

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

**IMPACTO DA EXPANSÃO URBANA SOBRE A BACIA DO CÓRREGO
DAS GUARIBAS, SETOR SUDOESTE DA CIDADE DE UBERLÂNDIA –
MG: UMA ANÁLISE DE SUA VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

Erich VectorePavanin

Uberlândia

2014

ERICH VECTORE PAVANIN

**IMPACTO DA EXPANSÃO URBANA SOBRE A BACIA DO CÓRREGO
DAS GUARIBAS, SETOR SUDOESTE DA CIDADE DE UBERLÂNDIA –
MG: UMA ANÁLISE DE SUA VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

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

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território

Orientador: Prof. Dr. Luiz Nishiyama

Uberlândia
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P337i Pavanin, Erich Vectore.
2014 Impacto da expansão urbana sobre a Bacia do Córrego das Guaribas,
setor sudoeste da cidade de Uberlândia-MG: uma análise de sua
vulnerabilidade ambiental / Erich Vectore Pavanin. ó 2014.
143 f. : il.

Orientador: Luiz Nishiyama.
Dissertação (mestrado) ó Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Bacias hidrográficas - Uberlândia (MG) - Teses.
3. Córrego das Guaribas (Uberlândia, MG) - Teses. I. Nishiyama, Luiz. II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

Erich Vectore Pavanin

**IMPACTO DA EXPANSÃO URBANA SOBRE A BACIA DO CÓRREGO DAS
GUARIBAS, SETOR SUDOESTE DA CIDADE DE UBERLÂNDIA – MG: UMA
ANÁLISE DE SUA VULNERABILIDADE AMBIENTAL.**

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luiz Nishiyama (Orientador)

Prof. Dr. João Donizete Lima

Prof. Dr. Heitor Siqueira Sayeg

Resultado: _____

____ / ____ / 2014

**"Não vês que somos viajantes?
E tu me perguntas:
Que é viajar?
Eu respondo com uma palavra: é avançar!
Experimentais isto em ti
Que nunca te satisfaças com aquilo que és.
Para que sejas um dia aquilo que ainda não és.
Avança sempre! Não fiques parado no caminho".
Santo Agostinho**

Agradecimentos

A execução de um estudo, muitas vezes pensado individualmente, só é possível quando é devidamente compartilhado e acolhido pela generosidade humana. Assim, gostaria de agradecer especialmente:

Ao Prof. Dr. Luiz Nishiyama, orientador deste estudo, que contribuiu de diversas maneiras para a execução e finalização desse estudo.

Aos meus pais, Luiz Alfredo e Celia e a minha irmã Thaís, que sempre me apoiaram em minhas escolhas.

A memória de minha querida avó Amélia, que sempre torceu pelo meu sucesso.

A amiga e colega Maria Lígia pela importante parceria na construção dos mapas utilizados no estudo.

Ao Instituto de Geografia/UFU por oferecer as condições para o desenvolvimento deste estudo.

A Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de fazer uma Pós-graduação em uma universidade pública de qualidade.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram com este estudo, os meus agradecimentos.

RESUMO

Esse estudo teve como objetivo caracterizar e definir os graus de vulnerabilidade ambiental, causados pela expansão urbana na Bacia Hidrográfica do Córrego das Guaribas, em Uberlândia-MG. Em um primeiro momento, identificamos os atributos físicos da bacia, por meio de análise de imagens de satélites e visitas ao local, além de definir a dinâmica do uso e ocupação das terras, de modo a permitir a avaliação da existência de conformidade do uso com a legislação ambiental e com o tipo de relevo, materiais rochosos e solos encontrados dentro da área da bacia. A bacia abrange parte da área urbana e rural de Uberlândia - MG. A análise do uso da terra nos anos de 1979, 1997, 2007, 2009, 2011 e 2013 indicou que a vegetação natural perdeu espaço inicialmente para a agricultura e, posteriormente a agricultura perdeu espaço para a pastagem, sendo que esta representa o tipo de uso e ocupação predominante dentro do limite da bacia na atualidade. No que se refere à expansão urbana, foi possível verificar que desde 1979, algumas áreas da bacia, já estavam sendo preparadas para esse tipo de uso; em 1997 a ocupação urbana passou a ser o terceiro tipo de uso e ocupação do solo mais identificado dentro da área da bacia e, o segundo, a partir de 2007. Os mapas de vulnerabilidade ambiental indicaram que, no geral, a bacia do Córrego das Guaribas, considerando as suas várias características naturais, apresenta uma predisposição a níveis de vulnerabilidade relativamente altos, os quais foram intensificados com a presença humana próxima ao córrego.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Vulnerabilidade Ambiental, Córrego das Guaribas.

ABSTRACT

This study was carried out to characterize and define the degree of environmental vulnerability, caused by urban sprawl in the watershed of the stream Guaribas in Uberlândia - MG. At first, we identify the physical attributes of the basin, through analysis of satellite images and field visits, as well as defining the dynamics of the use and occupation of land, to enable the assessment of whether the use of compliance with the environment and the type of relief, soils and rock materials found within the basin area legislation. The basin covers part of the urban and rural area of Uberlândia - MG. The analysis of land use in the years 1979, 1997, 2007, 2009, 2011 and 2013 indicated that the natural vegetation lost ground initially for agriculture and later agriculture has lost ground for grazing, and this is the type of use and predominant occupation within the limits of the basin today. With regard to urban sprawl , we found that since 1979 , some areas of the basin , were already being prepared for such use; in 1997 the urban occupation became the third type of use and occupation of most identified soil within the basin area and the second , from 2007. Environmental vulnerability maps indicated that, overall, the basin of the stream of howlers, with its distinctive natural features, has a predisposition to relatively high levels of vulnerability, which were intensified by human presence near the stream.

Keywords: Hydrographic Basin, Environmental Vulnerability, Stream of Guaribas.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. URBANIZAÇÃO LATINO AMERICANA E NO BRASIL.....	15
1.2. URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE UBERLÂNDIA.....	18
2. IMPACTO AMBIENTAL E QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	23
3. VULNERABILIDADE AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	33
4. ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DA BACIA HIDROGRÁFICA E NORMATIZAÇÕES PARA QUALIDADE DA ÁGUA.....	39
5. MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA: ASPECTOS GEOGRÁFICOS E CARACTERIZAÇÃO DE SUA HIDROLOGIA.....	46
6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	65
6.1. MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO.....	65
6.2. MAPA DE VULNERABILIDADE.....	67
6.3. ANÁLISES QUÍMICAS.....	80
7. RESULTADOS.....	90
7.1 MAPAS DE USO E OUPAÇÃO.....	100
7.1.1 Uso e Ocupação 1979.....	100
7.1.2 Uso e Ocupação 1997.....	104
7.1.3 Uso e Ocupação 2007.....	107
7.1.4 Uso e Ocupação 2011.....	110
7.1.5 Uso e Ocupação 2013.....	113
7.2 MAPA DE VULNERABILIDADE A EROSÃO.....	120
7.3 MAPA DE VULNERABILIDADE A CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DA ÁGUA.....	123
7.4 ANÁLISES QUÍMICAS.....	126
7.4.1 pH.....	127

7.4.2	DQO.....	128
7.4.3	DBO.....	128
7.4.4	Óleos e Graxas.....	129
7.4.5	Coliformes Termotolerantes a 45°C.....	130
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
9.	REFERÊNCIAS.....	136

Lista de imagens

Figura 1: Mapa de localização do Município de Uberlândia – MG.....	46
Figura 2: Unidades Geomorfológicas do Município de Uberlândia.....	49
Figura 3: Mapa Geológico simplificado Triângulo Mineiro.....	52
Figura 4: Unidades do solo do Município de Uberlândia.....	55
Figura 5: Localização da Bacia do Rio Uberabinha a montante de Uberlândia.....	57
Figura 6: Mapa de localização da área urbana de Uberlândia – MG e dos principais córregos do município.....	59
Figura 7: Córrego das Guaribas.....	61
Figura 8: Localização dos Bairros Jardim Canaã, Jardim Holanda, Jardim das Palmeiras e Nova Uberlândia na cidade de Uberlândia.....	63
Figura 9: Mapa de declividade.....	70
Figura 10: Mapa do material inconsolidado.....	74
Figura 11: Mapa da profundidade do nível de água.....	75
Figura 12: Pontos de coleta de amostras d’água no Córrego das Guaribas.....	81
Figura 13: Primeiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	82
Figura 14: Primeiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	83
Figura 15: Primeiro ponto de coleta no dia 19/10/2013.....	83
Figura 16: Segundo ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	84
Figura 17: Segundo ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	85
Figura 18: Segundo ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	85
Figura 19: Terceiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	86
Figura 20: Terceiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	87
Figura 21: Terceiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.....	87
Figura 22: Terceiro ponto de coleta no dia 19/10/2013. Terreno preparado para o recebimento de maquinas e equipamentos para construção de uma ponte sobre o Rio Uberabinha.....	88
Figura 23: Terceiro ponto de coleta no dia 19/10/2013. Terreno preparado para o recebimento de maquinas e equipamentos para construção de uma ponte sobre o Rio Uberabinha.....	88
Figura 24: Terceiro ponto de coleta no dia 19/10/2013. Ponte sendo construída sobre o Rio Uberabinha.....	89
Figura 25: Programa “Minha Casa, Minha Vida” no Bairro Jardim Canaã.....	90
Figura 26: Programa “Minha Casa, Minha Vida” no Bairro Jardim Canaã.....	91
Figura 27: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária.....	91
Figura 28: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária nota-se a infraestrutura urbana e ao fundo, fazenda de criação bovina na zona rural de Uberlândia.....	92
Figura 29: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária.....	92
Figura 30: Casa construída de forma irregular invadindo a área de APP.....	93
Figura 31: Casa construída de forma irregular invadindo a área de APP.....	94
Figura 32: Casa construída de forma irregular invadindo a área de APP.....	94
Figura 33: Loteamento construído de forma irregular invadindo a área de APP.....	95

Figura 34: Casa construída de forma irregular com a presença de animais de médio porte, no interior da área de APP.....	95
Figura 35: Loteamento construído de forma irregular invadindo a área de APP, entretanto, nota-se que já existe toda a infraestrutura urbana instalada pelos órgãos públicos municipais e estaduais.....	96
Figura 36: Criação de animais de forma ilegal dentro da área de APP.....	96
Figura 37: Criação de animais de forma ilegal dentro da área de APP, resultado de uma possível falta de fiscalização e punição dos proprietários dos animais por parte dos órgãos públicos responsáveis por manter a ordem publica.....	97
Figura 38: Placa indicando a proibição da entrada de animais.....	97
Figura 39: Cultura sendo irrigada por aspersão.....	98
Figura 40: Criação de animais nas proximidades do córrego.....	99
Figura 41: Mapa de Uso e Ocupação 1979.....	101
Figura 42: Mapa de Uso e Ocupação 1997.....	105
Figura 43: Mapa de Uso e Ocupação 2007.....	108
Figura 44: Mapa de Uso e Ocupação 2011.....	111
Figura 45: Mapa de Uso e Ocupação 2013.....	114
Figura 46: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária.....	116
Figura 47: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária.....	116
Figura 48: Local utilizado para a pecuária.....	117
Figura 49: Local utilizado para a pecuária.....	117
Figura 50: Local utilizado para a pecuária.....	118
Figura 51: Local utilizado para a pecuária.....	118
Figura 52: Local utilizado para a pecuária.....	119
Figura 53: Local utilizado para a pecuária.....	119
Figura 54: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental a erosão solo na Bacia do Córrego das Guaribas no ano de 2013.....	121
Figura 56: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental a contaminação química da água da Bacia do Córrego das Guaribas no ano de 2013.....	124

Lista de Tabelas

Tabela 1: Intervalos e valores da declividade presente no Córrego das Guaribas.....	71
Tabela 2: Tipos e valores das formações superficiais presentes no Córrego das Guaribas.....	73
Tabela 3: Profundidades e valores do nível de água presentes na Bacia do Córrego das Guaribas.....	77
Tabela 4: Tipos e valores dos diferentes usos do solo presentes no Córrego das Guaribas para a contaminação química da água.....	78
Tabela 5: Tipos e valores dos diferentes usos do solo presentes no Córrego das Guaribas para a erosão do solo.....	79
Tabela 6: Uso e Ocupação, 1979.....	103
Tabela 7: Uso e Ocupação, 1997.....	106
Tabela 8: Uso e Ocupação 2007.....	109
Tabela 9: Uso e Ocupação 2011.....	112
Tabela 10: Uso e Ocupação 2013.....	114
Tabela 11: Valores das diferentes classes de vulnerabilidade dentro do Córrego das Guaribas.....	120
Tabela 12: Valores das diferentes classes de vulnerabilidade dentro do Córrego das Guaribas.....	123
Tabela 13: Parâmetros químicos utilizados para avaliar o grau de contaminação das águas do Córrego das Guaribas.....	126

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Precipitação média do município de Uberlândia.....	48
Grafico2: Uso e Ocupação, 1979.	103
Gráfico 3:Uso e Ocupação, 1997.	107
Gráfico 4: Uso e Ocupação 2007.....	109
Gráfico 5: Uso e Ocupação 2011.....	112
Gráfico 6: Uso e Ocupação 2013.....	115
Gráfico 7: Comparação dos valores permitidos de pH com os encontrados nas duas campanhas.....	127
Gráfico 8: Comparação dos valores permitidos de DBO com os encontrados nas duas campanhas....	129
Gráfico 9: Comparação dos valores permitidos de Coliformes termotolerantes a 45°C com os encontrados nas duas campanhas.....	131

1. INTRODUÇÃO

A história da humanidade, o seu desenvolvimento e as façanhas realizadas pelas diferentes sociedades sempre tiveram um elo em comum, representado pela exploração dos recursos naturais do planeta. Assim, o desenvolvimento econômico, em suas diversas modalidades, acentua as intervenções no ambiente natural.

Desde os primórdios das civilizações o homem transforma o meio onde vive para satisfazer suas necessidades físicas e naturais, desmatando florestas, construindo casas e abrigos, plantando lavouras e pastagens, canalizando a água, domesticando animais, que são ações transformadoras do ambiente natural. Inicialmente, tal processo de transformação do ambiente natural em antrópico foi impulsionado pela necessidade de sobrevivência humana, porém ao longo do tempo, essas necessidades foram acrescidas a outras e o homem passou também a buscar o conforto e a comodidade.

A despeito das facilidades e benesses inerentes ao desenvolvimento urbano tem-se que, a obtenção dos recursos primordiais para a existência das espécies vivas, normalmente se dá por processos difíceis, onerosos e impactantes no ambiente natural. Nesse sentido, um exemplo que pode ser citado é a questão da água, que embora seja um recurso indispensável para a manutenção de qualquer forma de vida no planeta, no ambiente urbano, sua captação em condições consideradas mínimas para o consumo humano, é um processo de elevado custo.

Além disso, Miranda (2008) acentua que, os problemas ambientais se manifestam de maneira mais nítida nos grandes centros urbanos, quando comparados aos pequenos ou com o meio rural, como:

- Poluição sonora: provocada pelo excesso de ruídos, podendo causar danos aos seres humanos, como estresse, efeitos psicológicos, distúrbios neurológicos, náuseas e cefaléias até a perda da audição.
- Poluição visual: ocasionada pelo excesso de cartazes, placas etc. dispostos no ambiente urbano, podendo esconder a fachada das casas e dos edifícios e a paisagem natural.
- Água e esgotos: devido ao excesso de consumo de água e à poluição dos mananciais por resíduos domésticos e industriais, os sistemas de abastecimento tornam-se cada vez mais caros, pois quando as reservas locais estão contaminadas é preciso, para abastecer os grandes centros urbanos, transportar água de locais distantes.

Nesse sentido, o esgoto acaba por se configurar como um grave problema, em especial, nas cidades de países em desenvolvimento, que geralmente não dispõem de redes completas de coleta e de estações adequadas de tratamento. Como consequência, ocorre a poluição das águas dos rios e córregos, causada pelo lançamento de efluentes industriais, agrícolas e também de esgotos domésticos, além de outros resíduos sólidos, constituindo-se num importante desafio para a sociedade a busca de medidas que possam avaliar, monitorar e minimizar os possíveis danos ambientais acarretados pelo modo de vida na contemporaneidade.

1.1. A URBANIZAÇÃO NA AMÉRICA LATINA E NO BRASIL

A história do urbanismo na América Latina durante o período colonial pode ser identificada por sua produção espacial e social. Essa diversidade de modelos urbanos e de produção do espaço é resultante de diversos tipos de colonizações que ocorreram na América

do Sul, tendo sido colonizada predominantemente por espanhóis, portugueses, holandeses, franceses e ingleses.

Segundo Alomar (1987), os espanhóis, desde o final do século XV, em pouco tempo, ocuparam um vasto território, muito maior que o país de onde vinham, fundando dezenas de cidades. Realizaram um urbanismo, oficializado em 1573 nas “Ordenanzas de Descubrimiento y Población” de Felipe II, utilizando um modelo em quadrícula, que foi repetido pelas diversas regiões do continente. Os espanhóis impuseram seu traçado ao das civilizações que encontraram, particularmente em Cuzco e Cidade do México.

Em se tratando da colonização do amplo território brasileiro, Medrano (2005) aponta que, a política urbana portuguesa variou de acordo com as condições existentes. Nos séculos XVI e XVII, pelo fato de não haver riquezas como as encontradas pelos espanhóis, procuraram fortalecer o território e explorar a produção de açúcar. Mesmo durante a União das Coroas (1580-1640) ou durante a dominação holandesa no nordeste (1631-1654) não houve atitudes diferentes.

Carpinteiro e Medrano (2006) esclarecem que, a maior mudança ocorreu quando da descoberta de ouro em Minas Gerais (1693), o que provocou uma interiorização da ocupação e o início de uma política mais centralizadora por Portugal com o objetivo de proteger o ouro, taxá-lo e enviá-lo à Europa. Essa forma do urbanismo português gerou uma série de vilas e cidades pelo interior do país, nas regiões de definição de fronteiras, a maioria com traçado ortogonal e regular.

O aumento da expansão urbana brasileira e deu recentemente. Brito e Sousa (2005), identificaram que foi somente em 1970 que a população urbana superou a rural. Para os autores, o Brasil, por não ter consolidado completamente a sua urbanização, possuiu uma tendência a um aumento exponencial cada vez mais acentuado com relação aos graus de expansão e multiplicação de suas áreas urbanas.

Segundo Tucci (2008), desde o século passado, o desenvolvimento urbano passou a criar padrões de concentração urbana. Nas grandes cidades, houve um processo de desconcentração urbana em direção à periferia, deixando o centro das cidades despovoado e degradado, refletindo o déficit habitacional, resultante da situação econômica do país.

Nesse sentido, apesar da existência do Plano Diretor Urbano, que se constitui em um instrumento básico para o processo de planejamento municipal para a implantação da política de desenvolvimento urbano e norteia a ação dos agentes públicos e privados (ABNT, 1991), a urbanização no Brasil vem ocorrendo de forma espontânea. A despeito das normatizações, Tucci (2008) argumenta que, somente parte da cidade é construída e dirigida segundo as normas e padrões expressos pelos Planos Diretores e identificada como cidade “legal”. Dessa forma, o referido autor enfatiza que, há que se considerar a existência de espaços urbanos, cuja expansão se deu de forma ilegal pela população pobre na forma de “comunidades”, sem infra-estrutura adequada.

A população brasileira cresceu de 90 milhões em 1970, para mais de 190 milhões em 2010 (IBGE, 2010). Carrijo e Baccaro (2001) argumentam que, o crescimento urbano brasileiro na expressiva maioria dos casos, foi concretizado de forma rápida e desordenada. A falta de planejamento urbano e o crescimento acelerado resultaram numa alta concentração de pessoas em um espaço limitado que, por sua vez, trouxe sérios problemas para o espaço urbano, principalmente, no que respeita aos impactos ambientais causados pela urbanização como os loteamentos, impermeabilização de terrenos, contaminação de recursos hídricos, dentre outros. Com o aumento do grau de urbanização, amplia-se a degradação ambiental, decorrente da concentração da população nas áreas urbanas.

1.2.A URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE UBERLÂNDIA

Segundo Brandão (1989), antes da sua colonização, a região do Triângulo Mineiro encontrava-se ocupada por inúmeras tribos indígenas e diversos quilombos, dificultando a ocupação por parte dos portugueses. Essa região foi ocupada pelos portugueses, após várias expedições. Tal dominação territorial possibilitou a constituição de uma infra-estrutura inicial, que permitiu o desenvolvimento regional.

Soares (1995) explica que, essa dita “Primeira Ocupação” da região foi se processando de forma circunstancial, principalmente por causa da disponibilidade e da qualidade dos recursos naturais presentes na região. Assim, as primeiras sesmarias foram distribuídas e novas aglomerações populacionais surgiram nas proximidades das margens dos rios. O autor ainda ressalta que, esse novo contingente populacional estabelecido na região viria a garantir, no final do Século XIX, a sua entrada na economia nacional, principalmente pela ligação, por meio de ferrovias, do Triângulo Mineiro com São Paulo.

Santos (1993), corrobora essa ideia ao mencionar que a proximidade do Triângulo Mineiro com São Paulo pode ser considerada um dos motivos mais importantes tanto para a integração, quanto para o seu desenvolvimento econômico.

Considerando que, Uberlândia pertence ao Triângulo Mineiro, Brandão (1989) salienta que, a cidade já possuía no início do século XX um potencial crescimento econômico regional, que estava a princípio, mais propício para Uberaba, porém foi Uberlândia que adquiriu essa função, devido a dois importantes motivos:

1. A chegada dos trilhos da Estrada de Ferro Noroeste em Mato Grosso (1911), que impossibilitou as intermediações dos comerciantes uberabenses com o Estado de São Paulo.
2. A construção de estradas de rodagem por todo o Triângulo e parte sul de Goiás.

Dessa forma, a cidade de Uberlândia assumiu posição de hegemonia comercial no Triângulo Mineiro, atraindo o interesse de empresários vindos de outras regiões do país, com o intuito de enriquecimento. Segundo Pereira (1998, p. 41), em Uberlândia já havia alguns pequenos estabelecimentos, antes da década de 1930, pois foi a partir desse período que houve um incremento das indústrias em território brasileiro.

