,172	-0,229
P		1	0,504	0,003	0,575	0,431	-0,069	0,229	0,552	0,526	0,669	0,475	-0,143	0,003	0,630	0,846	0,966	0,502	0,695	0,647	0,418
K			1	0,173	0,608	0,539	-0,100	0,034	0,609	0,578	0,583	0,599	-0,182	0,173	0,417	0,621	0,295	0,143	0,590	0,450	0,091
Na				1	0,722	0,812	0,599	-0,172	0,736	0,781	0,553	0,716	0,124	1,000	0,472	0,135	0,038	0,260	0,587	0,252	-0,209
Ca ²⁺					1	0,983	0,217	-0,263	0,999	0,992	0,729	0,982	-0,198	0,722	0,620	0,572	0,543	0,244	0,966	0,424	-0,136
Mg ²⁺						1	0,284	-0,298	0,988	0,988	0,693	0,974	-0,147	0,812	0,588	0,478	0,406	0,203	0,930	0,360	-0,222
Al ³⁺							1	0,419	0,227	0,333	0,506	0,138	0,830	0,599	0,496	0,213	-0,005	0,709	0,077	0,583	0,367
H+Al								1	-0,265	-0,209	0,468	-0,413	0,678	-0,172	0,538	0,455	0,169	0,755	-0,210	0,720	0,885
SB									1	0,994	0,728	0,983	-0,189	0,736	0,617	0,561	0,517	0,237	0,961	0,418	-0,149
t										1	0,762	0,968	-0,089	0,781	0,654	0,567	0,500	0,310	0,939	0,470	-0,103
T											1	0,607	0,310	0,553	0,948	0,838	0,595	0,754	0,732	0,895	0,493
V												1	-0,286	0,716	0,491	0,451	0,442	0,105	0,933	0,283	-0,282
m													1	0,124	0,344	0,202	-0,128	0,731	-0,255	0,576	0,525
ISNa														1	0,472	0,135	0,038	0,260	0,587	0,252	-0,209
MO															1	0,784	0,586	0,754	0,650	0,874	0,594
P-Rem																1	0,746	0,677	0,647	0,829	0,469
Zn																	1	0,499	0,658	0,581	0,398
Fe																		1	0,254	0,922	0,719
Mn																			1	0,439	-0,094
Cu																				1	0,754
N_total																					1

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

Tabela 14 - Análise dos Componentes Principais (ACP) – M D – 40-60cm

Matriz de Correlação																					
	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	N_total
pH	1	0,521	0,713	0,315	0,759	0,714	-0,307	-0,274	0,757	0,696	0,468	0,794	-0,500	0,315	0,405	0,436	0,394	-0,052	0,809	0,207	-0,267
P		1	0,522	0,031	0,592	0,452	-0,034	0,267	0,569	0,545	0,676	0,491	-0,112	0,031	0,645	0,851	0,963	0,523	0,706	0,660	0,297
K			1	0,200	0,627	0,559	-0,056	0,093	0,627	0,599	0,608	0,612	-0,144	0,200	0,449	0,638	0,307	0,191	0,608	0,485	-0,010
Na				1	0,730	0,817	0,610	-0,118	0,744	0,787	0,564	0,723	0,145	1,000	0,490	0,163	0,051	0,289	0,599	0,286	-0,253
Ca ²⁺					1	0,983	0,249	-0,182	0,999	0,993	0,742	0,981	-0,157	0,730	0,641	0,591	0,548	0,288	0,967	0,463	-0,215
Mg ²⁺						1	0,311	-0,222	0,988	0,988	0,704	0,974	-0,111	0,817	0,609	0,500	0,414	0,246	0,933	0,398	-0,283
Al ³⁺							1	0,448	0,258	0,362	0,530	0,164	0,834	0,610	0,519	0,243	0,012	0,721	0,112	0,603	0,248
H+Al								1	-0,186	-0,128	0,524	-0,344	0,686	-0,118	0,572	0,484	0,187	0,773	-0,138	0,744	0,647
SB									1	0,994	0,740	0,982	-0,149	0,744	0,638	0,581	0,522	0,281	0,963	0,456	-0,225
t										1	0,774	0,966	-0,050	0,787	0,674	0,587	0,505	0,352	0,942	0,508	-0,190
T											1	0,616	0,341	0,564	0,944	0,835	0,581	0,773	0,740	0,905	0,247
V												1	-0,255	0,723	0,510	0,468	0,449	0,143	0,934	0,316	-0,321
m													1	0,145	0,368	0,226	-0,112	0,737	-0,215	0,588	0,406
ISNa														1	0,490	0,163	0,051	0,289	0,599	0,286	-0,253
MO															1	0,794	0,587	0,770	0,668	0,882	0,411
P-Rem																1	0,746	0,693	0,662	0,834	0,331
Zn																	1	0,503	0,660	0,578	0,321
Fe																		1	0,294	0,927	0,517
Mn																			1	0,473	-0,171
Cu																				1	0,516
N_total																					1

Em negrito Valores Significativos (exceto a diagonal) ao nível de significância alfa = 0,050 (teste bilateral)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área do Cerrado onde se desenvolveu esta pesquisa tem passado por grandes transformações desde a década de 1960. A expansão da fronteira agrícola impulsionada pelo Governo da época acarretou modificações ao longo do tempo que puderam ser constatadas nas visitas de campo realizadas.

O topo da chapada Uberlândia/Uberaba é um local de grande relevância, por ser uma área que possui sistemas úmidos (murundus e veredas) que atuam, por exemplo, na recarga do lençol freático de importantes rios que abastecem a cidade de Uberlândia/MG.

A expansão do agronegócio impulsionou a invasão de áreas úmidas que deveriam ser consideradas como áreas de preservação permanente, no entanto, a falta de uma legislação rigorosa e específica permitiu que grande parte dessas áreas fosse degradada.

A retirada da vegetação original de Cerrado foi substituída, inicialmente, pela silvicultura e, mais recentemente, pelas *commodities* (soja, milho e feijão) e, como consequência, o uso intenso de produtos agroquímicos (agrotóxicos, fertilizantes e corretivos do solo). Tal situação tem ocorrido não só no bioma do Cerrado, mas, praticamente, em todo o território nacional visando ao aumento da produção e, consequentemente, ao aumento dos lucros de grandes empresas.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar e comparar as concentrações de macro e micronutrientes presentes em duas áreas distintas de murundus no topo da chapada Uberlândia/Uberaba, um drenado (MD) e usado como área de cultivo e um preservado que foi utilizado como referência (MR).

Para que os resultados fossem alcançados de forma que se aproximasse da realidade, foram feitas coletas em duas áreas distintas e em profundidades diferentes. Também foram realizadas análises químicas e físicas do solo, como descrito anteriormente, cujos resultados foram tratados estatisticamente.

Os resultados analíticos permitiram constatar que houve alterações nas concentrações de alguns elementos, quando comparados os solos dos dois murundus (MD) e (MR). As alterações mais significativas foram em relação ao fósforo (P), ao sódio (Na), ao cálcio (Ca), ao magnésio (Mg), a Soma de Bases (SB), a Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (t), a Saturação por Bases (V) e o Índice de Saturação por Sódio (ISNa). O uso dos agroquímicos por um longo período de tempo e em grande quantidade certamente contribuiu para que tais alterações fossem comprovadas. A necessidade de correção (calagem) do solo afetou nas concentrações das bases e a utilização de fertilizantes a base de fósforo alterou-lhe a concentração.

Além da comparação realizada entre os dois murundus (MD) e (MR), foram comparadas as concentrações e possíveis alterações entre as profundidades deles.

Quando comparadas as diferentes profundidades (0-20, 20-40 e 40-60cm), apesar de vários elementos terem apresentado alta correlação positiva, ou seja, semelhanças para reagirem entre si, os elementos que tiveram uma variação estatística significativa foram o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o fósforo (P). Essa variação pode ser justificada, no caso do fósforo, pela adição dos fertilizantes à base deste elemento, uma vez que o solo do Cerrado possui baixas concentrações para esse nutriente. Já os elementos Ca e Mg justificam sua alteração pela adição de produtos corretivos da acidez do solo, haja vista que o solo dessa área é caracterizado como sendo ácido com grande presença de H^+ e Al^+ .

Após todas as análises, foi possível concluir que realmente houve alterações nas concentrações de determinados elementos e tais alterações podem ser relacionadas com a intensa utilização de produtos químicos (agrotóxicos, fertilizantes e corretivos para o solo) no solo do Cerrado.

Diante da situação apresentada na área desta pesquisa, sugerem-se algumas propostas que podem contribuir para amenizar a degradação e/ou diminuir os impactos na área como: o tipo de manejo escolhido (opção pelo plantio direto na tentativa de diminuir impactos físicos e químicos no solo e manutenção do estoque de carbono) e o planejamento e o zoneamento ambiental que vise a amenizar a expansão da agricultura em direção às áreas hidromórficas.