“A Revolução Industrial ocorreu no Brasil, principalmente a partir de 1930. A industrialização ocorrida anteriormente teve sua importância, mas foi marginal, não apenas porque o seu grau de integração interindustrial era muito pequeno, mas também porque o domínio político estava inteiramente nas mãos da oligarquia cafeeira. (PEREIRA, 1998, p.41)”

Soares (1995) aponta que, nesse período a cidade de Uberlândia não se apresentava como um centro econômico significativo, com capacidade de se industrializar de maneira expressiva, sendo subordinada à produção industrial paulista.

Para Fausto (2007), com a implantação do Estado Novo em 1937, o estado passou a assumir uma política de substituição das importações pela produção interna e de estabelecimento de uma indústria de base. Tal política fez com que o estado de São Paulo atingisse índices de crescimento maiores que a média brasileira, favorecendo o aumento gradativo da concentração industrial, que segundo Negri (1996), passou de 32,2% em 1919, para 40,7% em 1939 e 48,9% em 1949.

Segundo Mesquita (2009), o município de Uberlândia, devido a sua localização geográfica e o fato de já exercer a atividade de distribuidor de mercadorias paulistas, utilizou-se do desenvolvimento e da concentração industrial de São Paulo, para expandir sua economia. Dessa forma, como Uberlândia passou a receber uma maior quantidade de recursos, capaz de possibilitar investimentos para a sua urbanização, coube ao poder municipal organizar o espaço para a industrialização, aproveitando-se do momento econômico eda posição territorial da cidade.

Ao final da década de 30, a cidade de Uberlândia possuía aproximadamente 19.000 habitantes e transformações significativas se apresentavam em sua forma e conteúdo. Essa

fase representou para Uberlândia uma época de grandes mudanças, sobretudo pela necessidade de se adequar a estrutura urbana às reais necessidades de acumulação e concentração de capital (Mesquita, F. C.; Andreozzi, S. L., 2009).

Segundo Jesus (2011), o processo de expansão da área urbana do município de Uberlândia sofreu uma intensificação a partir da década de 50, quando se iniciou a consolidação de sua área central e o crescimento vertical da cidade. Na década de 70, houve o surgimento do distrito industrial e de novos bairros, que abrigavam tanto a nova classe média, quanto às classes menos abastadas.

Tal processo foi, de acordo com Jesus (2011), decorrente do intensivo êxodo rural presente, nesse momento no país como um todo. Nas décadas de 80 e 90, o referido autor conclui que, a situação se intensificou acarretando uma grande expansão da área urbana e uma migração do comércio e serviços, antes concentrados apenas no centro da cidade, para estes novos núcleos urbanos que possuíam áreas de grandes dimensões a preços bem inferiores que aqueles localizados na área central.

Segundo Riceto (2010), entre os anos de 2000 a 2009, a cidade de Uberlândia passou a possuir uma população superior a 600.000 habitantes. Esse crescimento populacional, em especial na área urbana foi decorrente em grande parte, devido à chegada de migrantes de cidades vizinhas e de outros estados. O crescimento econômico gerado pela implantação de empresa se a modernização agrícola, ocorridos em especial nos últimos quarenta anos devido aos programas governamentais, podem ser identificados como fatores importantes para justificar essa dinâmica populacional.

O crescimento acelerado observado nos dias atuais tem acarretado, dentre outros processos, a expansão da área urbana de maneira irregular, desordenada e inadequada. Nesse sentido, o aumento dos bairros marginais, as ocupações irregulares, a inexistência de sistemas de saneamento básico e a invasão de mananciais e áreas de preservação permanente (APPs)

são os processos mais alarmantes na área urbana do município (Riceto, A.; Sílva E. I.; Guimarães, A. A., 2010).

Em seus estudos Baccaro (1994) menciona que, a região do Triângulo Mineiro, a exemplo do que acontece em todo o território brasileiro, vem desde as décadas anteriores a 1990, sofrendo um acelerado processo de devastação de sua vegetação nativa, consequência do crescimento desordenado das cidades. Portanto, o crescimento rápido e desenfreado da cidade de Uberlândia-MG vem causando diversos impactos ambientais em toda a área do município. Entretanto, dentre todos esses impactos, a situação dos córregos urbanos afluentes do Rio Uberabinha, é a mais preocupante, pois não possuem APP (Área de Preservação Permanente) e a qualidade de suas águas estão fora dos padrões estabelecidos pelas legislações ambientais como o CONAMA 357.

De tudo o que foi dito, depreende-se que independente do local ou região, a urbanização pode ser considerada como um processo de características geográficas, uma vez que traz modificações à fisionomia e funcionalidade do espaço, geralmente, no local onde a cidade se encontra instalada e no seu entorno.

Trabalhos desenvolvidos por Tucci (2008) demonstram que, a urbanização amplia as áreas impermeáveis e a canalização, o que aumenta os picos de cheia e sua frequência para a mesma precipitação. A urbanização também é responsável pelo aumento da velocidade do fluxo da água nos corpos d'água e a produção de sedimentos e resíduos sólidos que escoam para a drenagem. Por causa da ausência de serviços adequados de limpeza e manutenção, esses materiais produzem redução da capacidade de escoamento de água. Ainda devido também, ao transporte de detritos das superfícies urbanas, aumenta a poluição dos corpos de água.

Vivacqua (2005) destaca ainda que, há o surgimento de uma ideologia e/ou cultura, muito presente entre os habitantes do meio urbano, baseada no consumo e desperdício de recursos naturais vitais, como o da água potável, para a realização de atividades consideradas frívolas. Um exemplo atual e pertinente pode ser o da falta de chuvas no verão de 2014, em especial na região Sudeste do Brasil, que gerou um déficit hídrico levando o governo de cidades como São Paulo, a adotar medidas voltadas à economia de tal recurso (Folha de São Paulo, 04/02/2014).

Acredita-se que medidas devam ser tomadas de maneira a se conhecer, prevenir e proteger os recursos naturais do acelerado processo de exaustão a que estão continuamente expostos, pelo modo de vida nas cidades. Para tanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os níveis de vulnerabilidade ambiental decorrentes da expansão urbana na bacia do Córrego das Guaribas, localizado a sudoeste da cidade de Uberlândia – MG, em relação a sua suscetibilidade a erosão do solo e contaminação química das suas águas.

2. IMPACTO AMBIENTAL E QUALIDADE DAS ÁGUAS

Nesse estudo trabalhamos com a concepção de que impacto ambiental pode ser interpretado como qualquer mudança que ocorre no ambiente, seja ele natural ou artificial, oriundo de atividades de caráter antrópico. Pode ser classificado como positivo, quanto negativo, sendo o último, caracterizado, pela quebra do equilíbrio ecológico, resultando graves prejuízos ao meio ambiente. Por outro lado, impacto positivo refere-se às consequências de uma norma ou medida, que seja benéfica para o ambiente.

No Brasil, o órgão responsável pela legislação e emissão de medidas relacionadas com o meio ambiente é o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Ao nível federal, o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) é responsável pelo cumprimento das normas legais estabelecidas pelo Governo para o meio ambiente.

No Brasil há três grandes vertentes de classificação dos impactos ambientais, cada uma com uma sistemática distinta, como: as atividades energéticas- mineradoras; as atividades industriais - urbanas e as atividades agrossilvopastoris. Em geral, os critérios, instrumentos e métodos utilizados para avaliar o impacto ambiental são próprios a cada uma dessas três atividades e não universais (Embrapa, 2011).

Em geral, o impacto ambiental das atividades energéticas e mineradoras é intenso, pontual, limitado e preciso em termos de localização. Empreendimentos dessa natureza envolvem parcelas pequenas de população nos seus impactos diretos e são bastante dependentes de fatores relativamente controláveis (Embrapa, 2011).

Quando se considera o impacto das atividades industriais- urbanas tem-se que é, em geral, de intensidade variada, podendo ir de pontual a difuso. Uma boa parte desses impactos está geralmente relacionada à presença ou ausência de obras de infraestrutura e saneamento,

mais amplas do que a abrangência de cada empreendimento. Processos de planejamento e crescimento urbanos também cumprem um papel determinante em muitos casos (Embrapa, 2011).

Por outro lado, os impactos das atividades agrícolas são em geral tênues e fortemente dependentes de fatores pouco controláveis, atingindo grandes áreas de forma pouco precisa, frequentemente crônica, pouco evidente, intermitente e de difícil quantificação. Em muitos casos, os piores impactos ambientais da agricultura são invisíveis aos olhos da população, dos consumidores e dos próprios agricultores, ao contrário do que ocorre com uma fábrica ou uma mineradora (Embrapa, 2011).

A Resolução CONAMA Nº 001/1986, é a norma regulamentadora que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Para todos os fins, essa norma classifica impacto ambiental, como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

O CONAMA Nº 001/1986, possui dois instrumentos destinados à avaliação do impacto ambiental: O EIA e o RIMA. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é o conjunto de estudos realizados por especialistas de diversas áreas, com dados técnicos detalhados. O acesso a ele é restrito, em respeito ao sigilo industrial. O CONAMA nº 001 define que o EIA desenvolverá as atividades técnicas listadas abaixo:

1. Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, completa descrição e análise dos recursos ambientais existentes e suas interações, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, a partir das vertentes: meio físico; meio biológico e ecossistemas naturais e meio sócio-econômico.
2. Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, por meio da identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminados pelos impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.
3. Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.
4. Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento.

Por sua vez, o RIMA, refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental (EIA).

O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação.

O RIMA, no que se refere ao recurso água, avalia seu índice de qualidade por um conjunto de características de natureza química, física e biológica. Sendo a água um recurso comum a todos e indispensável para a sobrevivência humana, foi necessário, para a sua proteção, instituir restrições legais de uso. As suas características físicas e químicas devem ser

mantidas dentro de certos limites, os quais são representados por padrões, valores orientadores de sua qualidade, dos sedimentos e da biota.

Os ecossistemas aquáticos incorporam, ao longo do tempo, substâncias provenientes de causas naturais, sem nenhuma contribuição humana, em concentrações raramente elevadas que, no entanto, podem afetar o comportamento químico da água e seus usos mais relevantes. Destacamos que, outras substâncias lançadas nos corpos d'água pela ação antrópica, em decorrência da ocupação e do uso do solo, resultam em sérios problemas na sua qualidade, demandando investigações e investimentos para sua recuperação. Os aspectos mais graves dos poluentes referem-se às substâncias potencialmente tóxicas, oriundas de processos industriais.

Para definir o índice de qualidade de um determinado corpo d'água, são estabelecidos diversos parâmetros presentes nas seguintes legislações, Resoluções CONAMA nº 357/2005, CONAMA nº 274, CONAMA nº 344/2004, CONAMA nº 430/2011 e Portaria Nº 2914 de 2011, do Ministério da Saúde, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

A seguir, serão apresentados os principais indicadores de qualidade da água, considerando os aspectos físicos, químicos e biológicos (UFV, 2010). Para os parâmetros físicos são enfatizados os estudos da:

a) Temperatura: medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais e fontes antropogênicas.

b) Sabor e odor: resultam de causas naturais (algas, vegetação em decomposição, bactérias, fungos, compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e

cloreto) e artificiais (esgotos domésticos e industriais). O padrão de potabilidade: água completamente inodora.

c) Cor: resulta da existência, na água, de substâncias em solução. Pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água, pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a cinco unidades (UC).

d) Turbidez: presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. O padrão de potabilidade: turbidez inferior a 1 (um) unidade nefelométrica de turbidez (UNT).

e) Sólidos:

Sólidos em suspensão: resíduo que permanece num filtro de asbesto após filtragem da amostra. Podem ser divididos em:

1. Sólidos sedimentáveis: sedimentam após um período t de repouso da amostra.
2. Sólidos não sedimentáveis: somente podem ser removidos por processos de coagulação, floculação e decantação.

Sólidos dissolvidos: material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução presente na amostra de efluente.

f) Condutividade Elétrica: capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na

água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Na análise dos parâmetros químicos destacam-se:

a) pH: representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- , varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos. O pH baixo torna a água corrosiva. Águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações. A vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

b) Alcalinidade: causada por pela presença de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, principalmente de sódio e cálcio. Mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos. Em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água.

c) Dureza: resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais, em menor intensidade, em teores elevados. Causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. Classificação das águas, em termos de dureza (em $CaCO_3$):

Menor que 50 mg/1 $CaCO_3$ - água mole

Entre 50 e 150 mg/1 $CaCO_3$ - água com dureza moderada

Entre 150 e 300 mg/1 $CaCO_3$ - água dura

Maior que 300 mg/1 $CaCO_3$ - água muito dura

- d) Cloretos:** Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar. Podem também, advir dos esgotos domésticos ou industriais. Em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.
- e) Ferro e manganês:** podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados. Conferem sabor metálico à água. As águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações.
- f) Nitrogênio:** o nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização. O nitrato, na água, pode causar a metemoglobinemia. A amônia é tóxica aos peixes. São causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.
- g) Fósforo:** encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. É essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização. Suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais.

h) Fluoretos: os fluoretos têm ação benéfica de prevenção da cárie dentária. Em concentrações mais elevadas, podem provocar alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).

i) Oxigênio Dissolvido (OD): é indispensável aos organismos aeróbios. A água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura. Águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica. A decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água. Dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

j) Matéria Orgânica: a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico. Em grandes quantidades, no entanto, podem causar alguns problemas, como: cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores. O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbios. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

l) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): é a quantidade de oxigênio necessário à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às

bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C.

m) Demanda Química de Oxigênio (DQO): é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. A DQO também é determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO. Para o mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO.

n) Componentes Inorgânicos: alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco. Além dos metais, pode-se citar os cianetos. Esses componentes, geralmente, são incorporados à água por despejos industriais ou a partir das atividades agrícolas, de garimpo e de mineração.

o) Componentes orgânicos: alguns componentes orgânicos da água são resistentes à degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar. Entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

Quando observamos os critérios para a análise dos parâmetros biológicos, detectamos que são essenciais a análise dos elementos a seguir como os:

a) Coliformes: são indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, torna-se um indicativo de que a mesma pode ter

recebido esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

b) Algas: as algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pelo consumo do oxigênio dissolvido do meio. Em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável.

3. VULNERABILIDADE AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO

BRASILEIRA

Vulnerabilidade ambiental é um tema relativamente recente. Embora já fosse abordado em estudos da década de 1970, a temática começou a ganhar maior realce apenas no final dos anos de 1980 e inicio de 1990, quando as pesquisas deixam de se ocupar apenas com os perigos naturais, passando a enfocar também os perigos sociais e os tecnológicos atrelados às questões ambientais.

A despeito da importância que o tema relativo à vulnerabilidade ambiental vem assumindo dentro de diferentes áreas do saber, devido à contínua preocupação com as mudanças do meio ambiente, tanto o natural como o urbano, o que pode ser constatado pela ampla bibliografia existente, é possível notar que existe pouco consenso sobre definições e valores, mesmo dentro de uma mesma área do conhecimento. Tal situação acaba por dificultar a comparação entre resultados de trabalhos aparentemente semelhantes.

Lima (2000) caracteriza a vulnerabilidade de um geossistema por meio da avaliação e análise das características presentes nos meios físicos (solo, rocha, relevo, clima e recursos hídricos), bióticos (tipos de vegetação) e antrópicos (uso e ocupação do solo), que tornam o relevo mais ou menos instável ou sujeito aos processos erosivos. Tran (2002) relaciona vulnerabilidade de um ambiente, ao grau de exposição de uma bacia a pressões (densidade populacional, densidade de rodovias, uso e ocupação do solo) e aos impactos ambientais potenciais (poluição por ozônio).

Zielinski (2002) analisou da vulnerabilidade de um determinado ambiente, considerando a avaliação das áreas impermeabilizadas por micro bacias hidrográficas, relacionando esse conceito a uma característica do meio (pavimentação do solo). Em acréscimo, Villa e McLeod (2002) relacionaram a vulnerabilidade a *processos intrínsecos* que ocorrem em um sistema, decorrentes de diversos fatores, como: o grau de conservação

(característica biótica do meio) ou capacidade de recuperação após um dano e a processos extrínsecos, relacionados à exposição a pressões ambientais atuais e futuras.

Por outro lado, Tixier (2005) identificou os graus de vulnerabilidade, através da caracterização do grau de exposição de pessoas e ambientes naturais a pressões (gases tóxicos, lançamento de efluentes etc.) que partem de uma unidade industrial, considerando características do ambiente (densidade populacional, uso e ocupação do solo). Autores como, Metzger (2006) e Schroter (2004) acreditam que, a vulnerabilidade de um determinado ambiente está relacionada ao grau de susceptibilidade desse sistema aos efeitos negativos provenientes de mudanças globais.

Já para Li (2006), a vulnerabilidade estava relacionada as características do meio físico e biótico (declividade, altitude, temperatura, aridez, vegetação, solo), à exposição a fontes de pressão ambiental (densidade populacional, uso da terra) e à ocorrência de impactos ambientais (erosão hídrica) em uma área montanhosa.

Segundo Adger (2006), as definições de vulnerabilidade, usualmente, atrelam o conceito a um ou mais dos seguintes fatores: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa ou de resposta do sistema. O estudo desses fatores permite a avaliação da maior ou menor vulnerabilidade de um sistema a determinadas questões ambientais. A exposição significa o grau, duração ou extensão em que o sistema está em contato com perturbações. A sensibilidade está relacionada à extensão ou ao grau em que um sistema pode absorver as pressões sem sofrer alterações no longo prazo. A capacidade adaptativa é a habilidade do sistema de se ajustar a um dano ocorrido, fazer uso de recursos ou oportunidades ou responder a mudanças ambientais que venham a ocorrer. Nesse contexto, um sistema é mais vulnerável quanto maiores as pressões, maior a sensibilidade ao meio e menor sua capacidade adaptativa.

Genericamente, vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o nível de fragilidade do meio ambiente em determinadas regiões, tanto naturais como urbanas, que

sofrem ou não influencia antrópica. Costa et al. (2007) definem vulnerabilidade ambiental como:

“Vulnerabilidade ambiental pode ser compreendida como o risco de degradação do ambiente natural, relacionada a erosão do solo, perda de biodiversidade, assoreamento, contaminação do recurso solo - agua, etc. A vulnerabilidade ambiental abordada neste trabalho refere-se ao risco de degradação por erosão do solo/assoreamento do recurso hídrico/perda da cobertura vegetal agravada por fatores antropogênicos, que pode resultar na perda de biodiversidade, em terras improdutivas e comprometer a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.”(COSTA; UZEDA; FIDALGO; LUMBRERAS; ZARONI; NAIME; GUIMARÃES, 2007, pág.1)

Há vários fatores que influenciam a vulnerabilidade de uma determinada região, conforme destacam Alvares e Pimenta (1998), como: a erosividade, da intensidade e energia cinética da chuva; a credibilidade, determinada pelas características físicas, químicas e morfológicas do solo; a cobertura vegetal, pela sua maior ou menor proteção do solo; os declives e comprimentos das encostas, as práticas de conservação e o manejo do solo. Esses fatores são componentes da equação empírica denominada “Universal Soil Loss Equation” - USLE (Wischmeier e Smith, 1978), desenvolvida com base em experimentação de campo por pesquisadores do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), que fornece estimativas de perdas do solo por erosão laminar. Estimativas da USLE em larga escala são possíveis com técnicas de geoprocessamento.

Costa (2007) sugere que há modelos mais simples para se determinar a vulnerabilidade ambiental de uma região, do que o modelo empírico proposto pela USLE, como a AMC (Análise de Multicritério), com o método da combinação linear de pesos, WLC, implementada em SIG (Sistema de Informação Geográfica), que processa dados espaciais por meio de agregação de critérios, para gerar variáveis, como índices de vulnerabilidade.

No que respeita à gestão dos recursos hídricos, Porto (2008) aponta que, a Constituição de 1988 teve um importante papel, pois nesse documento, há a definição das águas como bem de uso comum e há a alteração da dominialidade das águas do território

nacional, anteriormente definida pelo Código de Águas de 1934 (Decreto n.24.643, de 10/07/1934).

O art. 20, inciso III, da Constituição Federal de 1988 indica, entre os bens da União, "os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos do seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham, bem como terrenos marginais e as praias fluviais". Em seu art. 26, inciso I, incluem-se entre os bens dos Estados e do Distrito Federal "as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União."

Para Porto (2008), deve ser ressaltado que a dominialidade é definida sobre os corpos hídricos e não sobre a bacia hidrográfica, por essa se constituir em território e, portanto, estar sujeita a outros diplomas legais. Assim, para a gestão da bacia hidrográfica, exige-se, o exercício do princípio federativo, de atribuições e competências dos três entes federativos (União, Estados e Municípios), visando à gestão compartilhada do bem de uso comum, a água.

De acordo com o autor supracitado, outra importante alteração introduzida pela Constituição Federal de 1988, foi à atribuição dada à União no seu art. 21, inciso XIX, para "instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de uso". Tal artigo originou a Lei 9.433, de 8/1/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A partir de sua aprovação, o país passou a ter um instrumento legal, visando garantir às gerações futuras a disponibilidade do recurso hídrico. Porto (2008) afirma que, concretiza-se a modernização do setor e a Lei nº. 9.433 coloca o Brasil entre os países de legislação mais avançada do mundo no setor de recursos hídricos.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos estabelecido pela Lei nº. 9.433 deve cumprir os seguintes objetivos:

- coordenar a gestão integrada das águas;
- arbitrar administrativamente os conflitos ligados ao uso da água;
- implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- promover a cobrança pelo uso da água.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos é formado por:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- Comitês de Bacia Hidrográfica;
- órgãos de governo cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos;
- Agências de água.

Em 2001, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), de forma a complementar a estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do país. Trata-se da entidade operacional do sistema, com responsabilidade pela implantação da política nacional de recursos hídricos e que detém o poder outorgante de fiscalização e de cobrança pelo uso da água.

É interessante notar que esse sistema não exigiu a criação de uma nova e pesada estrutura administrativa, mas sim, e continua exigindo, um esforço bastante árduo de articulação entre instituições já existentes. Apenas as Agências de água foram as novas estruturas administrativas criadas. O objetivo foi promover a descentralização da gestão, saindo de uma estrutura centralizada e permitindo que a decisão seja tomada na bacia hidrográfica.

Outra característica importante do sistema é a importância dada à participação pública. Há no sistema a garantia da participação de usuários e da sociedade civil em todos os plenários por ele constituídos, desde o Conselho Nacional de Recursos Hídricos até os Comitês de Bacia Hidrográfica. Portanto, é o modo de dar legitimidade à decisão e também a forma mais eficiente para garantir a implantação das decisões tomadas.