Desta forma, verifica-se que a temática trabalhada nesta pesquisa é de grande relevância científica, uma vez que o tema não possui amplos estudos no Brasil, deixando em aberto a possibilidade de continuação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14. 724, de 17. 03. 2011.** Informação e documentação, trabalhos acadêmicos, apresentação. Válida a partir de 17. 04. 2011. Rio de Janeiro, 2011.
- AB SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1962, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1971. p. 1-11.
- ALCARDE, J. C. **Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo. Simpósio sobre “Acidez e Calagem”**, XV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 1983, p. 11-22, Campinas-SP.
- _____. Contraditória, confusa e polêmica: é a situação do gesso na agricultura. **Informações Agronômicas** Nº41, março/88, p. 1-3. Instituto Brasileiro da Potassa e Fosfato – POTAFÓS – Piracicaba,SP.
- ALCARDE, J. C. Produtos utilizados para a correção da acidez dos solos. **Informações Agronômicas** Nº 34, junho/86, p. 5-9. Instituto Brasileiro da Potassa e Fosfato – POTAFÓS. Piracicaba, SP.
- ALCARDE, J. C. ; PAULINO, V. T. & DENARDIN, J. S. Avaliação da reatividade de corretivos da acidez dos solos. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 13(3):387-392, 1989-b.
- ALVES FILHO, J. P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesse corporativo.** São Paulo: Annablume, 2002.
- ANGHINONI, I. ; MEURER, E. Suprimento de nutrientes pelo solo e sua absorção pelas plantas. In: BISSANI, C. A. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre: Gênese, 2004. 33-42 p.
- ARAÚJO NETO, M. D. ; FURLEY, P. A. ; HARIDASAN, M. ; JOHNSON, C. E.) The murundus of the cerrado region of Central Brazil. **J. trop. Ecol.** 2, p. 17-35, 1986.
- ARAÚJO, N. M. D. **Solos, água e relevo dos campos de murundus na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal.** 1981. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Biologia Vegetal, Universidade de Brasília, Brasília, 1981.
- ARROS, J. D. de S. **Estoques de carbono em solos dos Tabuleiros Costeiros Paraibanos: diferenças entre ambientes.** 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2011.
- BAI, J. ; HUANG L. ; YAN D. ; WANG, Q. ; GAO, H. ; XIAO, R. ; HUANG. C. Contamination characteristics of heavy metals in wetland soils along a tidal ditch of the Yellow River Estuary, China. **Stoch Environ Res Risk Assess** v. 25, p. 671–676, 2011.

BALL, B. C. ; BATEY, T. ; MUNKHOLM, L. J. Field assessment of soil structural quality: A development of Peerkamp test. **Soil Use and Management**, v. 23, p. 329-337, 2007.

____ DOUGLAS, J. T. A simple procedure for assessing soil structural, rooting and surface conditions. **Soil Use and Management**. v. 19, p. 53-56, 2003.

BAVER, L. D. ; GARDNER, W. H. ; GARDENER, W. R. **Física de suelos**. México: C. R. A. T. / A. I. D., 1973. 529p.

BEDIN, I. ; FURTINI, A. E. ; RESENDE, A. V. ; FAQUIN, V. ; TOKURA, A. M. & SANTOS, J. Z. L. Fertilizantes fosfatados e produção da soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 639-646, 2003.

BEHRENDT, H. **Changes in nonpoint nutrient loading into European freshwaters**: trends and consequences since 1950 and not-impossible changes until ~080. Report no. WP-88-000. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis.

BENATTI JÚNIOR, R., FRANÇA, G. V., MOREIRA, C. A. **Manejo convencional e reduzido em quatro tipos de solos na cultura do milho em São Paulo**. Campinas : Fundação Cargill, 1983. 68p.

BENNETT, C. G. S. *et al.*, Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 829-838, 2011.

BERTOL, I. **Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo**. 1995. 185p. Tese. (Doutorado em Ciência do Solo) – Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. In: **RA'EGA**. Curitiba, n. 8, UFPR, 2004, p. 141-152.

BISPO, F. H. A. ; SILVA, A. C. ; TORRADO, P. V. . HIGHLANDS OF THE UPPER JEQUITINHONHA VALLEY, BRAZIL I – Characterization and classification. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, 2011 pp1069-1080.

BOMBARDI, L. M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. In: **Boletim Dataluta. NERA – Núcleo de Estudos, Pesquisas e Projetos de Reforma Agrária**. Presidente Prudente, Setembro de 2011, p. 1–21.

BOUMA, J. ; McBRATNEY A. Framing soils as an actor when dealing with wicked environmental problems. **Geoderma**, v. 200-201, p. 130-13, 2013.

BOYTON, R. S. **Chemistry and technology of lime and limestone**. Interscience Publishers, New York, 1966. 520p.

BRAGA G. N. M, **A Acidez do Solo - Ativa e Potencial** Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/acidez-do-solo-ativa-e-potencial.html>>. Acessado em: 19 jun. 2014.