A Lei nº. 9.433/97 é atual, avançada e importante para a ordenação do uso da água, mas implica mudanças importantes dos administradores públicos e dos usuários, já que agora precisam ser receptivos ao processo de parceria. Desde o processo de discussão da lei, percebia-se a dificuldade da colocação dessas diretrizes em prática. Um dos principais desafios está em vencer a tradição de decisões centralizadas rumo à gestão regida pelo princípio da subsidiariedade (MMA, 2007).

Um ponto importante que merece destaque sobre a dificuldade de implantação desse modelo de gestão descentralizada e compartilhada é o entendimento, que até ocorre com muita freqüência, de que a gestão social "substitui" o poder central. Ao poder central cabe a responsabilidade do disciplinamento e da garantia de uso do bem comum (MMA, 2007). À gestão social compete, de fato, a vigilância e a construção do pacto de sustentabilidade.

O presente estudo corroborou a definição de Costa (2007), que considera a vulnerabilidade ambiental, como o grau de suscetibilidade, risco ou fragilidade que um determinado ambiente, seja ele natural ou antrópico, possui a um determinado tipo de interferência.

4. ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DA BACIA HIDROGRÁFICA E NORMATIZAÇÕES PARA A QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Freiria (2009), as atividades dos usuários de água em uma bacia hidrográfica são competitivas e se acirram à medida que diminui a disponibilidade hídrica *per capita*. A Lei nº. 9.433/97 define a forma de dar sustentabilidade e eqüidade a essa competição, a qual se dá por meio da instância de decisão local, representado pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Em razão do caráter sistêmico do conceito de bacia hidrográfica, a Lei nº. 9.433/97 deixou que as bacias, na forma de unidades de gestão, fossem definidas caso a caso, dando a possibilidade de conformá-las de acordo com a escala e as características da problemática local. Tal Lei define apenas as atribuições dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como as obrigações de articulação entre os diversos agentes, a atuação em primeira instância em caso de conflito, a aprovação do plano de recursos hídricos e a aprovação da implantação da cobrança e da proposta de preço.

Ressaltamos que, os comitês de bacia têm em sua composição, embora em diferentes partições do número de assentos dependendo da titularidade das águas, membros dos diversos níveis de governo, dos agentes privados e da sociedade civil (Freiria, 2009). Buscam-se soluções que contemplem de forma satisfatória os interesses dos diversos agentes envolvidos e isso, é parte do processo de negociação.

Ainda de acordo com Freiria (2010), é preciso se ter claro que esse processo não cumpre, necessariamente, aspectos de integração para a gestão, pois a mesma só ocorre quando a decisão tomada e implantada contempla os múltiplos fatores da gestão das águas. Isso se dá, portanto, numa etapa posterior à da decisão participativa, o que sugere, segundo o autor, que há um longo caminho a ser trilhado, já que o bom funcionamento e a decisão

qualificada dependem de capacitação e de bons sistemas de informação, ambos, infelizmente, quase sempre ausentes nos comitês em funcionamento no Brasil.

No que respeita à normatização da qualidade da água para consumo humano, tem-se que, a qualidade da água se tornou uma questão de interesse para a saúde pública no final do século XIX e início do século XX. Anteriormente, a qualidade era associada apenas a aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, o gosto e o odor (USEPA, 1999).

Em meados do século XIX, foram feitos avanços no entendimento da interação entre água contaminada e doenças. No início do século XX, com descobertas científicas, muitos sistemas de tratamento de água foram construídos nos Estados Unidos, empregando a filtração lenta, como alternativa de controle da qualidade da água.

Segundo Freitas (2005), os valores máximos permitidos ou os limites máximos de contaminação (VMP) (MCLs) foram sendo estabelecidos em função de estudos e bioensaios toxicológicos, e de componentes químicos e físico-químicos capazes de alterar as propriedades organolépticas ou sensoriais da água, que, além de causar rejeição de consumo, podem estimular condições propícias à diminuição da vida útil de toda a aparelhagem hidráulica com conseqüentes prejuízos econômicos. Atualmente, a Organização Mundial de Saúde (OMS) é a instituição responsável pelo acompanhamento e recomendações dos valores máximos permitidos, a partir das contribuições científicas.

Em se tratando do território brasileiro, a normatização da qualidade da água para consumo humano foi iniciada na década de 1970. A primeira norma de potabilidade foi criada no Brasil pelo Decreto Federal nº. 79.367 de 9 de março de 1977, que estabeleceu a competência do Ministério da Saúde sobre a definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano, a ser observado em todo território nacional, através da portaria nº.56/ Bsb, publicada em 14 de março de 1977.

Considera-se esta a primeira norma de potabilidade, uma vez que abrangia diferentes constituintes químicos e microbiológicos potencialmente patogênicos à saúde humana. Entretanto, é importante registrar que em 24 de maio de 1974 foi publicada no Diário Oficial a Lei Federal nº. 6.050, que dispunha sobre a necessidade de fluoretação da água de sistemas de abastecimento provenientes de estação de tratamento.

A Portaria nº. 56/Bsb, estabelecida pelo Ministério da Saúde, aprovou a norma e o padrão de potabilidade da água para fins de consumo humano. De acordo com este decreto, caberia às Secretarias de Saúde dos Estados e equivalente aos territórios e Distrito Federal o exercício de fiscalização e o controle do exato cumprimento das Normas e do Padrão de Potabilidade.

Formaggia (1996) menciona que, em 1986, o Ministério da Saúde, por meio da extinta Divisão de Ecologia Humana e Saúde Ambiental, efetuou um levantamento das atividades exercidas pelas Secretarias Estaduais de Saúde (SES), com relação ao que passou a se chamar de Vigilância Sanitária da Qualidade da Água para Consumo Humano. A partir dos resultados obtidos, o Ministério da Saúde criou em 1986, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.

A primeira revisão da Portaria nº. 56/Bsb foi iniciada em 1988 e, apesar de estar inicialmente restrita à participação de setores governamentais de saúde e de companhias estaduais de abastecimento de água e órgãos estaduais de controle ambiental, conseguiu posteriormente, envolver as vigilâncias sanitárias, os Laboratórios de Saúde Pública (LACENS), a comunidade científica e algumas associações de classe, na discussão da revisão, que forneceu subsídios à nova portaria, a nº.36 GM, publicada em 19 de janeiro de 1990. Entre as principais inovações introduzidas pela portaria nº. 36 GM/90 estão: 1) a definição de controle e vigilância da qualidade; 2) a definição de serviço e sistema de abastecimento de

água; e 3) a inclusão e revisão de alguns parâmetros químicos e microbiológicos. (FREITAS, 2005)

Freitas (2005) informa que, a segunda revisão ocorreu dez anos depois, extrapolando a recomendação do prazo máximo de cinco anos, contidos na portaria nº 36 GM/90, após a sua promulgação. Nessa revisão, ampliou-se mais o processo participativo, com a colaboração de diversas entidades dos setores público, privado e de organizações não-governamentais. Em 29 de dezembro de 2000, foi publicada a Portaria nº. 1.469 (MS, 2000), estabelecendo o controle e a vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e os deveres e responsabilidades dos órgãos de saúde, encarregados de realizar a vigilância, e das empresas de abastecimento, administradas sob o domínio público ou privado, responsáveis pelo controle da qualidade da água.

No que concerne a classificação dos corpos d'água, segundo os usos preponderantes da água, tem-se que o seu enquadramento em classes, visa assegurar às águas, qualidade compatível com os diferentes usos a que se destinam e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Este instrumento da Política Nacional dos Recursos Hídricos incorpora duas importantes regulamentações, a Resolução CONAMA 357/05, que expõe os métodos de classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e a *Portaria nº. 2914*, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que determina os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Considerando que o presente trabalho visou o estudo das águas da Bacia do Córrego das Guaribas, Uberlândia – MG, definidas como águas doces pela Resolução CONAMA 357/05, Art. 4º., as cinco classes relativas às águas dessa natureza, referem-se:

I - classe especial -águas destinadas:

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

II - classe 1- águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2- águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3-águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4- águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Para cada uma das classes acima descritas, na resolução, são fixadas as condições e padrões orgânicos e inorgânicos a serem respeitados.

A resolução CONAMA 420/2009 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo, quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou de maneira corretiva visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com o uso.

A avaliação da qualidade do solo, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base em Valores Orientadores de Referência de Qualidade (VRQs), Valores Orientadores de Prevenção (VP) e Valores Orientadores de Investigação (VI). Os VRQs do

solo para substâncias químicas naturalmente presentes serão estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes do Estado e do Distrito Federal.

I – Classe 1: Solos que apresentam concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao VQR;

II – Classe 2: Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior do que o VRQ e menor ou igual ao VP;

III – Classe 3: Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VP e menor ou igual ao VI;

IV – Classe 4: Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VI.

A resolução CONAMA 344/2004 estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Foram considerados os níveis 1 e 2, que dizem respeito ao material a ser dragado em águas doces, sendo:

Nível 1 – limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos tóxicos à biota.

Nível 2 – Limiar acima do qual se prevê prováveis efeitos tóxicos à biota.

5. Município de Uberlândia: aspectos geográficos e localização de suas bacias

O município de Uberlândia está localizado no estado de Minas Gerais, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, entre as coordenadas geográficas $18^{\circ}33'59.00''$ e $19^{\circ} 13'59.00''$ de latitude sul, $47^{\circ}02'59.00''$ e $48^{\circ}49'59.00''$ e longitude oeste (Figura 1), com uma superfície de 4.115,09 Km² de extensão. Possui uma população de aproximadamente 646.673 habitantes sendo que sua densidade populacional é de 151,3 hab / km² (IBGE/estimativa 2013).

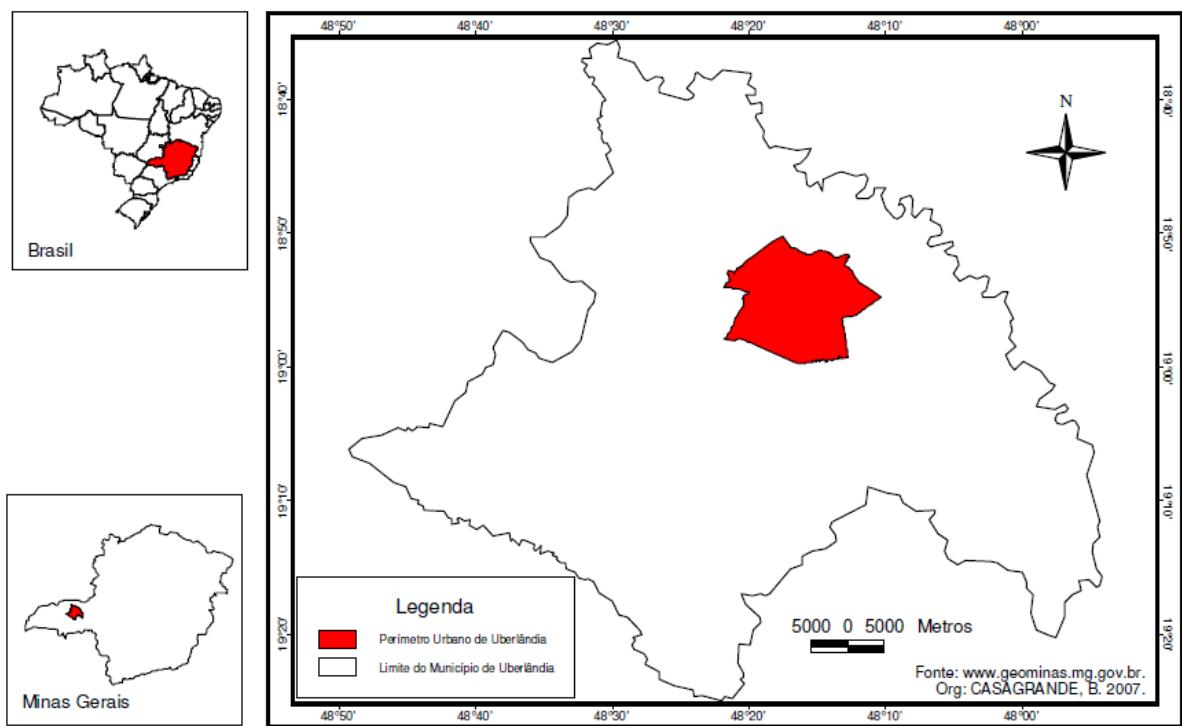


Figura 1: Mapa de localização do Município de Uberlândia – MG
Fonte: Prefeitura de Uberlândia.

Segundo a Prefeitura de Uberlândia, da área total do município a área urbana ocupa apenas 219,00 Km² e os 3.896,09 km² restantes são ocupados por áreas rurais, dominada principalmente pela pastagem e plantações de soja. Uberlândia é dividida em 05 Distritos: Uberlândia (Distrito sede), Cruzeiro dos Peixotos (24 km), Martinésia (32 km),

Miraporanga(50 km) e Tapuirama (38 km). Faz divisa com os municípios de Araguari, Indianópolis, Monte Alegre de Minas, Prata, Tupaciguara, Uberaba e Veríssimo.

Uberlândia constitui-se num importante entroncamento rodoviário, que facilita a comunicação com os principais centros urbanos das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Ocupa uma posição geográfica estratégica no centro do Brasil. A sua malha rodoviária e o Terminal Intermodal de Cargas ligam a cidade aos principais mercados do País, ao Mercosul e ao mundo (BDI-2008 - Secretaria de Planejamento Urbano e Meio Ambiente - PMU).

Segundo Silva (2004), o clima presente no município de Uberlândia, é caracterizado como tropical de altitude com diminuição de chuvas no inverno e temperatura média anual de 22,3°C, tendo invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas altas. Apresentando uma estação seca bem definida, com duração de três a quatro meses, compreendendo os meses de junho, julho e agosto, além de parte de maio e setembro, sendo outubro o mês mais quente, com temperatura média de 23,9°C e o mês mais frio, junho, de 19,3°C. Na época seca é comum o município registrar índices de umidade relativa do ar críticos, algumas vezes abaixo de 20%, sendo que abaixo de 30% já é considerado estado de atenção.

De acordo com dados coletados pelo INPE/CPTEC (2010), a precipitação média anual é de 1.583,6 mm, sendo julho o mês mais seco, quando ocorrem apenas 14,0 mm. Em dezembro, o mês mais chuvoso, a média fica em 325,6mm. Nos últimos anos, entretanto, os dias quentes e secos durante o inverno têm sido cada vez mais frequentes, cerca de 30°C, especialmente entre os meses de julho e setembro. No período de estiagem é comum a ocorrência de queimadas em matagais e nas áreas rurais da cidade. Em agosto de 2010, a precipitação de chuva não passou de zero mm.

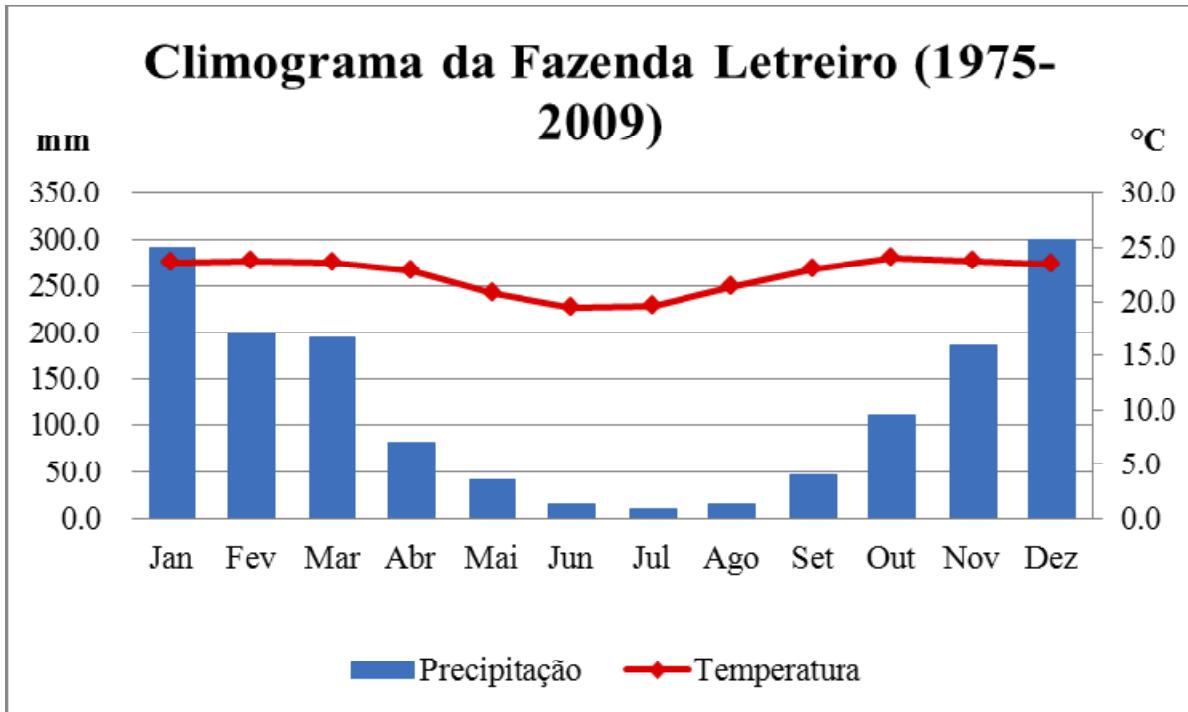


Gráfico 1: Climograma da Fazenda Letreiro (1975-2009)
Fonte: Queiroz, 2010.

De acordo com Silva (2004), a temperatura média anual do município de Uberlândia é de 22° C, sendo que a temperatura mínima registrada na cidade foi de 0,2 °C, em 10 de julho de 1994. A máxima registrada foi de 37,5 °C, em outubro do ano de 1998.

O relevo do Município de Uberlândia faz parte de um conjunto global de formas denominado por AB'SABER (1971), Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central (Figura 2). Os processos morfoclimáticos que ocorreram durante o tempo na região imprimiu na paisagem, unidades morfológicas bem definidas e comandadas na atualidade, por diferenciações morfogenéticas no nível das vertentes.

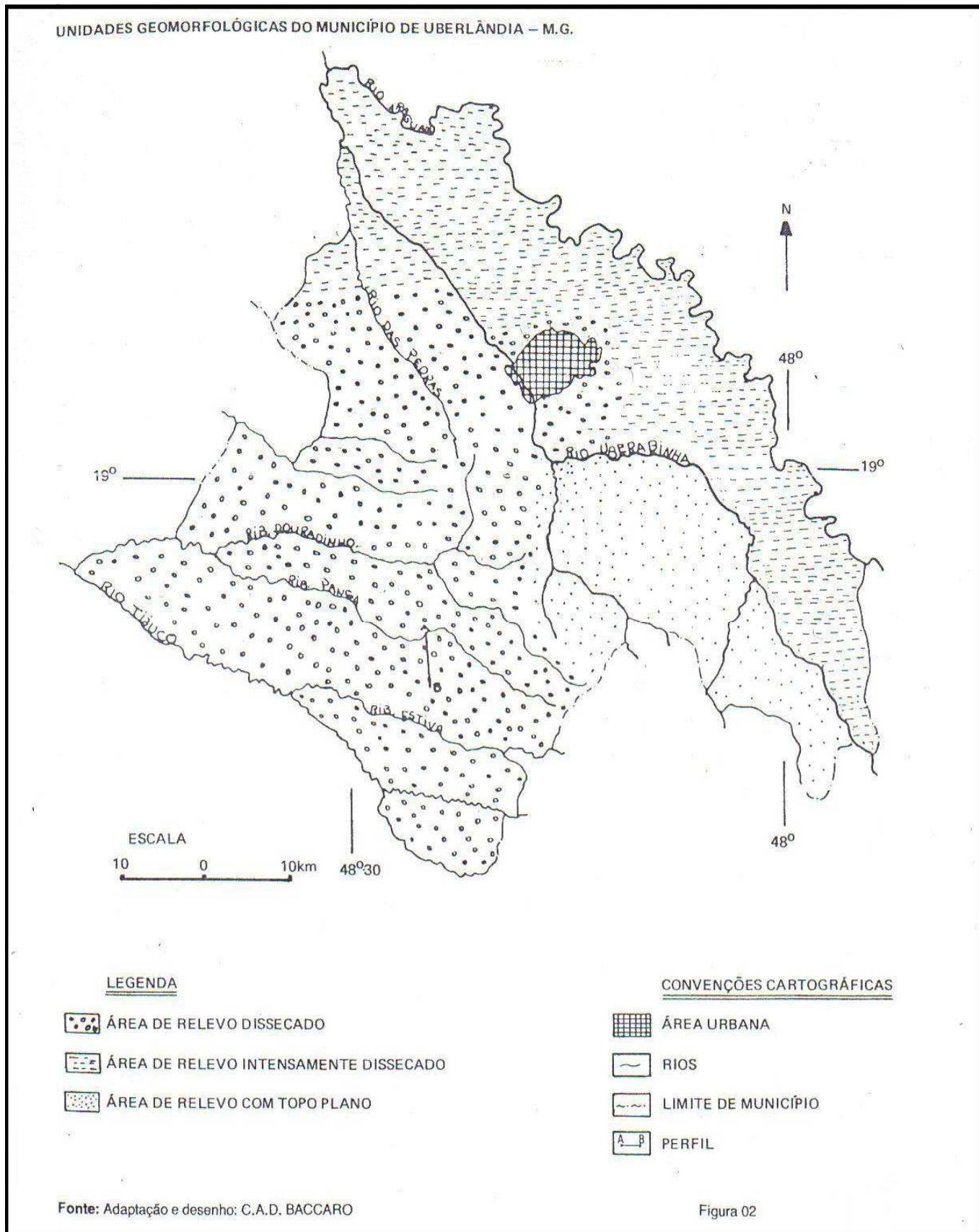


Figura 2: Unidades Geomorfológicas do Município de Uberlândia
Fonte: BACCARO, 1994

Segundo dados da prefeitura de Uberlândia (2009), o município está situado mais no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, estando inserido na subunidade do Planalto Meridional da Bacia do Paraná (Radam/Brasil/83), caracterizando-se por ser tabular, levemente ondulado, com altitude inferior a 1.000m.