BRASIL. **Estratégia de atuação da vigilância em saúde na exposição humana a agrotóxicos**. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador: Brasília, 2013. Disponível em: <http://pisast.saude.gov.br:8080/pisast/saudeambiental/vigiagua/eventos/reuniao-anual-do-programa-nacional-de-vigilancia-da-qualidade-da-agua-para-consumo-humano.pdf>. Acesso em: 01/11/14

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 10 de 06 de mai. De 2004**. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/instrucoes_normativas/in_10_06_MAI_2004.pdf. Acessado em: 07 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura: **Inspeção e Fiscalização da Produção e do Comércio de Fertilizantes, Corretivos, Inoculantes, Estimulantes e Biofertilizantes destinados à agricultura** - Legislação e Fiscalização. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Divisão de Corretivos e Fertilizantes, 1982. 88p.

_____. Ministério da Cultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário Estatístico da Agroenergia 2012**. 2012. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia_web_2012.pdf. Acessado em 01/11/2014.

_____. Ministério da Cultura, Pecuária e Abastecimento: **Anuário Estatístico da Agroenergia 2012**. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia_web_2012.pdf. Acessado em: 11 mai. 2013.

BRINSON, M. M. ; MALVÁREZ, A. I. (2002): Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. **-Environmental Conservation** 29(2): 115-133.

CALEGARI, A. ; MONDARDO, A. ; BULISANI, E. A. ; WILDNER, L. P. ; COSTA, M. B. B. ; ALCÂNTARA, P. B. ; MIYASAKA, S. ; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CAMARGO, O. A. **Reações e interações de micronutrientes no solo**. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/micronutrientes/Index.htm. Acesso em: 3/11/2014.

CANELLAS, L. P. ; MENDONÇA, E. S. ; DOBBS, L. B. ; BALDOTTO, M. A. ; VELLOSO, A. C. X. ; SANTOS, G. A. ; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Reações da Matéria Orgânica do Solo. In: Santos, G. A. ; Silva, L. S. da; Canellas, L. P. ; Camargo, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da Matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 Ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 45-64p.

CENTURION, J. F. ; CARDOSO, J. P. ; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 254- 258, 2001.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do solo**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/Informa??es-B?sicas/3-Propriedades.>>. Acesso 26/08/13.

CLEPS JR., J. Concentração de poder no Agronegócio e (des)territorialização: os impactos da expansão recente do capital sucroalcooleiro no Triângulo Mineiro. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia n. 31, v. 10, set. 2009.

COLLI, G. R. ; BASTOS, R. P. ; ARAÚJO, A. B. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: Oliveira, P. S., Marquis, R. J. (Eds.), **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York, pp. 223–241, 2002.

CORRÊA, G. F. **Les microreliefs “murundus” et leur environnement pédologique dans l’ouest du Minas Gerais, région du plateau central Brésilien**. Vandoeuvre-les-Nancy, Université de Nancy I, 1989. 144p. PhD Thesis. Tese de Doutorado.

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

COSTA, F. P. M. **Utilização de sistemas de informação geográfica na identificação de áreas vulneráveis à contaminação do lençol freático: o caso da bacia do alto e médio curso do Rio Uberabinha – MG**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

COUTINHO, L. M. O bioma Cerrado. In: WARNING, E. **O Cerrado Brasileiro: um século depois**. São Paulo: USP, 2002, 156 p.

COWARDIN, I. M. ; CARTER, V. ; GOLET, F. C. ; LAROE, E. T. **Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States**. -US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D. C. : 131 p, 1979.

CROPLIFE INTERNATIONAL. Disponível em <<http://www.croplife.org/>> Acesso em 04 out. 2013

CUNHA, C. N. **Estudos florísticos e fitofisionômicos das principais formações arbóreas do pantanal de Poconé-MT**. 1990, 151 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil, 1990.

DALLA ROSA, A. **Práticas mecânicas e culturais na recuperação física de solos degradados pelo cultivo no solo Santo Ângelo (Latossolo Roxo distrófico)**. 1981. 138p. Dissertação. (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1981.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C. A. **Methods of soil analysis**. Madison: ASA, 1965. v. 1, p. 545-566.

DIAS JUNIOR, M. de; MIRANDA, E. E. V. de. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). **Ciência Agrotecnica**, Lavras. v. 24. n. 2, p. 337-346. 2000.

DROZDOWICZ, A. Bactérias do solo. IN: VARGAS, M. A. T. ; HUNGRIA, M. **Biologia dos Solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997.

EITEN, G., Brazilian "savannas". In: Huntley, B. J., Walker, B. H. (Eds.), **Ecological studies, ecology of tropical savannas**, Springer-Verlag, New York, vol. 42, p. 25–47, 1982.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006.

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa esquemático das regiões Norte, Meio Norte e Centro-Oeste do Brasil**. Rio de Janeiro, 1975. 535 p. (Boletim de pesquisa, 17).