Em sua porção sul, a altitude varia de 700 a 900m e apresenta relevo típico de chapada. Os solos são ácidos e pouco férteis, tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, Argilososo-Arenoso. Ao oeste do município, a altitude varia de 700 a 850m, os solos são rasos, encontrando-se apenas manchas do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo. Em geral, os solos dessa porção oeste possuem baixa fertilidade.

Nas proximidades da área urbana, o relevo apresenta-se mais ondulado, com altitude que varia de 800 a 900m. Os rios e córregos correm sobre o basalto, apresentando várias cachoeiras e corredeiras, onde os solos são férteis, do tipo Latossolo Vermelho e Vermelho-Escuro. As declividades apresentam-se suaves, geralmente inferiores a 30%.

Na porção norte, próxima do Vale do Rio Araguari, a paisagem apresenta um relevo fortemente ondulado, com altitude de 800 a 1.000 m do tipo Latossolo Vermelho Escuro e Podzólico.

Baccaro (1994) definiu três grandes unidades morfológicas no Município de Uberlândia, a saber: a) área de relevo medianamente dissecado; b) área de relevo intensamente dissecado; c) área de cimeira com topos planos e largos.

- Área de Relevo Medianamente Dissecado: corresponde ao setor com topos aplainados entre 700 e 900 metros de altitude, de vertentes suaves, interrompidas por rupturas locais mantidas pela laterita, onde ocorrem pequenos anfiteatros mais convexizados e elaborados, preferenciais para o afloramento do lençol subterrâneo. O substrato é formado principalmente pelos arenitos da Formação Adamantina, recobertos pelos

sedimentos da cobertura Cenozóica, alguns canais de drenagem têm seu nível de base nos basaltos da Formação Serra Geral.

- Área de Relevo Intensamente Dissecado: corresponde à borda da Chapada de Uberlândia, entre 650 e 800 metros de altitude, apresentando uma porção mais elevada com topos aplainados por volta de 900 e 950 metros de altitude, fazendo parte de uma grande chapada e se estender por toda essa região de Uberlândia e Araguari, remanescente de uma antiga superfície aplainada e a mais conservada nessa região do Triângulo Mineiro, correspondendo à superfície Sul Americana, elaborada a partir do Cretáceo Superior até o Terciário (Plioceno), caracterizada por extensos pediplanos e crostas lateríticas, num clima áspero e semi-árido.
- Área de Relevo de Topos Planos e Largos: está localizada entre 1000 e 1100 metros de altitude, vales espaçados com pouca ramificação da drenagem, vertentes com baixas declividades sustentadas pelo arenito da Formação Marília, recobertas pelos sedimentos do Cenozóico, ocorrendo uma massa significativa de solos hidromórficos próximas aos canais fluviais.

Em relação à geologia presente na área do município de Uberlândia, observa-se que, quase a totalidade da área do Triângulo Mineiro está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná (Nishiyama, 1989), sendo representada pelas unidades geológicas de idade Mesozóica: as formações Botucatu, Serra Geral, Adamantina, Uberaba e Marília. A Figura 3 apresenta o mapa simplificado das unidades geológicas presentes no Triângulo Mineiro.

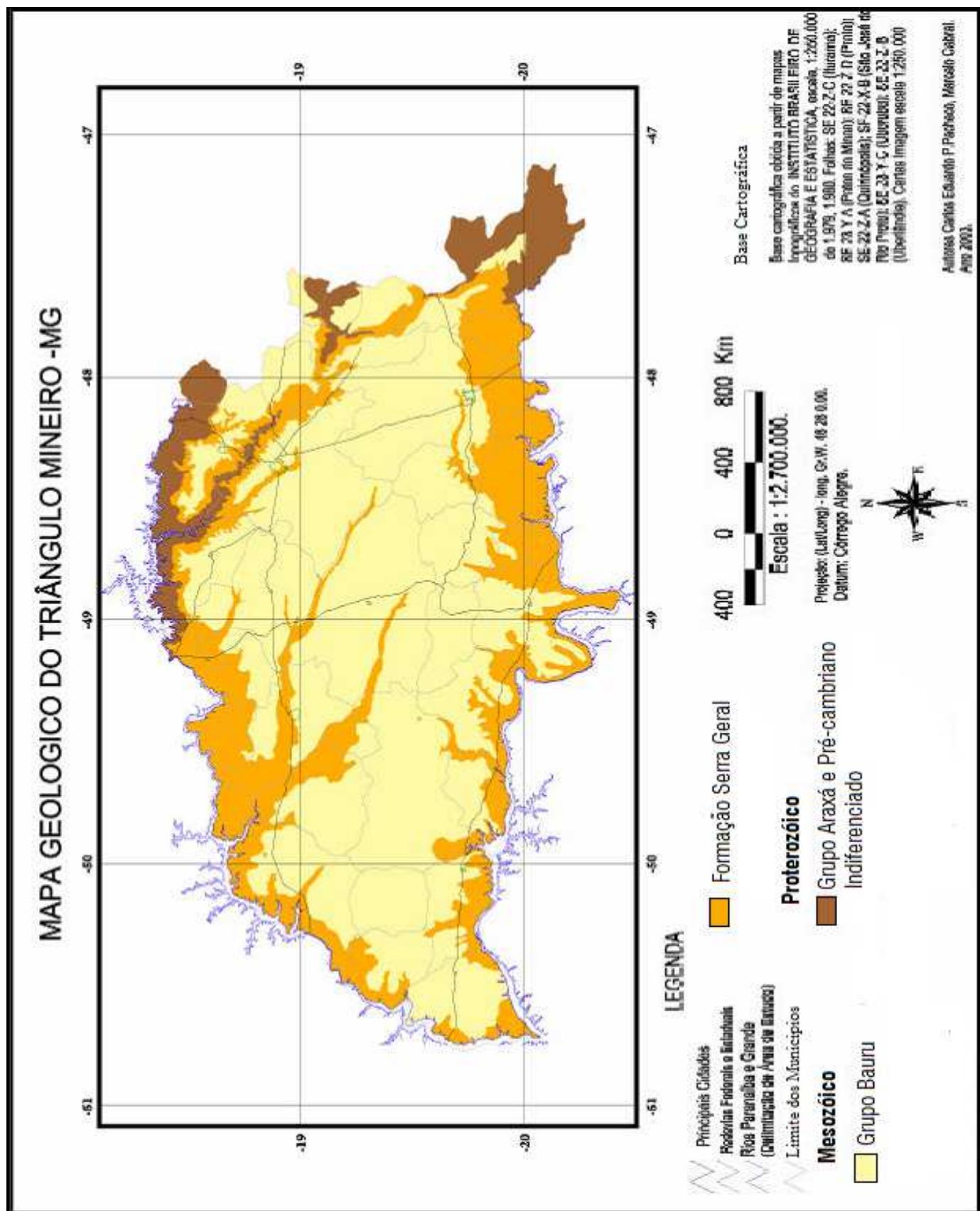


Figura 3:Mapa Geológico simplificado Triângulo Mineiro
Fonte: Pacheco e Nishiyama, 2003.

A Formação Serra Geral, de caráter vulcânico, caracteriza-se pelas idades Neojurássica (130 milhões) e Eocretácia (100 milhões). A sua distribuição horizontal é muito ampla no Triângulo Mineiro, contudo apresenta-se recoberta em grande extensão pelas litologias sedimentares do Grupo Bauru que impedem seu afloramento mais extensivo. Esta unidade é representada pelas rochas efusivas de natureza básica e lentes de arenitos intercaladas aos derrames (PAULIPETRO, 1981).

No perímetro urbano de Uberlândia os basaltos afloram no vale do rio Uberabinha e afluentes. Nos topo dos interflúvios a Formação Serra Geral encontra-se recoberta pelos sedimentos do Grupo Bauru e/ou sedimentos cenozóicos com espessuras que não ultrapassam 60 metros na área central da cidade (NISHIYAMA, 1989).

O Grupo Bauru é representado, na região do Triângulo Mineiro pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília. As litologias sedimentares desse grupo fecham a fase deposicional na Bacia Sedimentar do Paraná no Cretáceo Superior (65 milhões de anos), com deposição de sedimentos da Formação Marília (Maestrichtiano). No entanto, as rochas desse grupo encontram-se recobertas, em grande parte, pelos sedimentos cenozóicos.

A Formação Adamantina é representada, no município de Uberlândia, pelos arenitos de granulação média e grossa, coloração marrom, marrom avermelhada, teor de matriz sílico-argilosa variável nos bancos. Frequentemente apresentam feições maciças, mas localmente, exibem estruturas semelhantes à perfuração de vermes (NISHIYAMA, 1989).

A Formação Marília é constituída por arenitos conglomeráticos, com grãos angulosos, teor variável de matriz, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis. Esses sedimentos ocorrem em bancos com espessura média de 1 a 2 metros, geralmente maciços ou com estratificação horizontal incipiente e, mais raramente estratificação cruzada de médio porte com seixos concentrados nos estratos cruzados. Presença de camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários pode ser observada na

unidade. A feição morfológica característica da região de ocorrência da Formação Marília é o relevo de topo plano e de bordas abruptas graças à cimentação da rocha. O arenito apresenta coloração predominantemente rósea enquanto que os conglomerados ostentam tons de cinza-claro e creme. (SOARES et al., 1980 *apud* NISHIYAMA, 1989).

Nishiyama (1989) afirma que, os sedimentos Cenozóicos ocorrem em quase toda a extensão do município de Uberlândia, capeando as rochas mais antigas, ocupando todos os níveis topográficos desde as áreas de chapadas até as vertentes dos vales fluviais. Geralmente, as camadas rudáceas cenozóicas constituem diversos níveis de espessuras variáveis na sua área de ocorrência. A cimentação incipiente dos materiais sedimentares recentes tem levado a problemas de erosão acelerada nas áreas de sua ocorrência, principalmente onde existe a predominância de tipos arenosos.

Em relação aos solos, o município de Uberlândia apresenta, segundo os estudos da EMBRAPA (1999 e rev.2006), uma maior porcentagem de área do tipo Latossolo Vermelho-escuros álico, coincidindo genericamente com a área de relevo dissecado. Outra grande porção é constituída pelo Latossolo vermelho-escuro distrófico, o qual ocupa uma grande área do médio curso da bacia do rio Uberabinha. O Latossolo Vermelho-amarelo álico aparece principalmente nas porções mais altas do Município, ou seja, nas cabeceiras e topos interfluviais dos Rios Uberabinha e Bom Jardim. O latossolo Roxo distrófico e eutrófico surgem nas vertentes e interflúvios do baixo curso do Rio Uberabinha e nas médias e altas bacias dos afluentes do Rio Araguari, conforme indicado pela Figura 4.

O Argiloso Vermelho-amarelo eutrófico e o Cambissolo eutrófico estão presente nas proximidades do fundo de vale do Rio Araguari com seus afluentes. Os solos designados por glei húmico álico e distrófico são encontrados em muitos fundos de vales. Também aparecem suspensos nas médias vertentes, sobre crostas lateríticas.

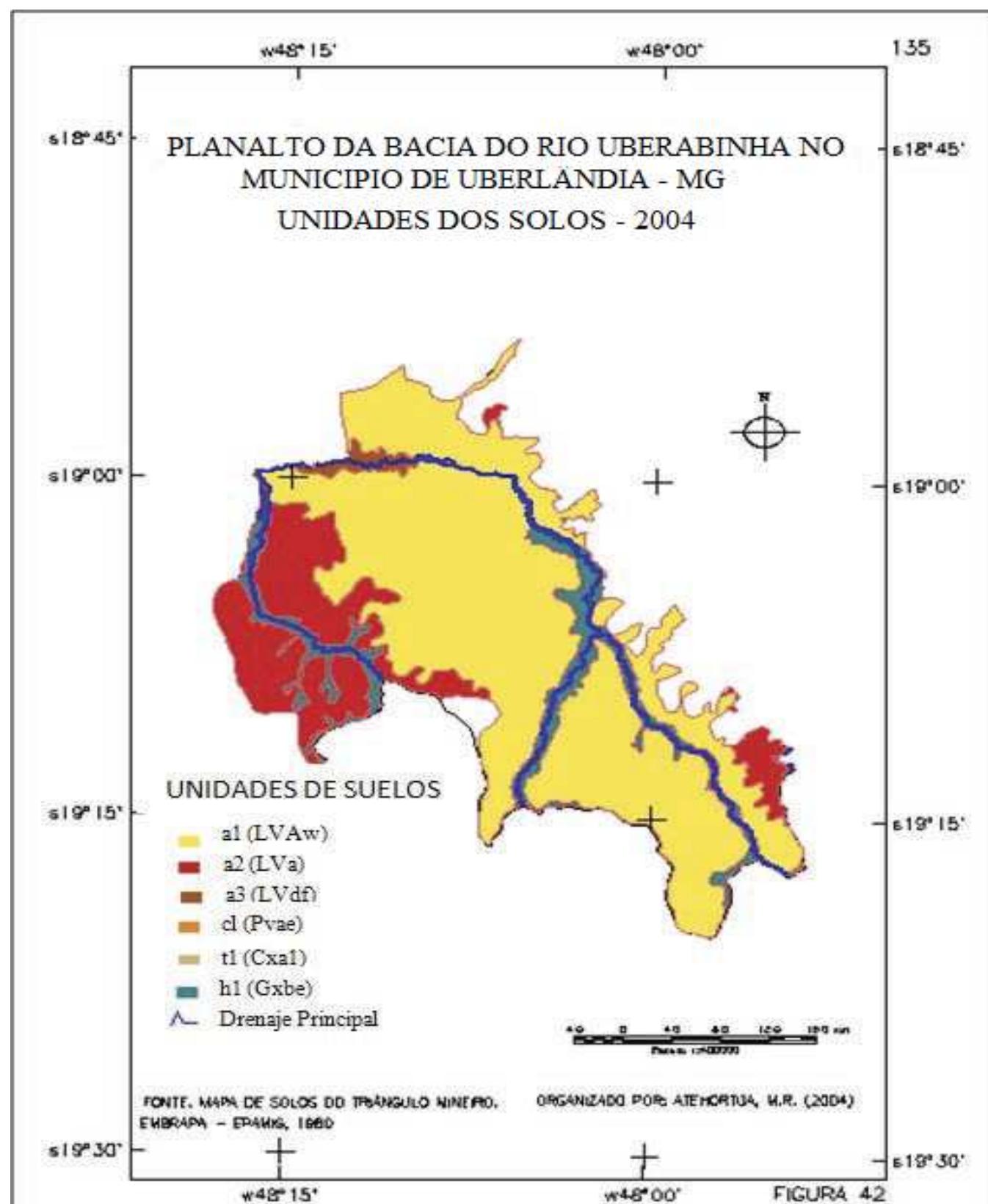


Figura 4: Unidades de solos do alto curso do rio Uberabinha.

Fonte: Atehortúa, M.R; Sanabria, Y. R; Brito, J. L. S; Rodrigues, S. C., 2010.

Quando se considera a vegetação do Município de Uberlândia, Brito e Prudente (2005) explicam que, está inserida no bioma Cerrado, sendo seus principais tipos fisionômicos avereda, campo limpo, campo sujo, Cerrado, cerradão, mata de várzea, mata galeria ou ciliar e mata mesofítica.

A vegetação de Uberlândia é o reflexo da predominante, de forma geral, no domínio natural dos Cerrados. São características da região, a mata mesofítica (de galeria e de encosta) e a mata xeromórfica (cerradão), diversos tipos savânicos, como o campo cerrado e o campo sujo, além das veredas. Cabe ressaltar a importância da vereda para a caracterização do cerrado.

As veredas são circundadas por campo limpo, geralmente úmido onde se encontram os buritis com altura média de 12 a 15 metros e a cobertura vegetal varia de 5 a 10%. As veredas são encontradas em solos hidromórficos, saturados durante a maior parte do ano. Nas cidades de forma geral e, especificamente em Uberlândia, as áreas de vereda são recorrentemente degradadas causando profundos desequilíbrios ambientais (SCHIAVINI; ARAÚJO, 1989).

No que respeita à rede hidrográfica do Município de Uberlândia tem-se que, faz parte da bacia do rio Paranaíba, tendo afluentes dos rios Araguari e Tijuco. O Rio Uberabinha, afluente da Bacia do Rio Araguari é de grande importância para a cidade, constituindo-se, em conjunto com seus afluentes, no manancial utilizado para o abastecimento de água da população.

A bacia hidrográfica do Uberabinha localiza-se na porção oeste do estado de Minas Gerais, na Mesorregião do Triângulo Mineiro (Figura 5). A área drenada abrange um total de 2.188,3 km² (Feltran Filho, 1997; Feltran Filho e Lima, 2007) e está balizada pelas coordenadas geográficas de 18° 35'45" a 19°26'09" de latitude Sul e 47°49'39" a 48°39'08" de longitude Oeste.

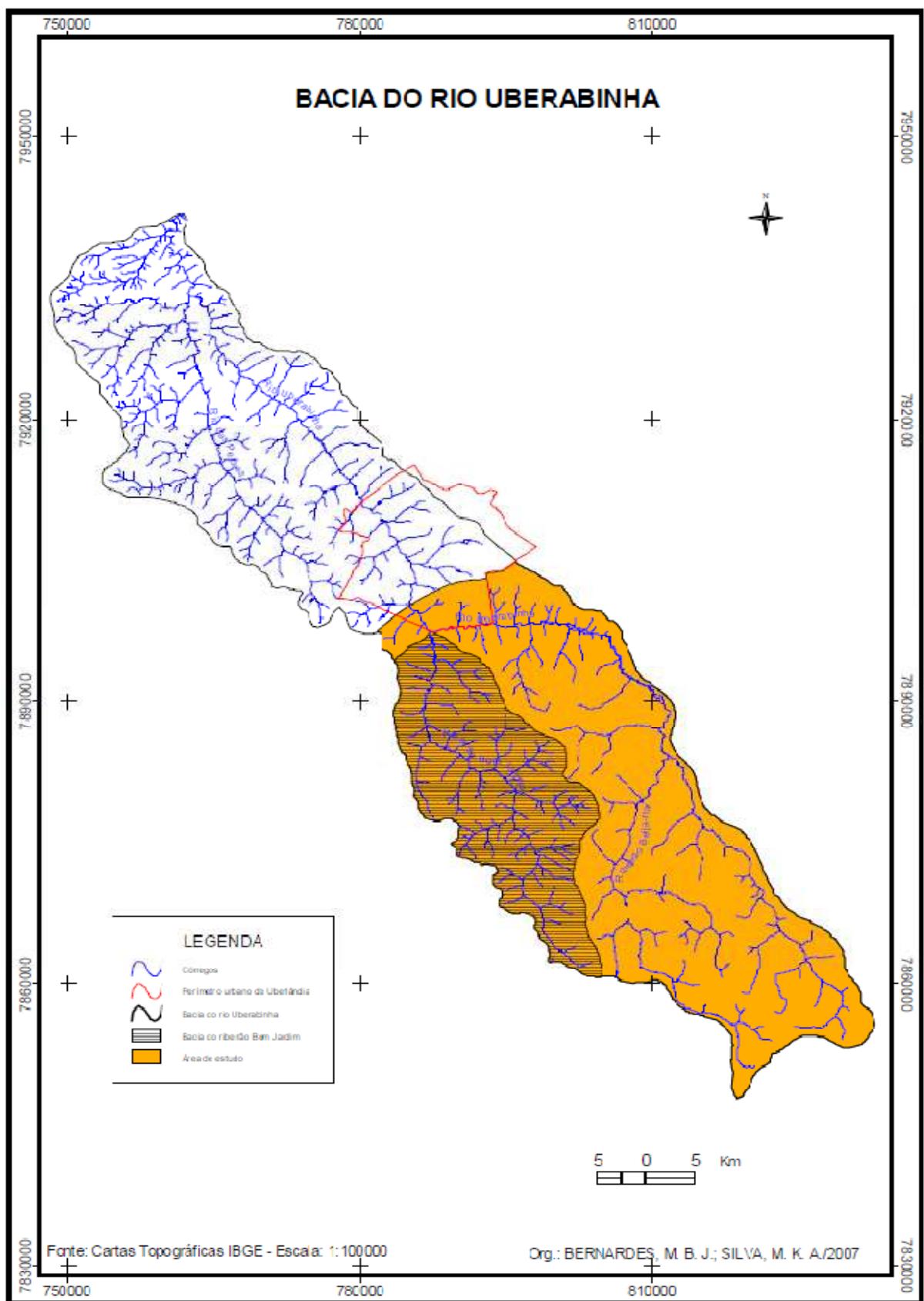


Figura 5: Delimitação da Bacia do Rio Uberabinha.
Fonte: BERNARDES, 2007.

A bacia do rio Uberabinha está inserida parcialmente, nos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara. O rio Uberabinha possui uma extensão de 149,8 km (Shimizu 2000). Suas nascentes estão localizadas a noroeste do município de Uberaba onde estende por 15,4 km antes de adentrar no município de Uberlândia. A partir da divisa municipal percorre, no sentido sudeste-noroeste até chegar na sua foz no rio Araguari uma distância de aproximadamente 134,4 km dentre os quais cerca de 26 km na área urbana de Uberlândia.

O Rio Uberabinha é de grande importância para a cidade de Uberlândia, constituindo-se no único manancial, até o momento, utilizado no abastecimento de água para a população. Ele nasce ao norte do município de Uberaba, atravessando Uberlândia, e desembocando no Rio Araguari a noroeste do município, numa extensão de 118 km. Seus principais afluentes, os Ribeirões Beija-Flor e Bom Jardim estão na zona rural.

Na zona urbana os afluentes são menores, representados pelos Córregos Cajubá (canalizado), São Pedro (canalizado), das Tabocas, do Óleo, Jataí, Lagoinha (parte canalizado), Salto, Guariba, Lobo, Moji, Cavalo, Vinhedo, Buritizinho, Liso, Bom Jardim, Ribeirão Beija-flor, Abril, Jacari, Caroço, Pito Aceso, Carvão, Glória e Celebridade. A Figura 8, mostra a localização dos principais córregos aqui citados (Figura 6).

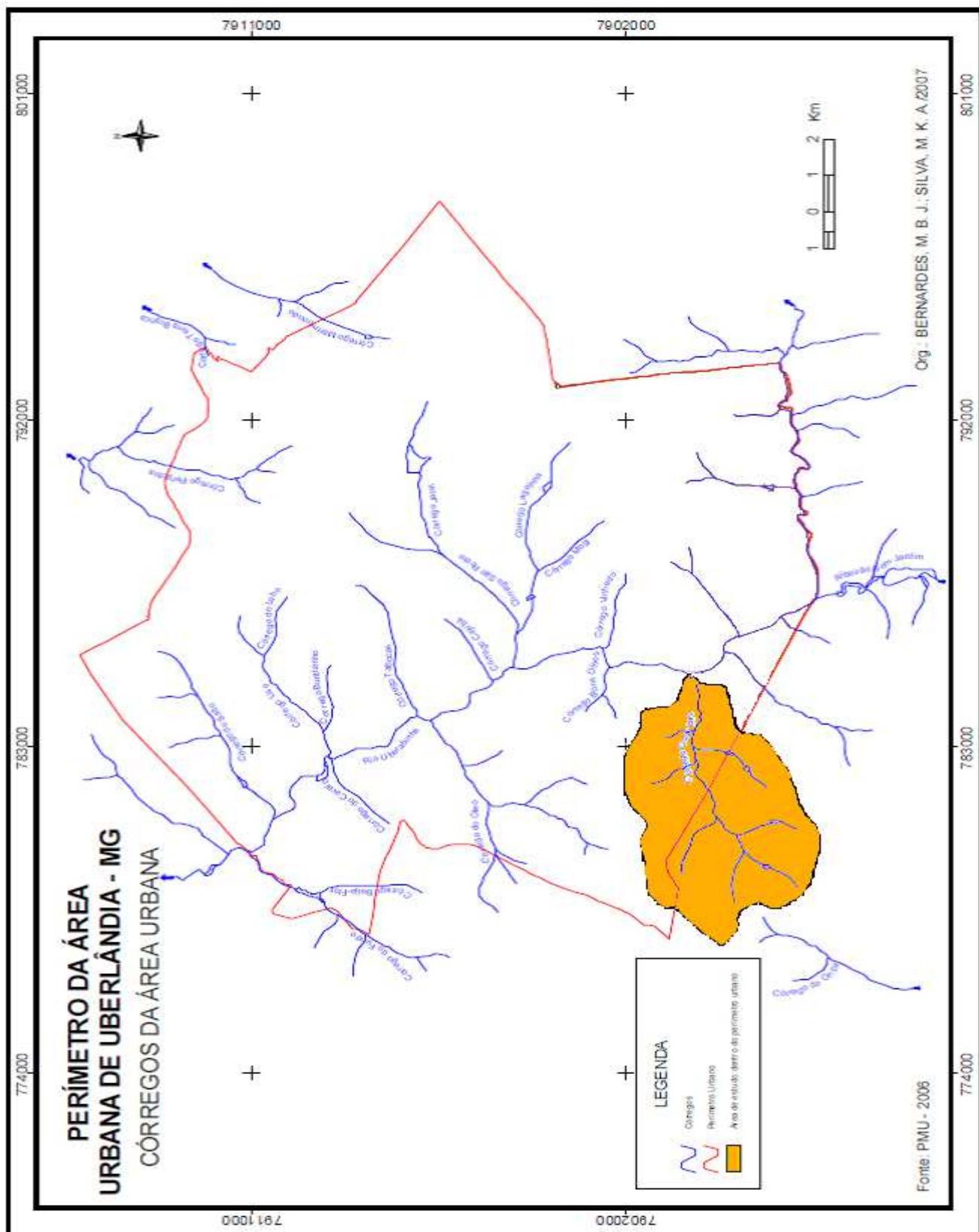


Figura 6: Mapa de localização da área urbana de Uberlândia – MG e da área de estudo. Fonte: BERNARDES, 2007, modificado por PAVANIN, 2014.

Especificamente, em relação à bacia do Córrego das Guaribas, objeto do presente trabalho, tem-se que está localizada na porção sudoeste da área urbana de Uberlândia, Minas Gerais, compreendida na zona 22, entre as coordenadas Geográficas $18^{\circ}58'10,0''$ S – $48^{\circ}17'35,48''$ O e $18^{\circ}58'52,58''$ S – $48^{\circ}21'16,04''$ O, comum a área aproximada de 24,38 km², na margem esquerda do rio Uberabinha. O Córrego possui ao todo, dez nascentes, sendo que três estão dentro do perímetro urbano e o restante está na zona rural do município, conforme indica a Figura 7.

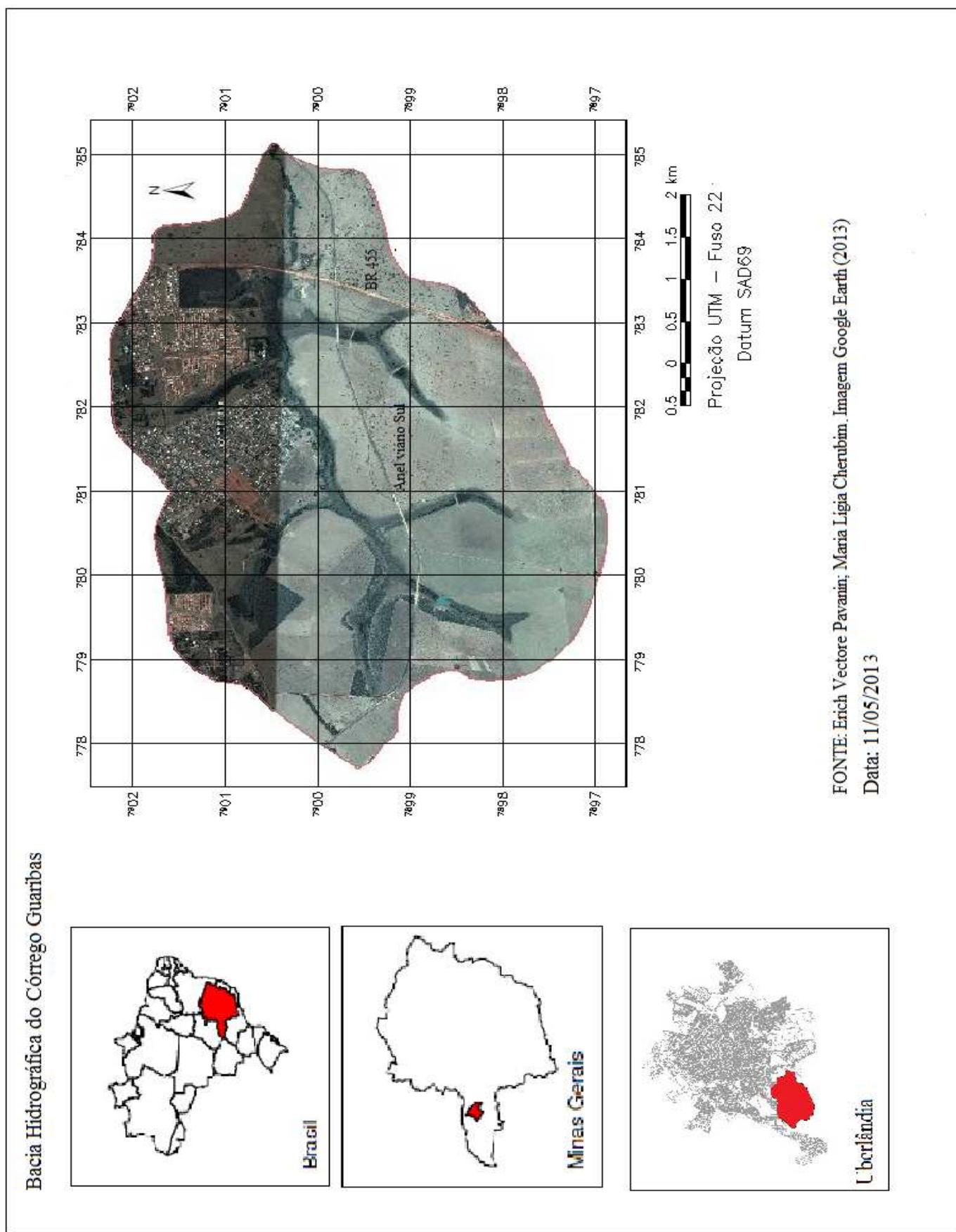


Figura 7: Bacia do córrego Guaribas.
Fonte: PAVANIN, 2014.

De acordo com o zoneamento da Prefeitura Municipal de Uberlândia (2007), a bacia hidrográfica do Córrego Guaribas abrange além da zona rural do município, os bairros Jardim Canaã, Jardim Holanda, Jardim das Palmeiras no setor oeste e o bairro Nova Uberlândia, no setor sul do município, como demonstrado na Figura8. A estimativa populacional desses bairros é de aproximadamente 12.600 habitantes.

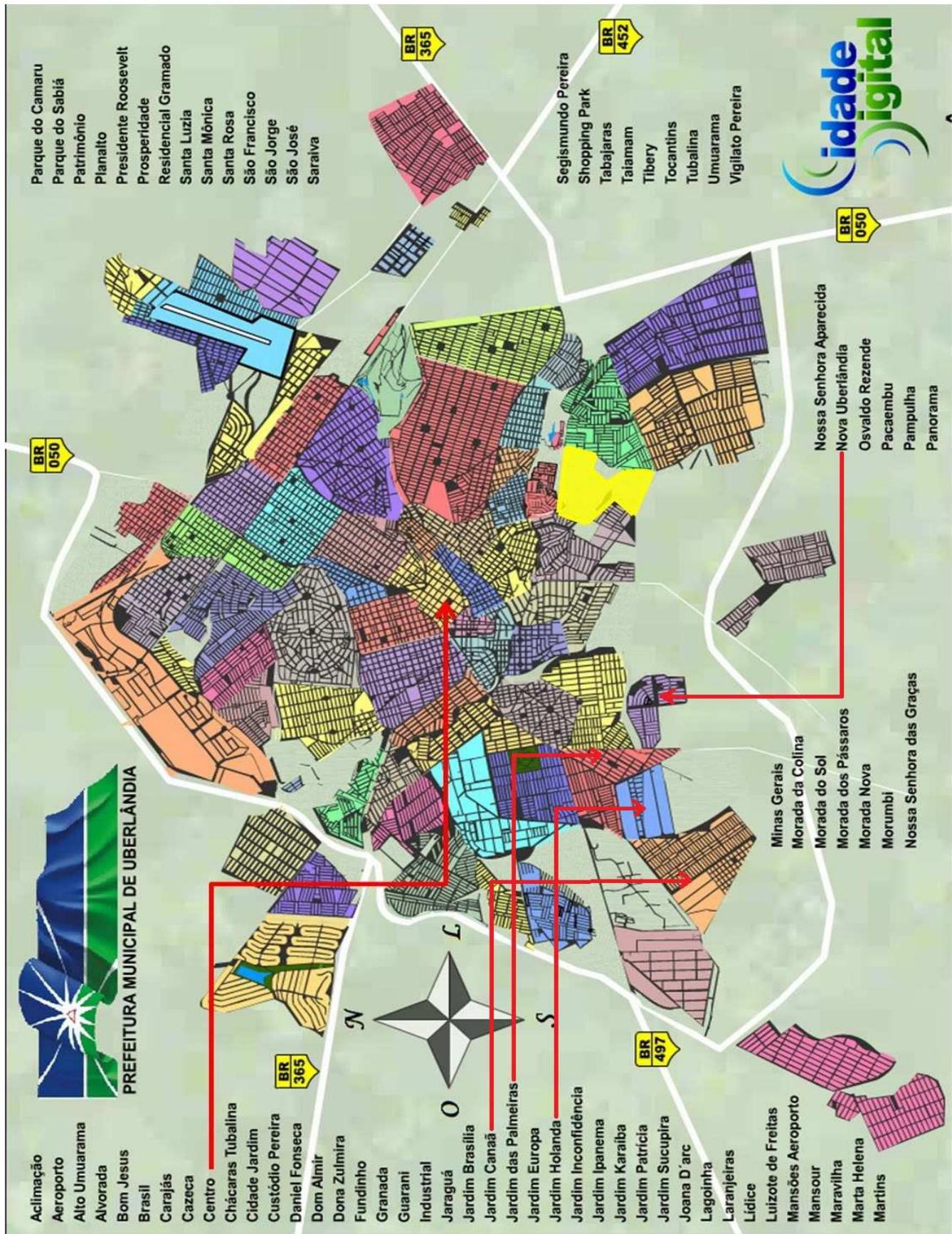


Figura 8: Malha urbana de Uberlândia em 2009 com destaque para os Bairros Jardim Canaã, Jardim Holanda, Jardim das Palmeiras e Nova Uberlândia na cidade de Uberlândia.

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Cidade Digital.

O Diário Oficial do Município de Uberlândia – MG de 14/04/2011 – Edição Especial 3.643, tratou sobre o parcelamento e zoneamento do uso e ocupação do solo do município. Nesse contexto, a Bacia do Córrego Guaribas abrange duas zonas com critérios de parcelamento uso e ocupação específicos: a Zona de Proteção Parcial e a Zona Residencial 1. A bacia abrange ainda uma pequena parte dos bairros Jardim das Palmeiras e Chácaras Panorama.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de se alcançar o objetivo proposto, optou-se pelo seguinte procedimento:

Para o estudo da vulnerabilidade ambiental da área dentro do limite da Bacia do Córrego das Guaribas, foi utilizado o método de análise multicriterial, identificado como Método Analítico Hierárquico.

De acordo com Fidalgo (2003), o método de análise multicriterial consiste em reunir diversas características de uma dada região e atribuir pesos e valores para os mesmos. O resultado dessa análise facilita a tomada de decisão, mostrando as opções prioritárias para o objetivo considerado. É importante esclarecer que, nesse método para a definição de critérios e pesos, vários autores sugerem a adoção da Técnica Participatória, que consiste na avaliação das áreas de interesse da pesquisa por diferentes especialistas.

Segundo Francisco (2006), existe um grande número de métodos multicriteriais para auxílio à tomada de decisão, a seleção do método depende do problema particular considerado, das preferências do tomador de decisão e de muitos outros fatores.

6.1. MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo dos anos de 1979, 1997, 2007, 2011 e 2013, foram utilizadas diversas fotografias aéreas de diferentes anos de obtenção e imagens do satélite.

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo na bacia para o ano de 1979 foram utilizadas 11 fotografias aéreas, para o recobrimento da área estudada. As fotografias foram cedidas pelo Laboratório de Cartografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia em formato digital. No mapa de 1997, foram utilizadas

45 fotografias aéreas para o recobrimento da área estudada, também cedidas pelo referido laboratório. Para o mapa do ano de 2007, foram utilizadas 20 imagens do satélite Quickbird, de propriedade da Prefeitura de Uberlândia e disponíveis em formato digital no Laboratório já citado e que se encontravam registradas. Para os mapas de 2011 e 2013, foi utilizada imagem do software Google Earth.

Foram utilizadas para a delimitação da Bacia Hidrográfica do Córrego das Guaribas, as cartas topográficas editadas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicação MI-2488/1-NE e MI-2451/3-SE Uberlândia, na escala 1:25.000, já digitalizadas pelo Instituto de Geografia da UFU do ano de 1979.

Dessa forma, observando as marcações das curvas de nível das referidas cartas e com o auxílio do *software* Spring, disponibilizado gratuitamente pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) no seu sítio eletrônico, delimitou-se a área referente à Bacia Hidrográfica do Córrego das Guaribas.

Posteriormente, com as imagens já registradas, utilizou-se o módulo Impima do Spring para recortar as imagens, a partir do limite da Bacia definido nas etapas anteriores, com o intuito de facilitar o processamento das imagens e melhorar a visualização da carta temática.

A metodologia para a caracterização e mapeamento de categorias de uso do solo baseou-se em ROSA (2003), que define as seguintes etapas: (1) elaboração de um mapa base contendo os limites da área de estudo, a drenagem, as coordenadas, as rodovias etc; (2) elaboração de uma chave de fotointerpretação; (3) interpretação visual preliminar das imagens, visando estabelecer uma associação entre aspectos identificados nas imagens e com os correspondentes existentes no terreno.

Desta forma, no Spring foram delimitados visualmente sobre o recorte da bacia, os usos e ocupações do solo mais facilmente identificáveis como: loteamentos urbanos, estradas, solo exposto, culturas, cerrado, áreas de pastagem, construções (represas), dentre outras.

6.2. MAPAS DE VULNERABILIDADE

O mapeamento da vulnerabilidade ambiental da área estudada, foi idealizado a partir da elaboração de dois mapas de vulnerabilidade ambiental, um focando na vulnerabilidade da região em relação aos processos erosivos e o outro, baseado nos fatores que possibilitam a contaminação química da água. Para tal foi necessário o mapeamento e cruzamento de diversos fatores considerados importantes para a determinação dessa vulnerabilidade, sendo que, para cada um dos mapas foram cruzados quatro fatores, os quais serão descritos adiante.

Em se tratando dos mapas de vulnerabilidade ambiental relacionados à erosão e contaminação química das águas superficiais do córrego, foi realizada a análise integrada de informações contidas nas cartas referentes à declividade, uso e ocupação, tipos de materiais inconsolidados e profundidade do nível d'água. De posse dos quatro planos de informação, utilizou-se o método de análise de multicritérios, passível de integração em ambiente SIG denominado AHP (Analytic Hierarchy Process) ou Processo Analítico Hierárquico.

A análise acima referida foi desenvolvida por Thomas L. Saaty (1991), na década de 70 e definida por ele, como reflexo do que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Uma vez que, ao defrontar-se com um grande número de elementos, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa, ela os agrupa em grupos, segundo propriedades comuns. Essa decomposição do problema em grupos, ou níveis, foi definida por

ele como hierarquia, isto é, um sistema de níveis estratificados, cada um consistindo em tantos elementos ou fatores.

O processo de decisão utilizando AHP desenvolve-se ao longo de seis etapas, agrupadas em três estágios, listados a seguir:

Estágio 01 - Estruturação da Hierarquia de Decisão

- Estruturação da hierarquia;

Estágio 02 - Construção da Matriz de Comparação Pareada

- Construção da matriz;
- Verificações de consistência;
- Definir o valor da importância relativa (peso) de cada fator;

Estágio 03 - Priorização das Alternativas e Definição das Classes de Vulnerabilidade

- Priorização das alternativas
- Classificação final.

Segundo Grosh & Jarret (1994), a erosão do solo causada pela declividade, pode ocorrer em virtude de três fatores:

- 1) Aumento no desprendimento de partículas de solo provocado pelo maior ângulo de impacto das gotas da chuva sobre a superfície do solo.
- 2) Maior facilidade com que as partículas se movimentam no sentido da declividade pelo efeito da gravidade, para maiores declividades da superfície do solo.
- 3) Aumento da velocidade de escoamento superficial, o qual amplia a capacidade de transporte do escoamento.

Com relação à contaminação química d'água, a declividade pode influenciar a contaminação, através do escoamento superficial, quanto maior for à declividade, maior será o escoamento superficial. Para esse trabalho foi utilizado uma mapa de declividade já existente da área da bacia, representado pela Figura 9, elaborado por Oliveira (2009).

Cada classe de declividade recebeu um peso, indicando que quanto maior for esse número, maior será sua contribuição para o aumento da fragilidade ambiental (Tabela 1).

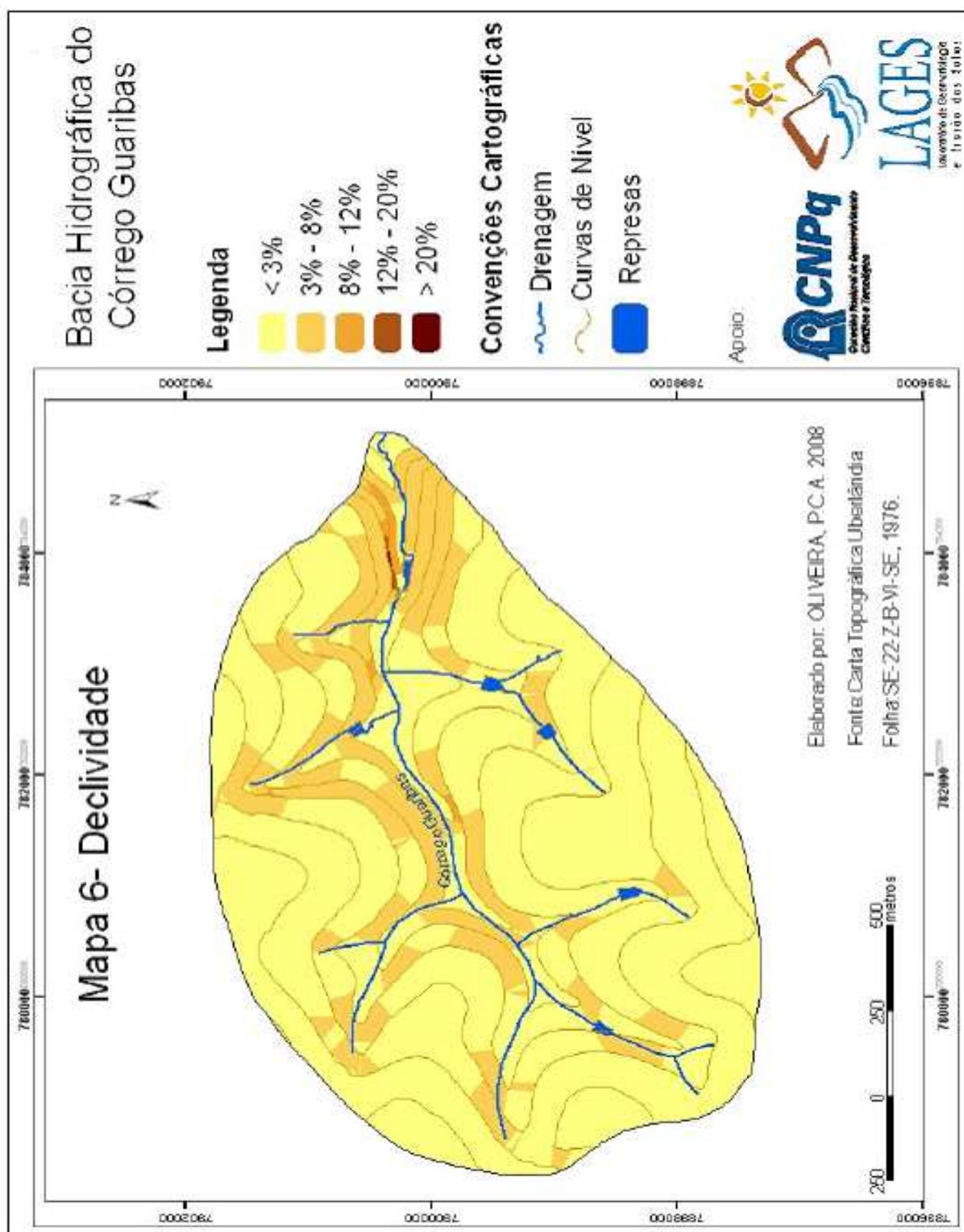


Figura 9: Mapa de declividade.
Fonte: Oliveira, P. C. A. (2009)

Tabela 1: Intervalos e valores da declividade presente no Córrego das Guaribas.