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. (Boletim de pesquisa, 1).

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

ERHARDT, E. J. ; FINGER, C. A. G. ; LONGHI, S. J. & SCHUMACHER, M. V. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria augustifolia* (Bert.) O. Ktze., baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. **Ci. Rural**, 11:41-57, 2001.

FELLER, C. ; FRITSCH, E. ; POSS, R. ; VALENTIN, C. (1991). **Effects de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques quelques sols ferrugineux et ferralitiques (Afrique de l'Ouest, en particulier)**. Cah. ORSTOM, sér. Pédologie, 26, 25-36.

FOLEY, J. A. Global consequences of land use. **Science** v. 309, p. 570–574 2005.

GABRIEL FILHO, A. ; PESSOA, A. C. S. ; STROHHAECKER, L. ; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GIAROLA, N. F. B. ; SILVA, A. P. ; TORMENA, C. A. ; BALL, B. ; ROSA, J. A. Visual soil structure quality assessment on Oxisols under no-tillage system. **Scientia Agrícola**, v. 67, p. 479-482, 2010.

GODEFROY, J. ; JACQUIN, F. Relation entre la stabilité structurale des sols cultivés et les apports organiques en conditions tropicales; comparasion avec les sols forestiers. **Fruits**, Paris, v. 30, p. 595-612, 1975.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Uberabinha–Uberlândia – MG**. 2009, 159f. Dissertação (Mestrado), Programa De Pós – Graduação Em Tecnologia Dos Processos Químicos E Bioquímicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GUIMARÃES, C. M. ; STONE, L. F. ; MOREIRA, A. A. J. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 213-218, 2002.

HERNANI, L. C. ; SALTON, J. C. ; FABRÍCIO, A. C. ; DEDECEK, R. ; ALVES JR., M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira Ciência do Solo** , Viçosa, v. 21, p. 667-676, 1997

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York: Academic press, 1980. 213 p.

HODGSON, J. F. **Chemistry of the micronutrient elements in soils**. Advances in Agronomy, New York, 15:119-59,1963.

IBGE - Manual Técnico de Pedologia. Manuais Técnicos em Geociências nº 4. 2ª edição. Disponível em: [ftp://geoftp. ibge. gov. br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_pedologia. pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_pedologia.pdf). Acesso: 11/02/2015

_____ **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2012**.

Disponível em<[ftp://geoftp. ibge. gov. br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012. pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf)> Acesso em 01/11/14.

INDA, J. R. A. V. ; KLAMT, E. ; NASCIMENTO, P. C. Composição da fase sólida mineral do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 35-72.

JEPSON, W. Private agricultural colonization on a Brazilian frontier, 1970 e 1980. **Journal of Historical Geography**, v. 32, p. 839–863, 2006.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KLINK, C. A. ; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**,1(1), p. 147-155, 2005.

KLINK, C. A., Machado, R. B., 2005. **Conservation of the Brazilian Cerrado**. Conservation Biology 19, 707–713.

_____ Moreira, A. G., Past and current human occupation, and land use. In: Oliveira, P. S., Marquis, R. J. (Eds.), **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York, 2002, pp. 69–88.

KLUG, H. P. ; ALEXANDER, L. E. **X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials**. New York: J. Wiley & Sons, 1974. 716 p.

LAAR, A. Biomass parameters in studies of the effect of site and silviculture on production. In: IUFRO World Congress. **Proceedings. Kyto**, 1981. p. 120-124. 1981.

LEAL, J. R., Velloso, A. C. Adsorção de fosfato em latossolos sob vegetação de cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Sér. Agron., 8:81-88. 1973

LIMA, C. L. R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. 70f. Tese (Doutorado) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

LIMPOS, P. **Transgêneros Puxam Venda de Agrotóxicos**. Disponível em: <<http://pratoslimpos.org.br/?p=4532#more-4532>>.

LINDSTROM, W. J. ; SCHUMACHER, T. E. ; COGO, N. P. ; BLECHA, M. L. Tillage effects on water runoff and soil erosion after sod. **Journal of Soil Water Conservation**, Ankeny, v. 53, p. 59-63, 1998

MACHADO, R. B. ; RAMOS NETO, M. B. ; PEREIRA, P. ; CALDAS, E. ; GONÇALVES, D. ; SANTOS, N. ; TABOR, K., STEININGER, M.,. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservation International**, Brasília, 2004.

MAGALHÃES, M. A. S., **Exposição a Agrotóxicos na Atividade Agrícola: um estudo de percepção de riscos à saúde dos trabalhadores rurais no distrito de pau Deferro-Salgueiro-PE**. 2010. 67f. Dissertação (Mestrado), Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

MALTCHIK, L., Costa, M. A. J. & Duarte, M. C. D. Inventory of Brazilian semiarid shallow lakes. -**Anais da Academia Brasileira de Ciencias** 71: 801-808, 1999.

_____ Costa, E. S., Becker, C. G. & Oliveira, A E. Inventory of wetlands of Rio Grande do Sul (Brazil). -**Pesquisas: Botânica** 53: 89-100, 2003.

_____ ROLON, A S. ; GUADAGNINI, D. L. ; STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities. **Acta Limnologica Brasiliensia** 16(2):137-151, 2004.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos. São Paulo: Produquímica, 1994. 153p.

_____ **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. 3. ed. São Paulo, Ceres, 1981. 595p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Fertilizantes** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/fertilizantes>> Acessado em: 02 nov. 2014.

_____. Zoneamento Agrícola, Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> . Acesso em:10/01/2015.

_____. **Anuário Estatístico da Agroenergia 2012**. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia_web_2012.pdf>. Acessado em: 02 nov. 2014.

MATIZA T. Wetlands in Zimbabwe: an overview. In: MATIZA T, CRAFTER SA (eds). Wetlands Ecology and Priorities for Conservation in Zimbabwe: **Proceedings of a Seminar on Wetlands Ecology and Priorities for Conservation in Zimbabwe**, Hare Kentucky Airport Hotel, 1992, 170p.

MATTHEWS E, FUNG I. Methane emissions from natural wetlands: global distribution, area, and environmental characteristics of sources. **Glob. Biogeochem. Cycles** 1:61–86, 1987.

MEIRELLES,M. L. ; FRANCO,A. C. ; Ferreira,E. A. B. . Dinâmica do Carbono em área úmida do Cerrado. IN: LIMA,M. A. et. al. . **Estoques de Carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira**. Brasília,DF: Embrapa, 2012.

MELO, D. R. ; ESPINDOLA, C. R. As veredas nos planaltos de Buritizeiro/MG: Estágio atual dos conhecimentos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais. . .** Goiânia: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CC0QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.labogef.iesa.ufg.br%2Flinks%2Fsinageo%2Farticles%2F009.pdf&ei=j79EUOyzD8Lb0QHbrlC4Cw&usq=AFQjCNH-dOtVB6u9T1Sx85LXJP97wngTlg>>. Acesso em: 03 set. 2012.

MELO, V. F. ; WYPYCH, F. ; CAULINITA; HALOISITA. In: MELO, V. F., ALLEONI, L. R. F. (Eds). **Química e Mineralogia dos Solos, Parte I**. SBCS, Viçosa, p. 427-504, 2009.

MEROTTO, A. J. ; MUNDSTOCK, C. M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 197-202, 1999

MIRANDA, L. N. de; VOLKWEISS, S. J. Relações entre a resposta da soja à adubação fosfatada e alguns parâmetros do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 58-63, 1981.

MITSCH, W., GOSSELINK, J., **Wetlands** . The IUCN Wetlands Programme. Published by IUCN, Switzerland, pp 3-10 (2007), Wiley, New York.

MITSCH, W. J. ;GOSSELINK, J. G. (2008): **Wetlands**. - John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey: 582pp.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

MOSER, M. PRENTICE, C., Frazier S. 1996. **A global overview of wetland loss and degradation**. Disponível em: <http://www.ramsar.org/about/wetland_loss.htm>. Acessado em: 23 mai. 2014.

MOTTA, P. E., *et al.* Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 869-878, jun. 2002.

MUZILLI, O. Princípios e perspectiva de expansão. In: _____. **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 11-17. (IAPAR. Circular técnica, 23).

MYERS, N. ; MITTERMEIER, R. A. ; MITTERMEIER, C. G. ; FONSECA, G. A. B. ; KENT, J., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 853–858, 2000.

OLIVEIRA, A. T. Floodplain 'murundus' of Central Brazil: evidence for the termite-origin hypothesis. **J. trop. Ecol.** v. 8, p. 1-19, 1992.

OLIVEIRA, D. A. **As áreas de preservação permanente em topo de chapada e a adequação à legislação ambiental**. Dissertação de Mestrado, Uberlândia, 2013.

_____. ROSOLEN, V. - Os Sistemas Úmidos na Paisagem de Chapada, o Uso da Terra e Desafios da Preservação Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, nº 2, p. 221-230, 2014.

OLIVEIRA, I. P., COSTA, K. A. P., SANTOS, K. J. G., MOREIRA, F. P. Considerações Sobre a Acidez dos Solos de Cerrado. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 1, p. 01-12, ago. 2005.