Intervalo de declividade	Classe de fragilidade Erosão/contaminação	Peso
< 3%	Muito baixa	1
3 a 8%	Baixa	2
8 a 12%	Média	3
12 a 20%	Alta	4
> 20%	Muito alta	5

Em relação ao material inconsolidado foram avaliadas características referentes à granulometria de cada tipo de unidade, fato que foi determinante para o estabelecimento das classes de fragilidade das unidades.

Para a vulnerabilidade relacionada à erosão, considerou-se que quanto maior a presença de arenitos da fração areia na constituição de determinado tipo de solo, maior a sua vulnerabilidade a erosão, já que os solos arenosos, com espaços porosos maiores, durante uma chuva de pouca intensidade, pode absorver toda água, não havendo nenhum dano, contudo, como possui baixa proporção de partículas argilosas que atuam como uma ligação de partículas grandes, pequena quantidade de enxurrada que escorre na sua superfície pode arrastar expressiva quantidade de solo, como explica Sengik (2005).

No que diz respeito à vulnerabilidade a contaminação química, considerou-se o que solos argilosos são menos permeáveis, mais susceptíveis a escoamento superficial, propiciando um maior carreamento de poluentes para o córrego. Sengik (2005) argumenta que em solos argilosos, com espaços porosos bem menores, a penetração da água é reduzida, sendo escorrida mais na superfície. Todavia, a força de coesão das partículas é maior, o que aumenta a resistência à erosão.

Na área da bacia do córrego das Guaribas constatou-se através da análise do mapa de materiais inconsolidado, que pode ser observado na Figura 10, que os solos de origem basáltica (Formação Serra Geral) são pouco comuns, ocupando apenas o equivalente a 2,7% da área total dentro do limite da bacia. Os solos originados dos basaltos possuem como características: espessura inferior a 2 metros, textura argilo-siltosa, coloração vermelho-escura, arroxeadas, ocre-amarelada. Comumente, apresenta fragmentos arredondados de basalto em avançado estado de decomposição.

Na bacia do Córrego das Guaribas os solos da formação Marília ocupam a maior parte da área, 86% do total. Esses solos possuem como características, espessuras superiores a cinco metros, textura areno-argilosa, coloração em diferentes matizes de vermelho.

Segundo Diniz (2005), os solos hidromórficos, são solos minerais sem características aluviais, relacionados com situações de drenagem interna e externa muito limitadas, com inundação temporária à superfície e encharcamento quase permanente ou apenas temporário dos níveis superiores do perfil, determinando acumulações de matéria orgânica e fenômenos de redução e reoxidação de compostos de ferro e/ou manganês, que têm uma redistribuição descendente quando não existe lençol aquífero e ascendente, no caso contrário. O processo pedogenético dominante é o da hidromorfogenia, embora se verifiquem casos de perfis mais ou menos evoluídos devido à atuação conjunta de outro processo também ligado à presença de água (lavagem).

Na área da bacia do córrego das Guaribas esse solo é encontrado exclusivamente onde há veredas, ocupando 8% da área total, possui como características, espessuras que variam entre dois e cinco metros, textura argilosa a argilo-arenosa, coloração amarelada, ocre e branco-acinzentada. É comum a presença de camadas orgânicas decimétricas a métricas (raramente superiores a dois metros).

Os solos do tipo Colúvio Serra Geral e Marilia, ocupam aproximadamente 3,5% da área total da bacia do córrego das Guaribas, possuem como característica espessuras variáveis entre dois e cinco metros, textura argilosa a argilo-arenosa, coloração vermelho-escura. Comum à presença de pedregulhos e seixos.

Dentro dessa lógica foi pensado que, no caso da erosão do solo, quanto maior for à quantidade de arenitos da fração areia presentes na constituição de determinado tipo de solo, maior será seu peso e, consequentemente mais crítica será sua classe de fragilidades. Com relação à contaminação química da água, foi considerado que quanto maior for à presença de material argiloso na constituição do solo, maior será sua capacidade de escoamento e, na sequência, de transporte de materiais possivelmente danosos ao meio ambiente, logo possuirá pesos maiores e uma classe de fragilidade mais preocupante.

Tabela 2: Tipos e valores das formações superficiais presentes no Córrego Guaribas

Tipos de formação superficial	Classe de fragilidade Erosão	Pesos	Classe de fragilidade Contaminação química da água	Pesos
Residuais Formação Serra Geral	Muito Baixa	1	Alta	4
Colúvio Serra Geral e Marilia	Baixa	2	Média	3
Hidromórficos	Baixa	2	Média	3
Residuais Formação Marilia	Alta	4	Baixa	1

Com relação à profundidade do nível de água os pesos e classes de fragilidade foram atribuídos considerando que, quanto mais raso o nível da água, maior será sua influencia sobre os processos erosivos e de contaminação das águas do córrego, logo possuirá um valor de vulnerabilidade maior. A figura 11 apresenta os níveis de profundidade da bacia do Córrego das Guaribas.

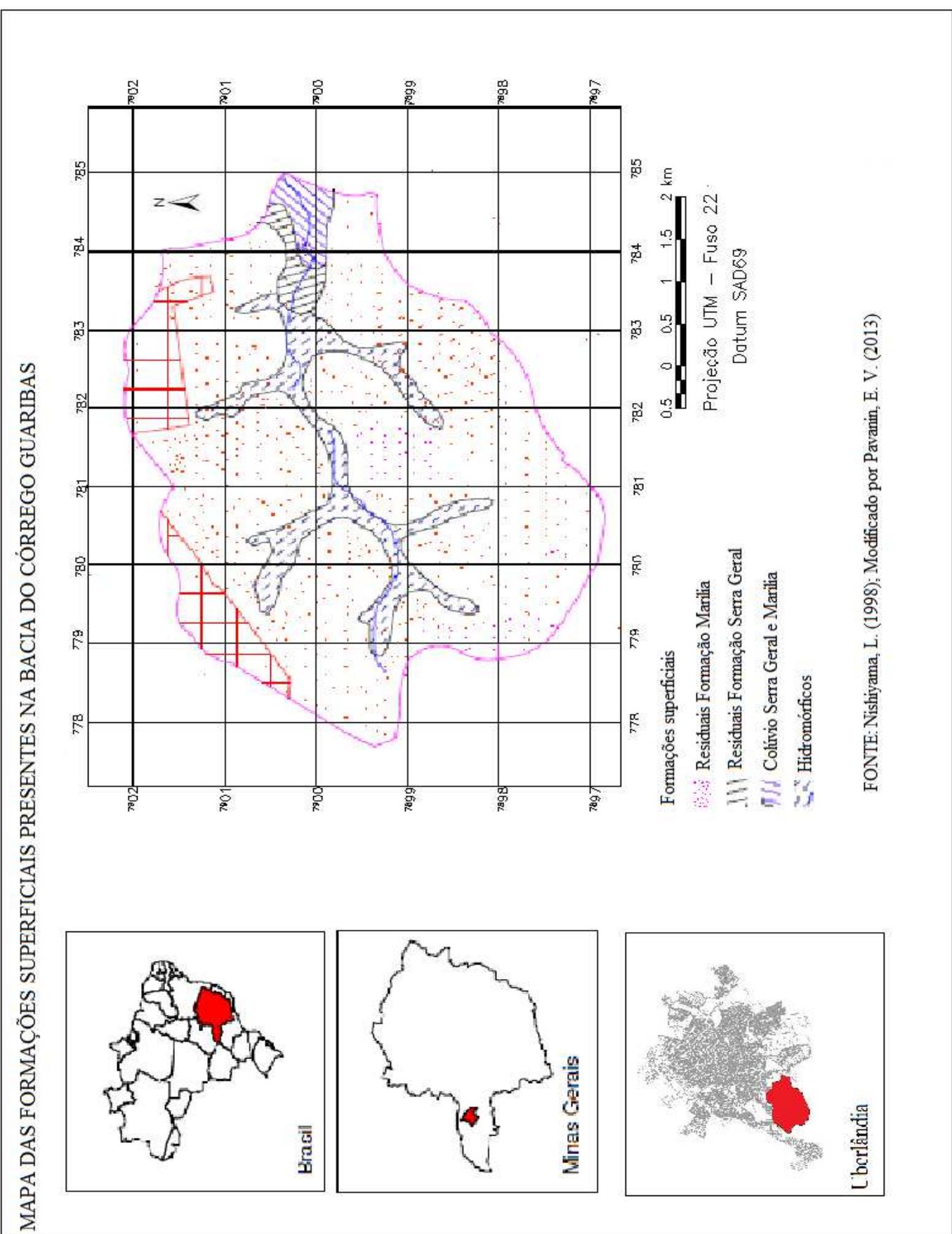


Figura 10: Mapa do material inconsolidado na bacia do córrego Guaribas.
Fonte: Nishiyama, L. (1998); Modificado por Pavanin, E. V. (2013)

FONTE: Nishiyama, L. (1998); Modificado por Pavanin, E. V. (2013)

MAPA DAS PROFUNDIDADES DO NÍVEL DE ÁGUA DA BACIA DO CÓRREGO GUARIBAS

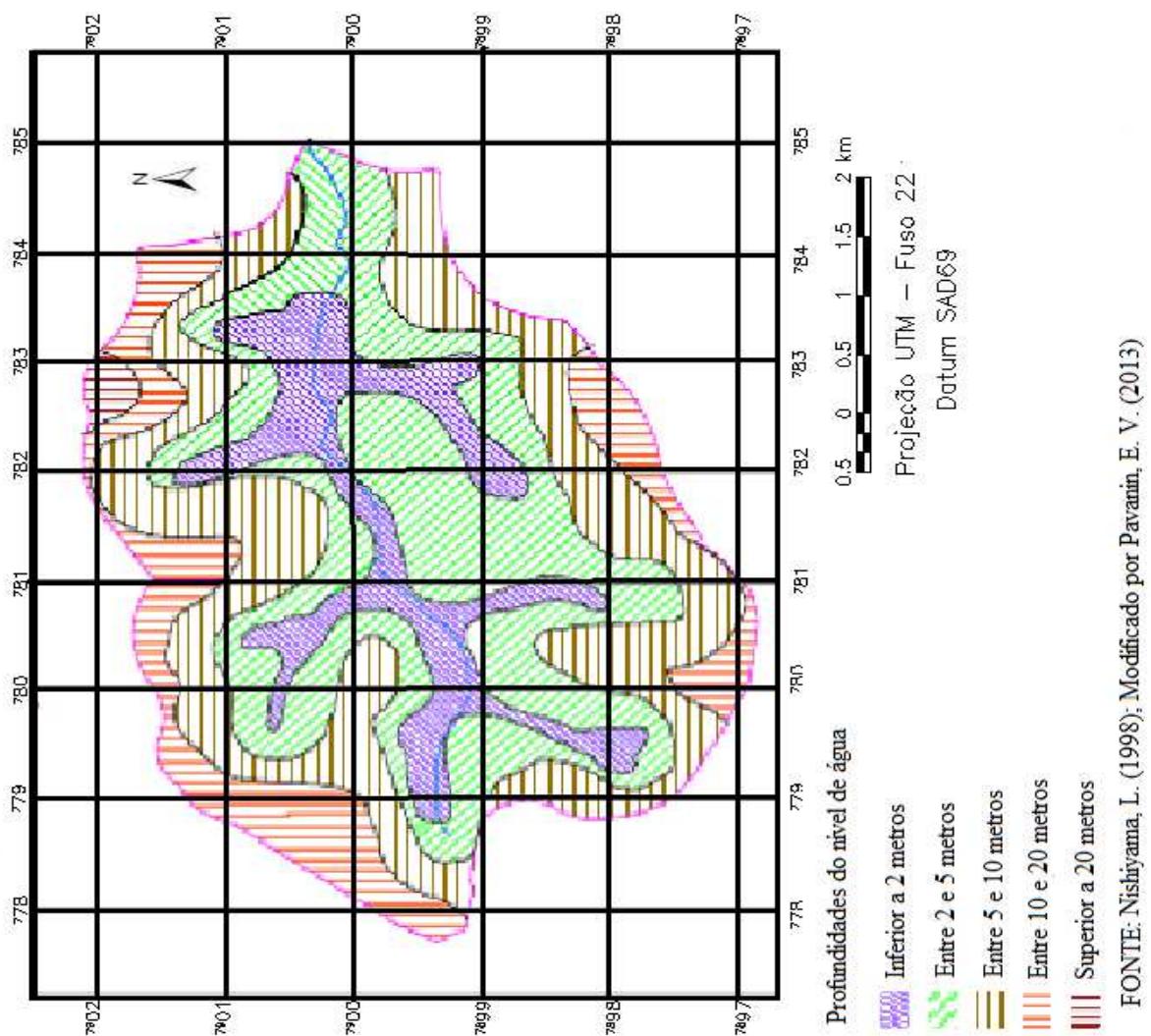
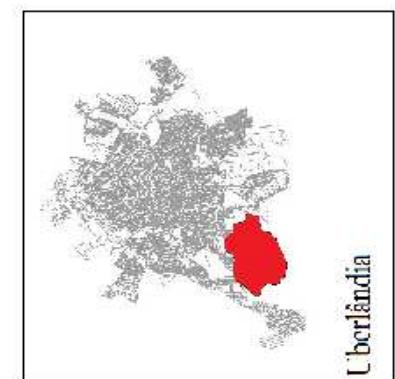
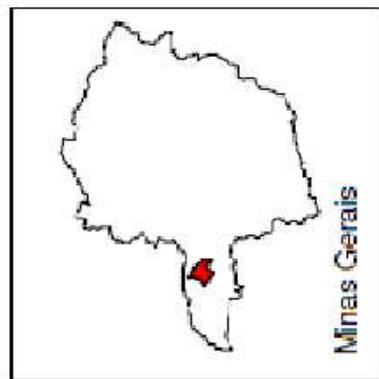
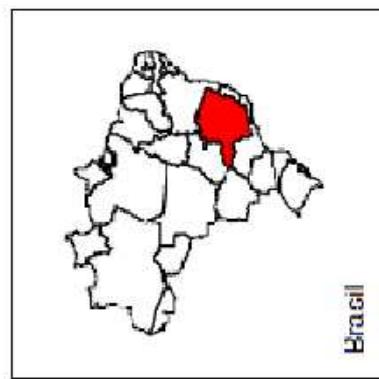


Figura 11 Mapa da profundidade do nível de água.
Fonte: Nishiyama, L. (1998); Modificado por Pavanin, E. V. (2013)

Segundo Lima (2008), durante uma chuva torrencial, a água, inicialmente, tende a mover-se para áreas mais baixas, em lençóis, ou seja, não se canalizam.

A presença de lençóis d'água rasos (profundidade menor ou igual a 5 metros) representa uma maior susceptibilidade à ocorrência de escoamentos superficiais que acrescido à baixa coesão dos solos arenosos e com baixa capacidade de apoio, condicionam a desestabilização de paredes de escavação e o desenvolvimento de processos erosivos, notadamente em locais de confluência de fluxos d'água pluviais, os quais, por sua vez, podem conduzir ao assoreamento de áreas próximas às interferências.

Com relação à contaminação química, essa ocorre devido à infiltração de agentes contaminantes geralmente associados à ocorrência de chuvas. Lençóis d'água rasos possuem uma maior susceptibilidade a esse tipo de contaminação graças a sua baixa profundidade em relação à superfície, essa característica propicia a infiltração desses possíveis contaminantes no lençol freático, contaminando as águas superficiais durante a recarga das nascentes e os cursos d'água.

Dentro dessa lógica e das profundidades identificadas no limite da bacia do Córrego das Guaribas, foi considerado que as áreas possuidoras de lençóis d'água com profundidades inferiores a 2 metros, estão em uma condição de extrema fragilidade, logo possuirão o peso máximo tanto em relação à vulnerabilidade a erosão quanto à contaminação química da água. Já as localidades onde a profundidade é superior a 20 metros, estão em uma condição de fragilidade muito baixa e possuíram um peso muito baixo. Como demonstrado pela Tabela 3.

Tabela 3: Profundidades e pesos do nível de água presentes na Bacia do Córrego das Guaribas

Profundidade do nível de água	Classe de fragilidade Contaminação química da água/ erosão.	Valor
Inferior a 2 metros	Muito alta	5
Entre 2 e 5 metros	Alta	4
Entre 5 e 10 metros	Média	3
Entre 10 e 20 metros	Baixa	2
Superior a 20 metros	Muito Baixa	1

Todos os tipos de usos e ocupações do solo presentes nos mapas de uso da terra, especificamente o de 2013, receberam pesos indicando o seu grau de fragilidade. Nesse sentido, situações agravantes observadas nos trabalhos de campo foram apontadas, agregando valores atribuídos aos pesos, como demonstrado nas tabelas 4 e 5, os quais resultaram em alguns casos, na mudança de uma classe de fragilidade inicialmente menor, para outra classe superior.

No presente estudo foi considerado que, os usos que possuem elevados valores de impacto ambiental, como por ex.: a urbanização terá um grau de fragilidade inicialmente baixo, pois teoricamente, os ambientes urbanos estão tão modificados que acabam por diminuir sua fragilidade inicial por já se encontrarem impactados e, de algum modo, adaptados a essa condição. Por outro lado, usos que ainda possuem baixos índices de impactos ficarão em uma situação de possível fragilidade, sendo esta intensificada pelos agravantes.

Tabela 4: Tipos e pesos dos diferentes usos do solo presentes no Córrego das Guaribas para a contaminação química da água.

Uso e Ocupação	Classe de fragilidade Contaminação química da água.	Pesos	Agravantes	Adicionais dos agravantes
Vereda	Média	3	Represas	0,5
			APPs Irregulares	0,5
			Proximidade da área urbana	1
			Esgoto	1
Cerrado	Média	3	Ausência de áreas de amortecimento	0,5
			Proximidade da área urbana	1
			Remanescentes isolados	0,5
Pastagem	Baixa	2	Manejo com terraços em nível	0
			Manejo com ausência de terraços em nível	1
Cultura	Baixa	2	Manejo com terraços em nível	0
			Manejo com ausência de terraços em nível	1
Área Urbana	Muito Baixa	1	Solo exposto	0
			Solo impermeabilizado	1
			Alta densidade populacional	1
			Baixa densidade populacional	0
			Presença de infraestruturas básicas (Ex: esgoto canalizado, ruas asfaltadas, etc.)	0
			Ausência de infraestruturas básicas	1
			Presença de plantações e criação de animais próximos as APPs.	1

Tabela 5: Tipos e pesos dos diferentes usos do solo presentes no Córrego das Guaribas para a erosão do solo.

Uso e Ocupação	Classe de fragilidade Erosão	Pesos	Agravantes	Adicionais dos agravantes
Vereda	Média	3	Represas	0,5
			APPs Irregulares	0,5
			Proximidade da área urbana	1
			Esgoto	0,5
Cerrado	Média	3	Ausência de áreas de amortecimento	0,5
			Proximidade da área urbana	1
			Remanescentes isolados	0,5
Pastagem	Baixa	2	Pastagem degradada	1
			Pastagem com manejo	0
Cultura	Baixa	2	Cultura anual	1
			Cultura perene	0
Área Urbana	Muito Baixa	1	Solo exposto	1
			Solo impermeabilizado	1
			Alta densidade populacional	1
			Baixa densidade populacional	0
			Presença de infraestruturas básicas (Ex: esgoto canalizado, ruas asfaltadas, etc.)	0
			Ausência de infraestruturas básicas	1
			Presença de plantações e criação de animais próximos as APPs.	1

Considerando, o somatório dos pesos de fragilidade para cada atributo, os mapas de declividade, uso e ocupação, materiais inconsolidados e profundidade do nível de água foram sobrepostos, gerando os mapas de Vulnerabilidade Ambiental para o ano de 2013. Dessa forma, foram identificadas quatro classes de fragilidade com intervalos diferentes para cada mapa:

Intervalos da vulnerabilidade:

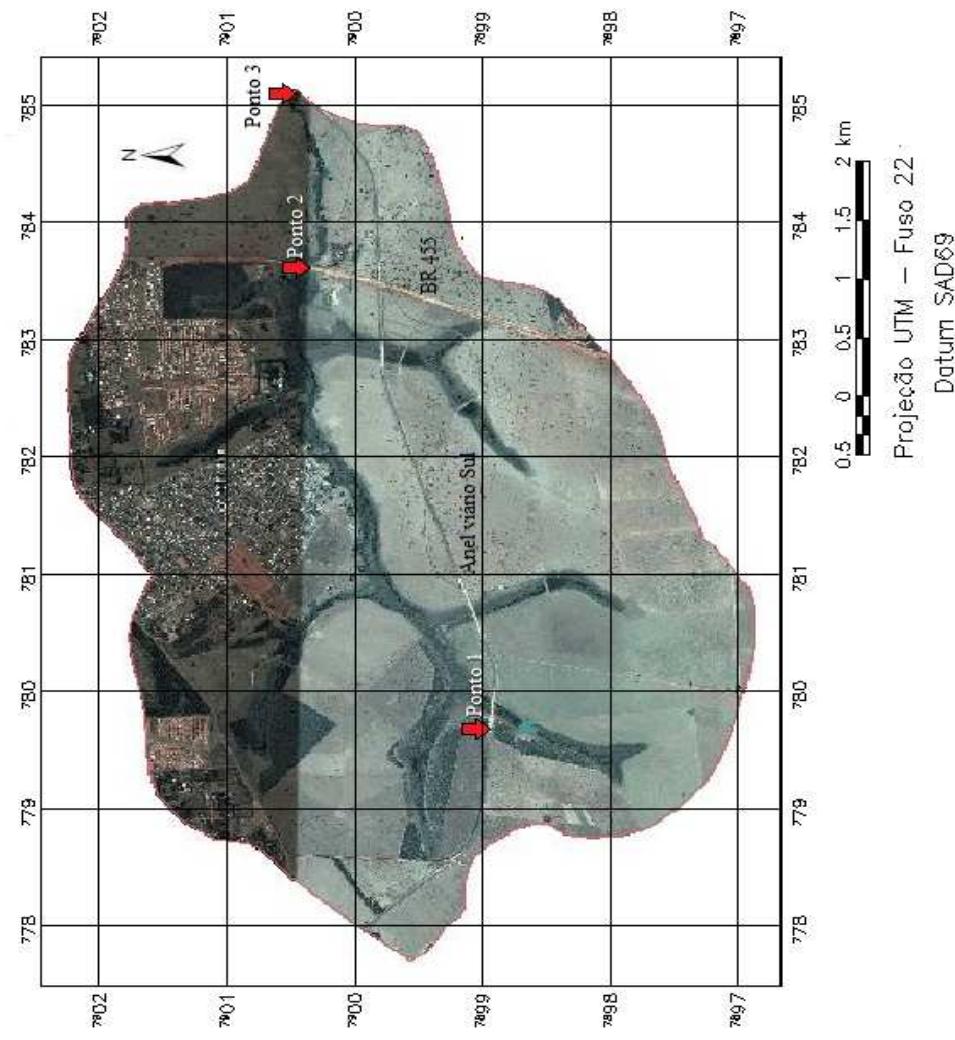
- Vulnerabilidade Muito Baixa: corresponde a valores ≤ 5 ;
- Vulnerabilidade Baixa: corresponde a todos os valores entre o intervalo $5 < X \leq 8$;
- Vulnerabilidade Média: corresponde a todos os valores entre o intervalo $8 < X \leq 12$;
- Vulnerabilidade Alta: corresponde a todos os valores entre o intervalo $12 < X \leq 15$;
- Vulnerabilidade Muito Alta: corresponde a todos os valores entre o intervalo $15 < X \leq 19$;

A partir da integração dos quatro planos de informação com seus respectivos pesos definidos, foi possível elaborar a matriz de vulnerabilidade da área dentro dos limites da Bacia do Córrego Guaribas, onde foram simplesmente somados os pesos das características dos quatro planos de informações e verificado onde que determinada particularidade se enquadraria dentro dos intervalos acima mencionados.