_____. (Org.). Econ. Co-op. Dev. /World Conserv. Union (IUCN). Guidelines for Aid Agencies for Improved Conservation and Sustainable Use of Tropical and Sub-Tropical Wetlands. **Paris: Organ. Econ. Co-op. Dev.** 1996

PANDA, U. R. P. ; BRAMHA, S. ; SAHU, K. C. Application of factor analysis in geochemical speciation of heavy metals in the sediments of a Lake System-Chilika (India): a case study. **J Coast Res.** v. 26, p. 860–868, 2010.

PELAEZ, V., SILVA. R. L, ARAÚJO, E. B. Regulation of pesticides: A comparative analysis. **Science and Public Policy**. Disponível em: <<http://spp.oxfordjournals.org/content/early/2013/04/03/scipol.sct020.abstract>>. Acessado em: 01 nov. 2014.

_____. SILVA, L. R. ; ARAÚJO, E. B. **Regulation of pesticides: a comparative analysis**. Universidade do Paraná, Paraná. 2011. Disponível em <<http://spp.oxfordjournals.org/content/early/2013/04/03/scipol.sct020.abstract>> Acessado em: 04 out. 2013.

_____. TERRA, F. H. B; SILVA, L. R. . **A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente**. Artigo apresentado no XIV Encontro Nacional de Economia Política / Sociedade Brasileira de Economia Política - São Paulo/SP, de 09/06/2009 a 12/06/2009. 22 p. Disponível em: <<http://www.sep.org>>.

br/artigo/1521_b91605d431331313c8d7e1098bb1dd34. pdf>. Acessado em: 13 out. 2014.

PESSÔA, V. L. S. **Ação do Estado e as Transformações Agrárias no Cerrado das Zonas de Paracatu e Alto Paranaíba – MG**. 1988. 251f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1988.

PONCE, V. M. ; CUNHA, C. N. Vegetated Earthmounds in Tropical Savannas of Central Brazil: A Synthesis: With Special Reference to the Pantanal do Mato Grosso. **Journal of Biogeography**, Vol. 20, No. 2, p. 219-225, 1993.

QUEIROZ, A. T. **Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica nos alto e médio curso do Rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. 2012. 138 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Geografia, Departamento de Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <[http://www.ppgeo.ig.ufu.br/sites/ppgeo.ig.ufu.br/files/Anexos/Boo page/Arlei%20Teodoro%20de%20Queiroz. pdf](http://www.ppgeo.ig.ufu.br/sites/ppgeo.ig.ufu.br/files/Anexos/Boo%20page/Arlei%20Teodoro%20de%20Queiroz.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Potafós, 1991. 343p.

RAMSAR. 1982. **The Convention on Wet-lands text**. <http://www.ramsar.org/keyconve.htm>

RAMOS, M. V. V. ; CURI,N. ; MOTTA,P. E. F.; VITORINO, A. C. T.; Ferreira, M. M.; SILVA, M. L. N. Veredas do Triângulo Mineiro: Solos, água e uso. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 3,n. 2, p. 283-293, 2006.

RANDHAWA, N. S.; BROADBENT, F. E. Soil organic matter-metal complexes: 5. Reactions of zinc with model compounds and humic acid. **Soil Science**, Baltimore, 99: p. 295-300,1965.

REATTO, A.*et al.* Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, Sueli Makitoet al. (Comp.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa, 2008. Cap. 5, p. 107-149.

REDFORD, K. H., FONSECA, G. A. B. The role of gallery forest in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropica** Vol. 18, No. 2, p. 126–135, 1986.

REICHARDT, K. ; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações**. Barueri: Manole, 2004, 478 p.

RESENDE, M. ; REZENDE, S. B. ; CARMO, D. N. **Roteiro pedológico I**. Viçosa: UFV, 1985.

RESENDE, T. M. **Conversão de uso e potencial de estoque do carbono nos diferentes usos do solo e cobertura vegetal na bacia do ribeirão Bom Jardim no Triângulo Mineiro (MG)**. 142f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós

Graduação em Geografia, Departamento de Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Cap. VI IN: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado Ecologia e Flora**, Embrapa Cerrado. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica 2008. 406 p

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de; RIBEIRO, José Felipe (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa, 2008. Cap. 6, p. 151-212.

RIBON, A. A. e TAVARES FILHO, J. Models for the estimation of the physical quality of a Yellow Red Latosol (Oxisol) under pasture. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 1, pp. 25-31. 2004.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Preparo convencional**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html> Acesso em: 03 de jan. 2015.

SANTOS, F. C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 32, n. 5, 2008.

SCHAEFER, C. E. R. ; SILVA, D. D. ; PAIVA, K. W. N. ; PRUSKI, F. F. ; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. ; ALBUQUERQUE, M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 669-678, 2002

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

SCHNITZER, M. & SKINNER, S. I. M. Organo metallic interactions in soils: 5. Stability constants of Cu⁺⁺-, Fe⁺⁺-, and Zn⁺⁺- fulvic acid complexes. **Soil Science**, Baltimore, v. 102, p. 361-365, 1966.