6.3. ANÁLISES QUÍMICAS

Para determinar o padrão de qualidade das águas da Bacia do Córrego das Guaribas, foram feitas duas campanhas de amostragem d'água nos dias 28/04/2013 e no dia 19/10/2013 (dia posterior ao de uma forte chuva que atingiu o município de Uberlândia), em três pontos previamente selecionados, como demonstrado na Figura 12, e localizados nas seguintes regiões:

Pontos de coleta de amostras d'água na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas



FONTE: Enich Vectore Pavarin; Maria Ligia Cherubim. Imagem Google Earth (2013)

Data: 20/10/2013

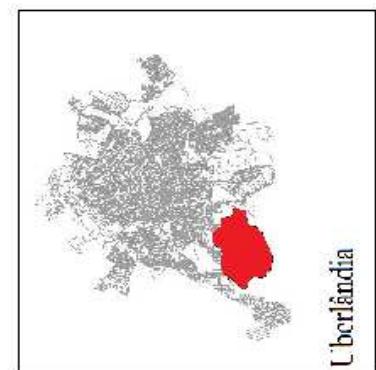
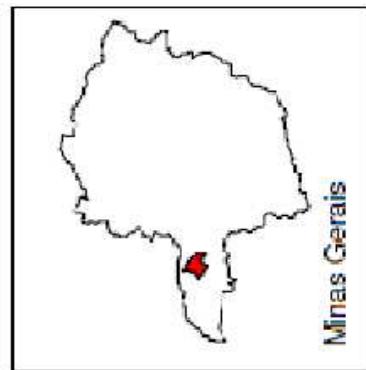
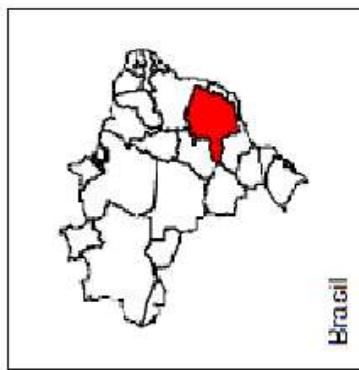


Figura 12: Pontos de coleta de amostras d'água no Córrego das Guaribas

Fonte: Google Earth (2013)

- ✓ O primeiro ponto de coleta está localizado nas coordenadas $18^{\circ}59'1,51''$ e $48^{\circ}20'39,57''$ no alto curso do Córrego das Guaribas próximo a uma pequena represa, bem antes de sofrer intervenção humana urbana. A primeira coleta (Figuras 13 e 14) nesse ponto ocorreu às 9h53 min. e a água apresentou um pH *in situ* de 5 (ácido) e temperatura de 20°C. A segunda coleta (Figura 15) nesse ponto ocorreu às 14h45 min. e a água apresentou um pH *in situ* de 5 (ácido) e temperatura de 24°C.



Figura 13: Primeiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 14: Primeiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 15: Primeiro ponto de coleta no dia 19/10/2013.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

- ✓ O segundo ponto de coleta está localizado nas coordenadas 18°58'15,2" e 48°18'25,6" no médio curso do córrego próximo a BR 455, já passando por todo circuito urbano presente dentro dos limites do córrego. A primeira coleta (Figuras 16 a 18) nesse ponto ocorreu às 10h36 min. e a água apresentou um pH *in situ* de 5 (ácido) e temperatura de 20°C. A segunda coleta nesse ponto ocorreu às 15h05 min. e a água apresentou um pH *in situ* de 5 (ácido) e temperatura de 23°C.



Figura 16: Segundo ponto de coleta no dia 28/04/2013.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 17: Segundo ponto de coleta no dia 28/04/2013.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 18: Segundo ponto de coleta no dia 28/04/2013.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

- ✓ O terceiro ponto de coleta está localizado nas coordenadas 18°58'10,5'' e 48°17'36,3'' no baixo curso do córrego já desaguando no rio Uberabinha. A primeira coleta (Figuras 19 a 21) nesse ponto ocorreu às 11h05 min. e a água apresentou um pH *in situ* de 5 (ácido) e temperatura de 20°C. A segunda coleta (Figura 22 a 24) nesse ponto ocorreu às 15h40 min. e a água apresentou um pH *in situ* de 5 (ácido) e temperatura de 23°C.



Figura 19: Terceiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 20: Terceiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 21: Terceiro ponto de coleta no dia 28/04/2013.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 22: Terceiro ponto de coleta no dia 19/10/2013. Terreno preparado para o recebimento de máquinas e equipamentos para construção de uma ponte sobre o Rio Uberabinha.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 23: Terceiro ponto de coleta no dia 19/10/2013. Terreno preparado para o recebimento de máquinas e equipamentos para construção de uma ponte sobre o Rio Uberabinha.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 24: Terceiro ponto de coleta no dia 19/10/2013. Ponte sendo construída sobre o Rio Uberabinha.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

Os parâmetros analisados em todas as coletas foram: pH *in situ*, temperatura, pH, DBO, DQO, fosfatos totais, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrogênio total, turbidez, cor, sólidos sedimentáveis, detergentes, óleos e graxas, sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, sólidos totais dissolvidos, coliformes termotolerantes 35°C (totais) e coliformes termotolerantes 45°C.

7. RESULTADOS

Segundo Moura (2002), a ocupação por bairros abrangidos pelas demarcações da bacia se iniciou no final da década de 1980, com o intuito de construir moradias destinadas à população de baixa renda. Atualmente, dentro dos limites da Bacia do Córrego das Guaribas está sendo implantado o Programa do governo federal intitulado “Minha Casa, Minha Vida”, demonstrado nas Figuras 25 e 26. Nas Figuras 27 a 29 é possível observar a presença de áreas destinadas à pecuária. Paradoxalmente, nesse local encontra-se grande quantidade de chácaras e condomínios fechados destinados para a classe média e média alta, parecendo contrapor com a idéia original do programa.



Figura 25: Programa “Minha Casa, Minha Vida” no Bairro Jardim Canaã.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 26: Programa “Minha Casa, Minha Vida” no Bairro Jardim Canaã.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 27: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 28: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária; nota-se a infraestrutura urbana e ao fundo, uma fazenda de criação bovina na zona rural de Uberlândia.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 29: Local próximo ao perímetro urbano utilizado para a pecuária.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

Em 2006, foi criado próximo ao médio curso do Córrego das Guaribas, o loteamento Jardim das Palmeiras II em resposta ao Programa de Arrendamento Residencial (PAR), promovido pelo Ministério das Cidades, criado para ajudar municípios e estados a atenderem à necessidade de moradia da população que recebe até seis salários mínimos (CAIXA, 2014). Foram construídas 500 unidades habitacionais, que começaram a ser habitadas em 2008.

Na área urbana da bacia, próximo ao bairro Canaã pode-se observar a existência de alguns lotes construídos de forma irregular que invadem as áreas de APP no médio curso do Córrego. Além disso, é possível constatar que os moradores desse bairro realizam práticas inadequadas, como criação de equinos, bovinos, suínos, entre outros, muito próximo e/ou dentro da APP, como demonstrado pelas Figuras de 30 a 38.



Figura 30: Casa construída de forma irregular invadindo a área de APP.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 31: Casa construída de forma irregular invadindo a área de APP.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 32: Casa construída de forma irregular invadindo a área de APP.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 33: Loteamento construído de forma irregular invadindo a área de APP.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 34: Casa construída de forma irregular com a presença de animais de médio porte, no interior da área de APP.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 35: Loteamento construído de forma irregular invadindo a área de APP, entretanto, nota-se que já existe toda a infraestrutura urbana instalada pelos órgãos públicos municipais e estaduais.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 36: Criação de animais de forma ilegal dentro da área de APP.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 37: Criação de animais de forma ilegal dentro da área de APP. Possível resultado de falta de fiscalização e punição dos proprietários dos animais, por parte dos órgãos públicos responsáveis por manter a ordem publica.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 38: Placa indicando a proibição da entrada de animais.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

Segundo Oliveira (2009), a fazenda Bom Jardim possui 1258,4 hectares divididos entre o perímetro urbano e a área rural, e sua atividade principal é a criação de gado de corte, demonstrados nas Figuras 49 e 40. Apenas 10 alqueires são alugados para a criação de cavalos. A água para consumo nessa propriedade é retirada da cisterna e o esgoto é lançado diretamente no córrego.



Figura 39: Cultura sendo irrigada por aspersão.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 40: Criação de animais nas proximidades do córrego.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

Na área rural, a bacia ocupa 8,12 km² e abrange quatro fazendas, sendo três de grande porte, isto é, com área igual ou superior a 10.000 hectares, destinadas à agricultura e pastagem. Existe ainda a Fazenda São Bento que possui dois galpões destinados a granja, além da criação gado de corte, distribuídos numa área de 150,04 hectares. A fazenda possui fossa e a captação de água é feita em uma das nascentes, através de uma bomba hidráulica roda d'água. Há sete pequenas chácaras destinadas à moradia e lazer, onde a criação de gado e o cultivo de hortaliças são pouco expressivos.

7.1. MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO

Em relação ao uso e ocupação do solo nos anos de 1979, 1997, 2007, 2011 e 2013, vale esclarecer que, os intervalos de tempo utilizados para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo foram adotados com base em três fatores:

- (1º) Disponibilidade das imagens das áreas presentes no Laboratório de Cartografia do Instituto de Geografia da UFU;
- (2º) Qualidade das imagens citadas no item anterior
- (3º) Consideração de que o período de 34 anos se constitui em um intervalo de tempo suficiente para se observar com maior nitidez, as transformações ocorridas na área da bacia.

7.1.1. Uso e Ocupação 1979

A fotointerpretação possibilitou a identificação e o mapeamento para o ano de 1979, de seis categorias diferentes de uso da terra: Vereda, Cerrado, Estrada, Agricultura, Pastagens e Solo Exposto (Figura 41).

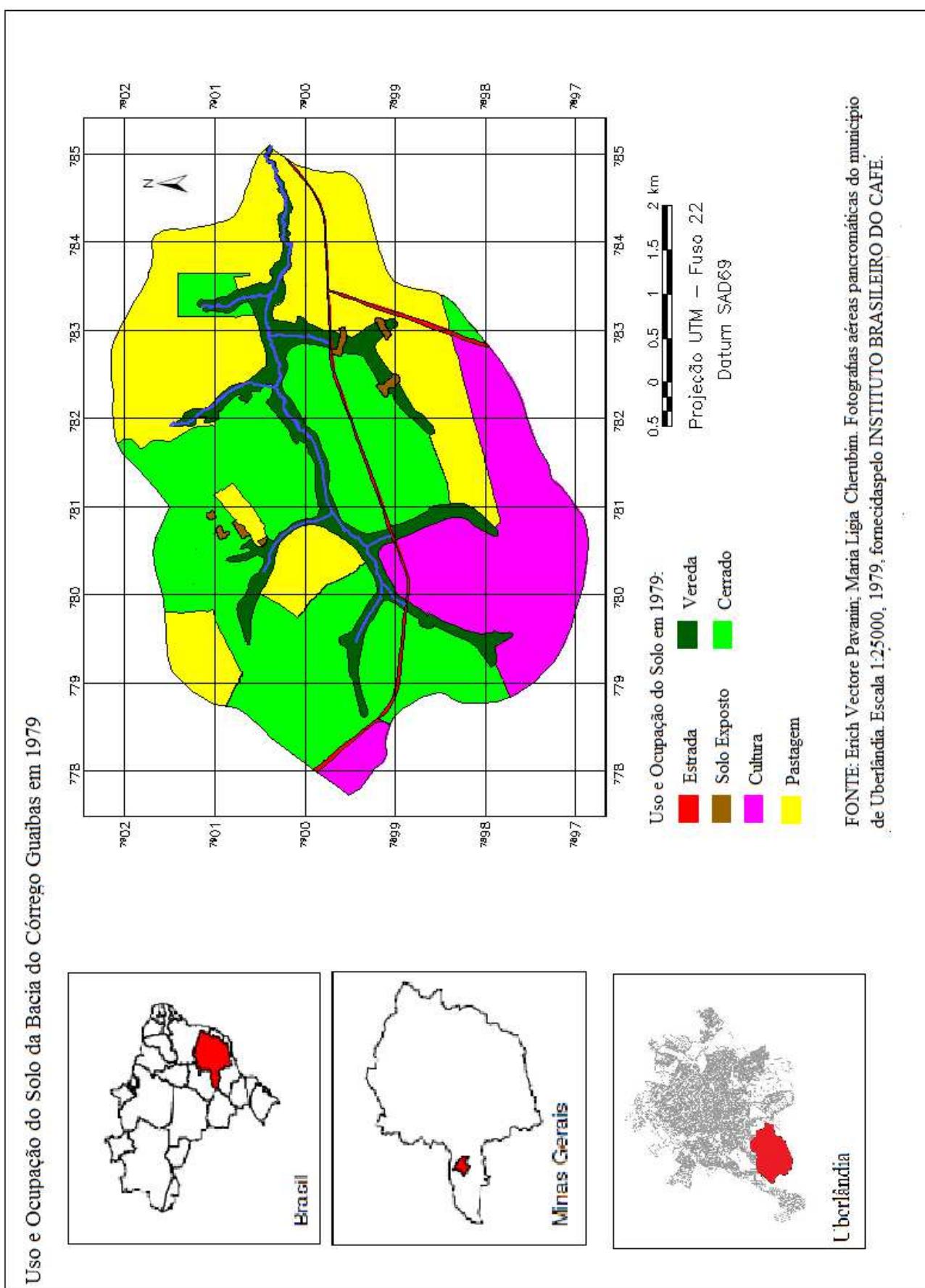


Figura 41: Mapa de Uso e Ocupação 1979.

Neste trabalho, a classe denominada de vereda foi considerada englobando as categorias: mata ciliar e o campo hidrófilo.

A classe Cerrado corresponde à vegetação natural de porte médio e baixo, constituída por árvores e arbustos tortuosos com ramificações irregulares e retorcidas, troncos com cascas lenhosas e com folhas rígidas e coriáceas.

A classe estrada corresponde respectivamente a BR455 encontrada na porção Oeste da bacia e a estrada de terra, pavimentada apenas em alguns trechos, localizada na porção sul da bacia.

A classe solo exposto se relaciona as porções do solo, encontradas dentro dos limites da bacia hidrográfica, onde não há a presença de qualquer tipo de cobertura, ou seja, apresentam-se desnudas. Geralmente, estas áreas encontram-se sem cobertura por estarem sendo preparadas para o plantio ou para a construção civil.

A classe pastagem é caracterizada por expressivas extensões de terra. Na bacia do Córrego das Guaribas, há vegetação predominantemente rasteira com algumas poucas árvores de médio e grande porte. A pastagem é identificada em imagens de satélite e/ou fotografias aéreas pela presença dos caminhos, que o gado deixa ao vagar nessas áreas.

A classe cultura representa o cultivo da terra para a plantação de espécies vegetais, geralmente úteis ao consumo humano. Na região do Triângulo Mineiro, as culturas são identificadas nas imagens de satélite e/ou fotografias aéreas, por sua textura lisa e homogênea e pelos círculos de plantação constituídos pela utilização de pivôs centrais nas plantações.

Tabela 6: Uso e Ocupação, 1979

<i>Classe</i>	<i>Área Ocupada - 1979</i>	
	<i>km²</i>	<i>%</i>
Estrada	0,19501	0,8
Solo exposto	0,14625	0,6
Cultura	4,16824	17,1
Pastagem	6,82518	28
Cerrado	10,45715	42,9
Vereda	2,58382	10,6
Área total das classes	24,375648	100

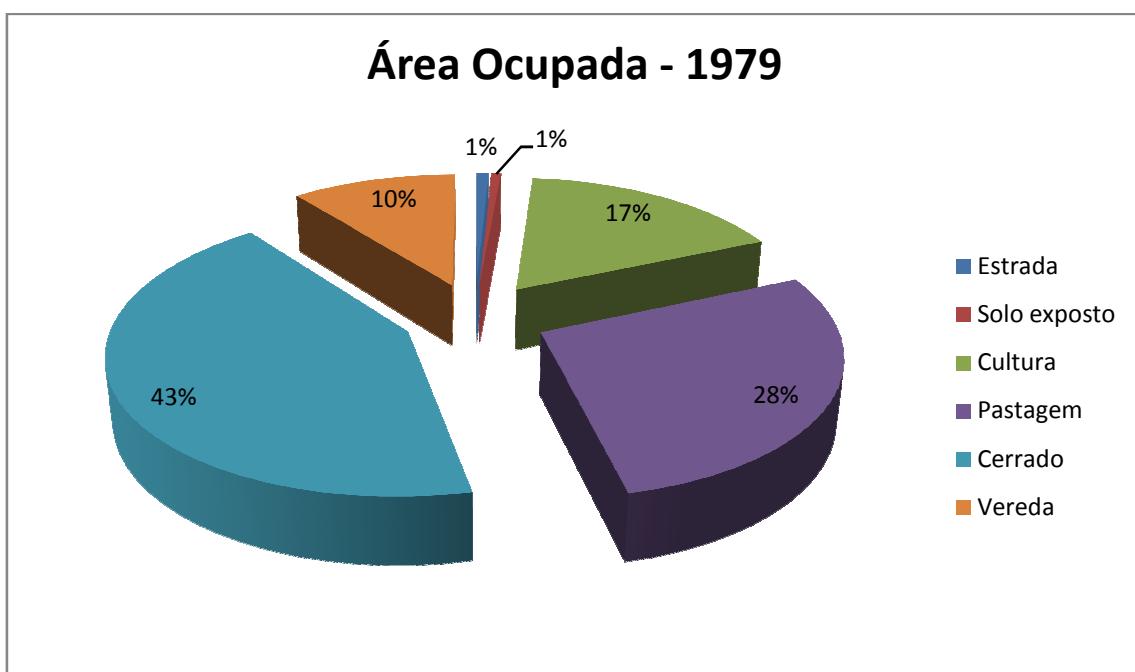


Grafico2: Uso e Ocupação, 1979.

No ano de 1979, era possível se notar que, praticamente, 43% da área total da bacia do Córrego das Guaribas se encontrava com vegetação nativa do cerrado, caracterizando-se como a classe de maior distribuição na área, seguidas respectivamente pelas áreas destinadas a pastagem, 28% da área total da bacia e agricultura, um pouco mais de 17% do seu território, como demonstrado pela Tabela 6.

O solo exposto representava menos de 1% do território da bacia, segundo Oliveira (2009)o solo exposto, no ano de 1997, se refere aos locais de retirada de cascalho e também alguns clarões no meio do cerrado, provavelmente para a construção de casas.

Em 1979, verifica-se um aparente equilíbrio na distribuição da área ocupada pela vegetação natural e as atividades antrópicas, exemplificado pelo Gráfico 2.

7.1.2. Uso e Ocupação 1997

No ano de 1997, era possível identificar pela interpretação de fotografias áreas, o surgimento de três novas classes de uso e ocupação do solo: área urbana, chacramento e represas, claramente visíveis na Figura 42.