SCOTT, D. A. ; JONES, T. A. Classification and inventory of wetlands: A global overview. **Vegetatio**. v. 118, p. 3-16. 1995.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 399-406, 2004

SILVA, J. C.; WENDLING, B., CAMARGO, R., MENDONÇA, L. B. P., M. C. M. FREITAS M. C., Análise comparativa entre os sistemas de preparo do solo: aspectos técnicos e econômicos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol. 7, N. 12; 2011 Pág1-11.

SOARES, Â. M. **A dinâmica hidrológica na bacia do alto curso do Rio Uberabinha - Minas Gerais**. 2008. 227f. Tese (Doutorado) – Pós-Grauação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

STEVENSON, F. J.; ARDAKANI, M. S. Organic matter reactions involving micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J. ; GIORDANO, P. M. ; LINDSAY, W. L., ed. **Micronutrients in agriculture**. Madison, Soil Science Society of America, p. 79-114. 1972.

TILMAN, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**. v. 292, p. 281–284. 2001.

TINER, R. W. 1999. **Wetland Indicators: A Guide to Wetland Identification, Delineation, Classification, and Mapping**. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, FL. 392 pp

TISDALE, S. L. ; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil Fertility and Fertilizers**. 4th ed. Macmillan Publishing Co., New York. 1985, 754p.

TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B. ; MELFI, A. J. . Intemperismo e formação do solo. In: TEIXEIRA, Wilson et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. Cap. 8, p. 139-166.

TOGNON, A. A., DEMATTE, J. L. I. e DEMATTE, J. A. M. Teor e distribuição da matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta amazônica e dos cerrados do Brasil central. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3,p. 343-354, 1998.

TORMENA, C. A. ; SILVA, A. P. ; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 573-581, 1998.

USA. **The United States Department of Agriculture (USDA)** Disponível em <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>> Acesso em 04 out. 2013

VELASCO, L. O. M. ; CAPANEMA, L. X. L., O Setor de Agroquímicos. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 24, p. 69-96. 2006.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 873-882, 1984.

WHITING, G. J.; CHANTON, J. P. Greenhouse carbon balance of wetlands: methane emission versus carbon sequestration, **Tellus (series B)**, v. 53, n. 3, 2001 pp 521-528.

WÜRSCHÉ, W.; DENARDIN, L. E. Conservação e manejo dos solos - I. Planalto Rio-grandense. Considerações gerais. **Circular Técnica Nacional de Pesquisa do Trigo**, Passo Fundo, n. 2, p. 1-20. 1980.

ANEXOS

Anexo 1 Resolução sobre Uso Sustentável e Proteção da brasileira Wetlands

Wolfgang Junk

9ª Reunião INTECOL em Columbus-Ohio 2012: Resolução sobre Uso Sustentável e Proteção da brasileira Wetlands Wolfgang Junk.

Paulo Teixeira de Souza Jr., Catia Nunes da Cunha, Maria Teresa Fernandez Piedade, Florian Wittmann, Jochen Schöngart, Ângelo Antonio Agostinho, Claudia Costa Bonecker, Horácio Ferreira Júlio Junior.

* Considerando que, as zonas húmidas cobrir cerca de 20% do Brasil;

* Considerando que, a mudança climática está alterando a temperatura, ciclos hidrológicos, e do nível do mar, que são influências fundamentais em processos de zonas húmidas, e pode até mesmo definir a sua existência;

* Considerando que, a importância das zonas húmidas é amplamente reconhecido para os produtos e serviços que prestam aos seres humanos, e como pontos quentes da biodiversidade global;

* Considerando que, muitas pessoas no Brasil dependem de zonas húmidas para a sua subsistência e abastecimento de água;

* Considerando que, a agricultura brasileira e do desenvolvimento industrial está se expandindo rapidamente, e diretamente e indiretamente afetando grandes áreas de terras úmidas anteriormente intactas;

Seja resolvido pelos participantes da 9ª Conferência Internacional INTECOL Wetland, a Society of Wetland Cientistas Reunião Anual, e da Conferência Restauração Greater Everglades Ecosystem que:

1) zonas húmidas devem ser incluídos como ecossistemas específicos nas leis e regulamentos brasileiros;

2) Os projectos devem ser concebidos e apoiou a incluir estoques de áreas úmidas e classificação;

3) zonas húmidas deve ser dada especial atenção na discussão em curso sobre a gestão dos ecossistemas e proteção.

Nomes populares em ordem alfabética para os diferentes tipos de AUs brasileiras e sua caracterização.