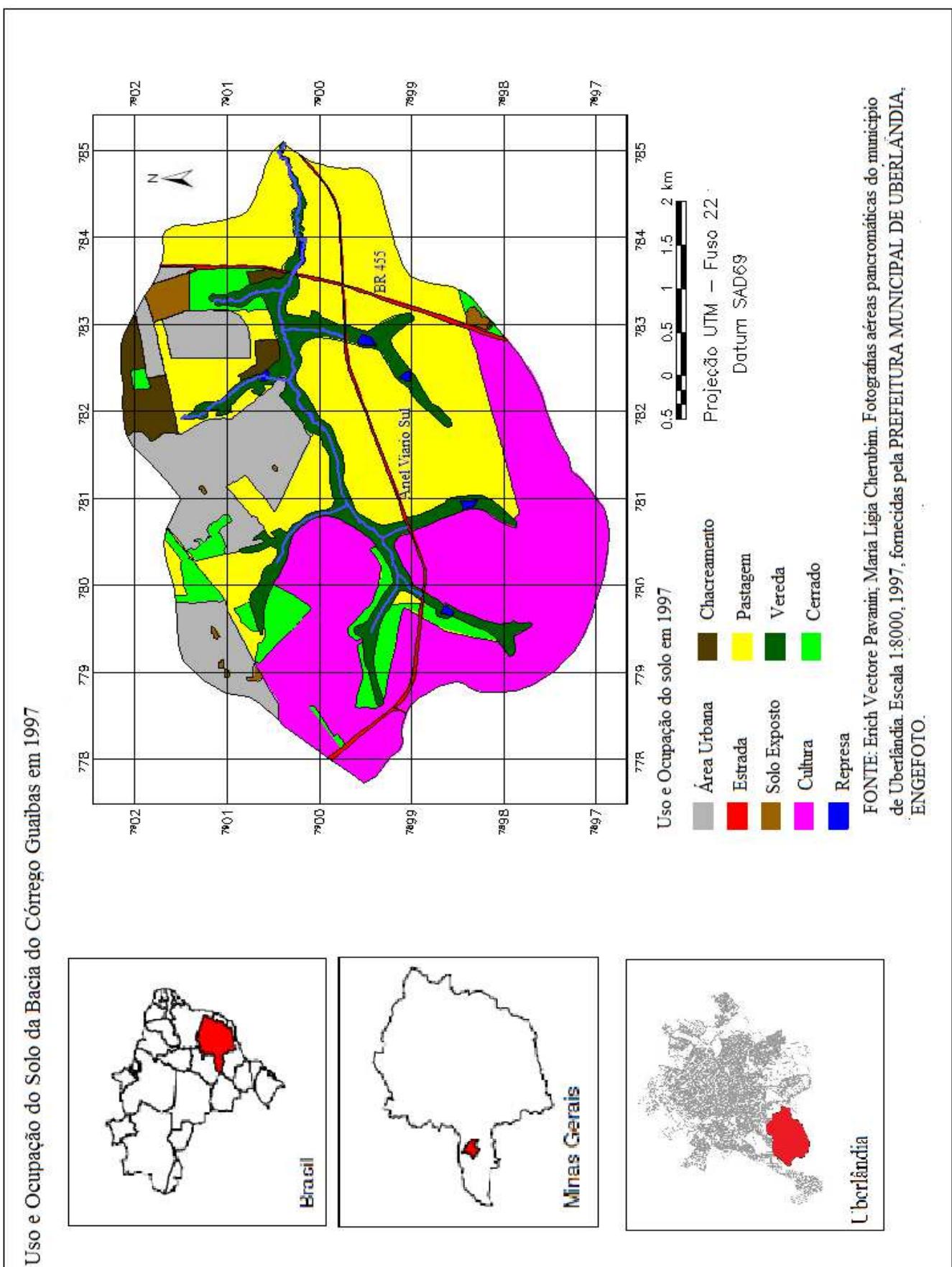


Figura 42: Mapa de Uso e Ocupação 1997.

Verifica-se também, pela Tabela 7, que houve uma redução das áreas ocupadas pela vegetação nativa do Cerrado, de 43 % em 1979, para 6% em 1997, situação claramente evidenciada no Gráfico 6. Durante dezoito anos foi desmatado 37% do cerrado na área da bacia, o que equivale a pouco mais de 9 km² de desmatamento. Segundo Oliveira (2009), esse fato é explicado pela introdução da agricultura moderna auxiliada pelos programas de desenvolvimento para regiões de Cerrado, onde a vegetação natural foi quase totalmente substituída por pastagens e culturas agrícolas.

Tabela 7: Uso e Ocupação, 1997.

<i>Classe</i>	<i>Área Ocupada - 1997</i>	
	<i>km²</i>	<i>%</i>
Área Urbana	2,51069	10
Estrada	0,31688	1,3
Solo exposto	0,243762	1,0
Cultura	6,67893	27,4
Pastagem	10,04277	41,2
Cerrado	1,46254	6,0
Vereda	2,446530	10,0
Chacreamento	0,597524	2,5
Represa	0,075735	0,3
Área total das classes	24,375648	100

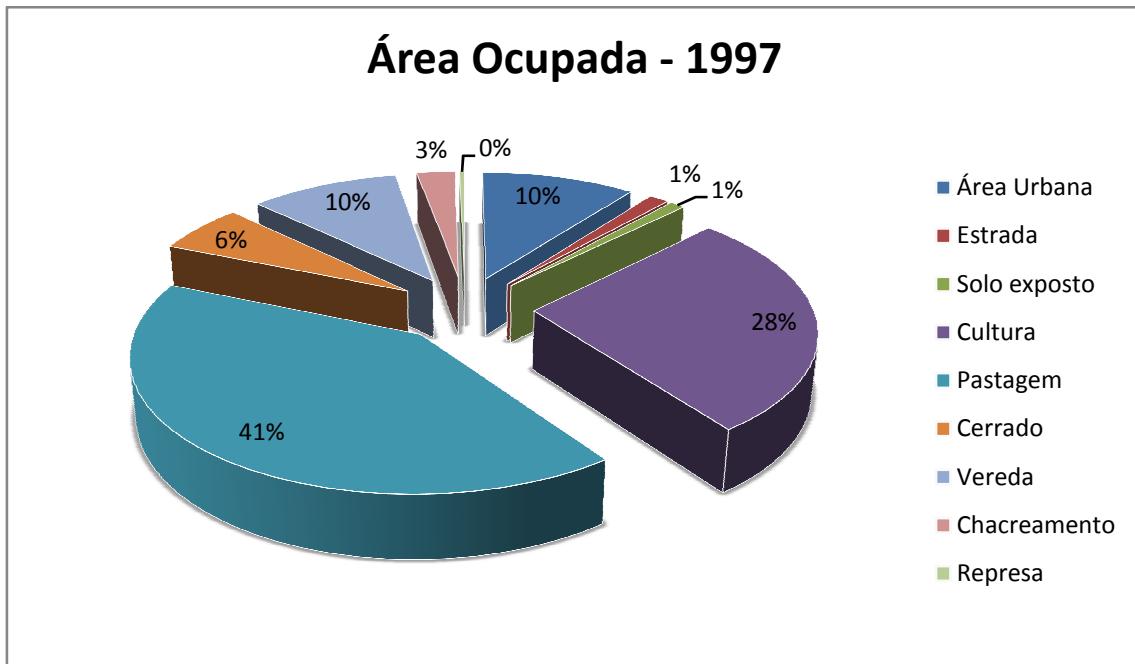


Gráfico 3: Uso e Ocupação, 1997.

7.1.3. Uso e Ocupação 2007

No ano de 2007, não foram notadas grandes diferenças, quando se compara com os dez anos anteriores, em 1997, como demonstrado pela Figura 47. Contudo, é digno de nota mencionar que, houve um pequeno aumento da área urbana, passando de 10% em 1997 a 10,3% (Tabela 8 e Gráfico 4).

Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Guaíbas em 2007

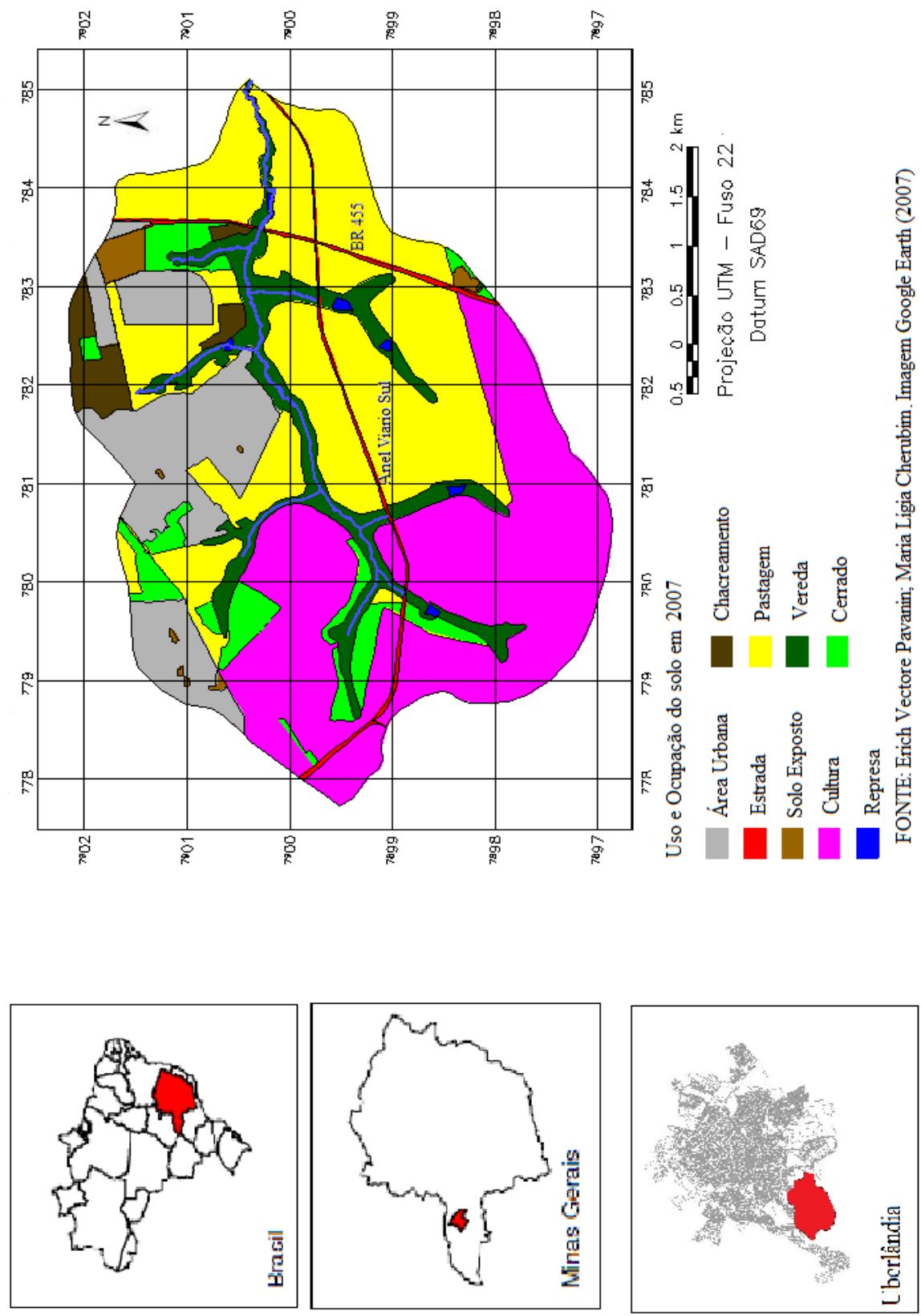


Figura 43: Mapa de Uso e Ocupação 2007.

FONTE: Enrich Vectore Pavani, Maria Ligia Chemibim. Imagem Google Earth (2007)

Tabela 8: Uso e Ocupação 2007.

Classe	Área Ocupada - 2007	
	km ²	%
Área Urbana	2,51069	10,3
Estrada	0,31688	1,3
Solo exposto	0,243762	1,0
Cultura	6,67893	27,4
Pastagem	10,04277	41,2
Cerrado	1,46254	6,0
Vereda	2,446530	10,0
Chacreamento	0,597524	2,5
Represa	0,075735	0,3
Área total das classes	24,375648	100

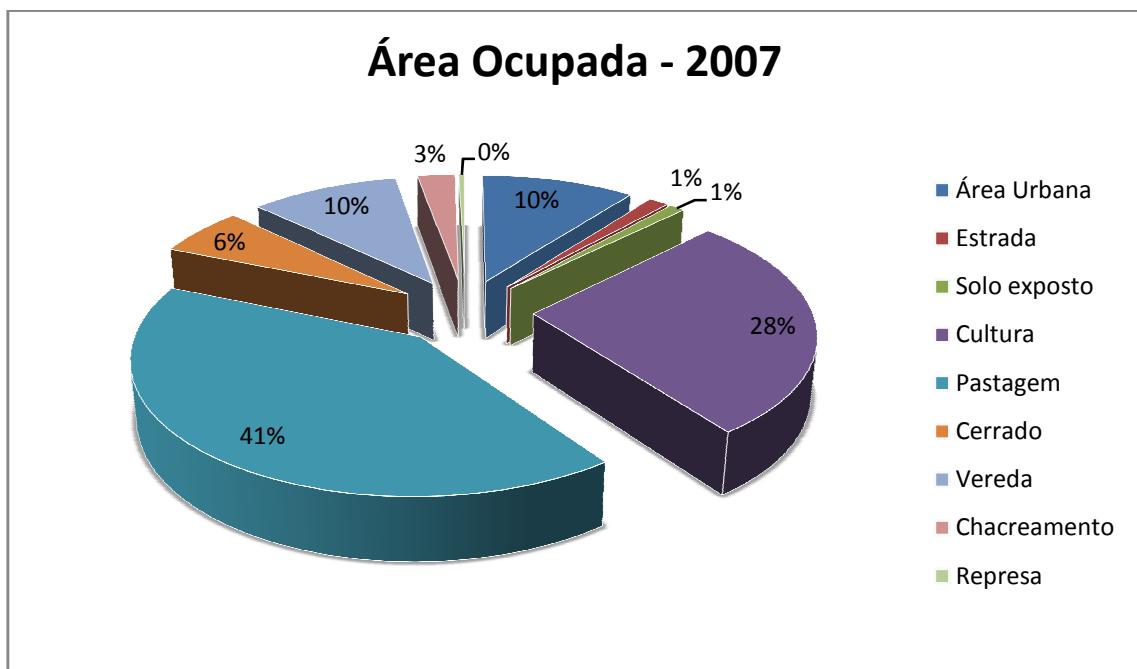


Gráfico 4: Uso e Ocupação 2007.

7.1.4. Uso e Ocupação 2011

No ano de 2011, foram mantidas as nove classes identificadas nos anos de 1997 e 2007, porém em 2011, foi possível observar, a partir das imagens de satélite do software Google Earth e, posteriormente, por visitas ao campo que, entre 2007 a 2011, num período de quatro anos, ocorreram mudanças significativas, sendo uma das mais marcantes a substituição de áreas anteriormente utilizadas para a agricultura, para a função de pasto, como demonstrado na Figura 48. Além disso, identifica-se uma ampliação da área urbana.

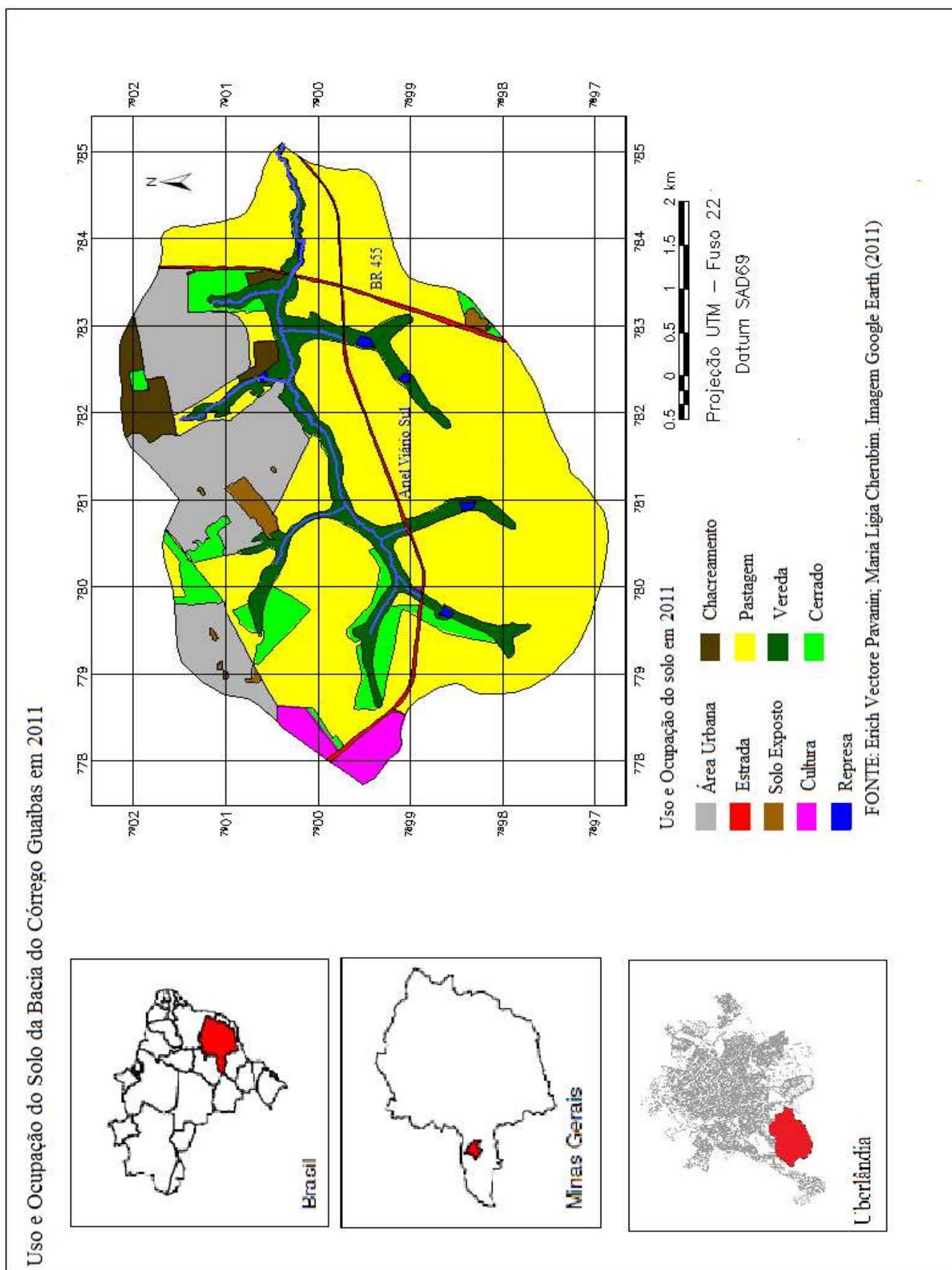


Figura 44: Mapa de Uso e Ocupação 2011.

Tabela 9: Uso e Ocupação 2011.

Classe	Área Ocupada - 2011	
	km ²	%
Represa	0,075735	0,3
Cerrado	1,458442	6,0
Vereda	2,446530	10,0
Pastagem	10,789876	58,8
Solo Exposto	0,238272	1,0
Área Urbana	3,862619	15,8
Cultura	4,594660	4,5
Chacreamento	0,597524	2,5
Estrada	0,311992	1,3
Área total das classes	24,375648	100

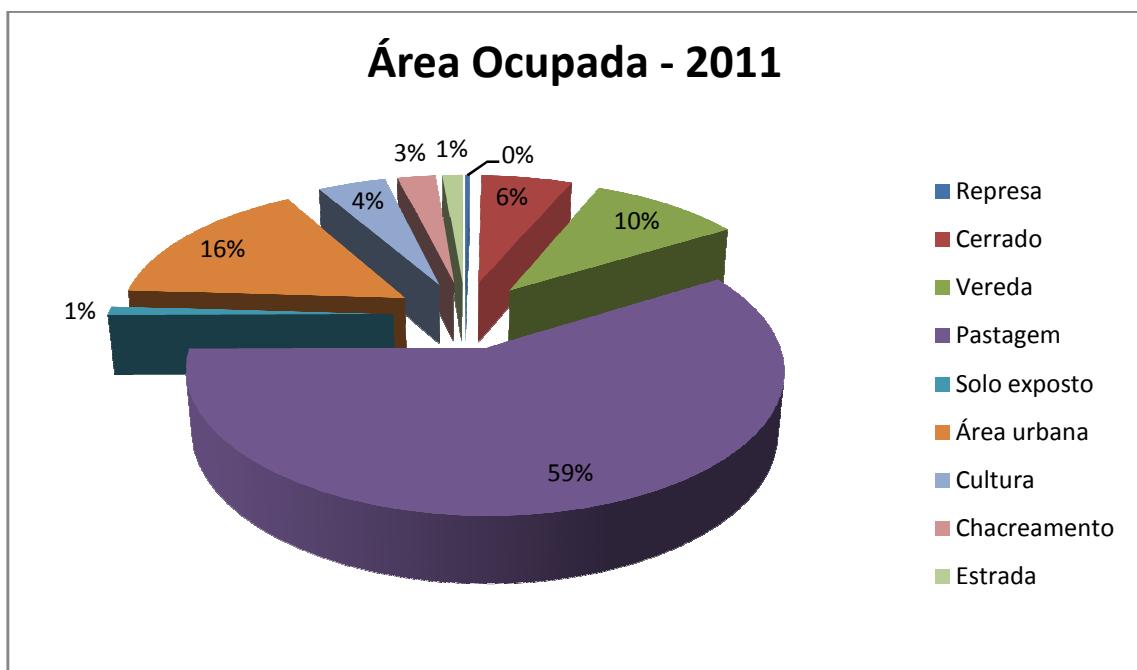


Gráfico 5: Uso e Ocupação 2011.

A Tabela 9 e o Gráfico 5 demonstraram que, as áreas de pastagem apresentam a maior porcentagem de área ocupada no limite da bacia, algo em torno de quase 60%. O segundo uso que mais se destaca é o que representa a Área Urbana do município, com 15,8% das áreas ocupadas no limite da bacia.

Com relação à Vereda, foi possível observar que em 2011, ainda se encontrava parcialmente preservada mantendo, na prática, os mesmos valores de uso e ocupação dos solos identificados no ano de 1979. As únicas mudanças possíveis de serem registradas de 1979 a 2011 foram algumas ocorrências de invasões nas APPs, próximas as áreas onde houve a expansão urbana. De um modo geral as áreas de Vereda representam uma parcela modesta do uso e ocupação do solo da bacia, totalizando apenas 1/10 de sua área ocupada.

As áreas que ainda apresentam remanescentes da vegetação natural de cerrado se encontram em situação preocupante, representando apenas 6% da área total da bacia. Essas se encontram isoladas por áreas urbanas e/ou por pastagem, porém com poucas exceções, essas áreas estão ligadas pelas veredas, o que acaba por gerar um sistema de corredores ecológicos, que possibilitam a dispersão de material genético (sementes, polens etc.) entre os remanescentes, diminuindo assim um possível cenário de enfraquecimento dessas espécies remanescentes do cerrado à proliferação de doenças.

Os 9,6% restantes das áreas ocupadas no limite da bacia do Córrego Guaribas se encontram divididos entre: represas, chacreamentos, estradas, culturas e solo exposto.

7.1.5. Uso e Ocupação 2013

De 2011 a 2013, a única mudança que foi possível ser identificada refere-se ao fato de que grande parte das áreas previamente classificadas como solo exposto, ter sido absorvida pelas áreas urbanas, fato demonstrado pelas Figuras 49 a 57 e confirmado pela Tabela 10 e Gráfico 6.

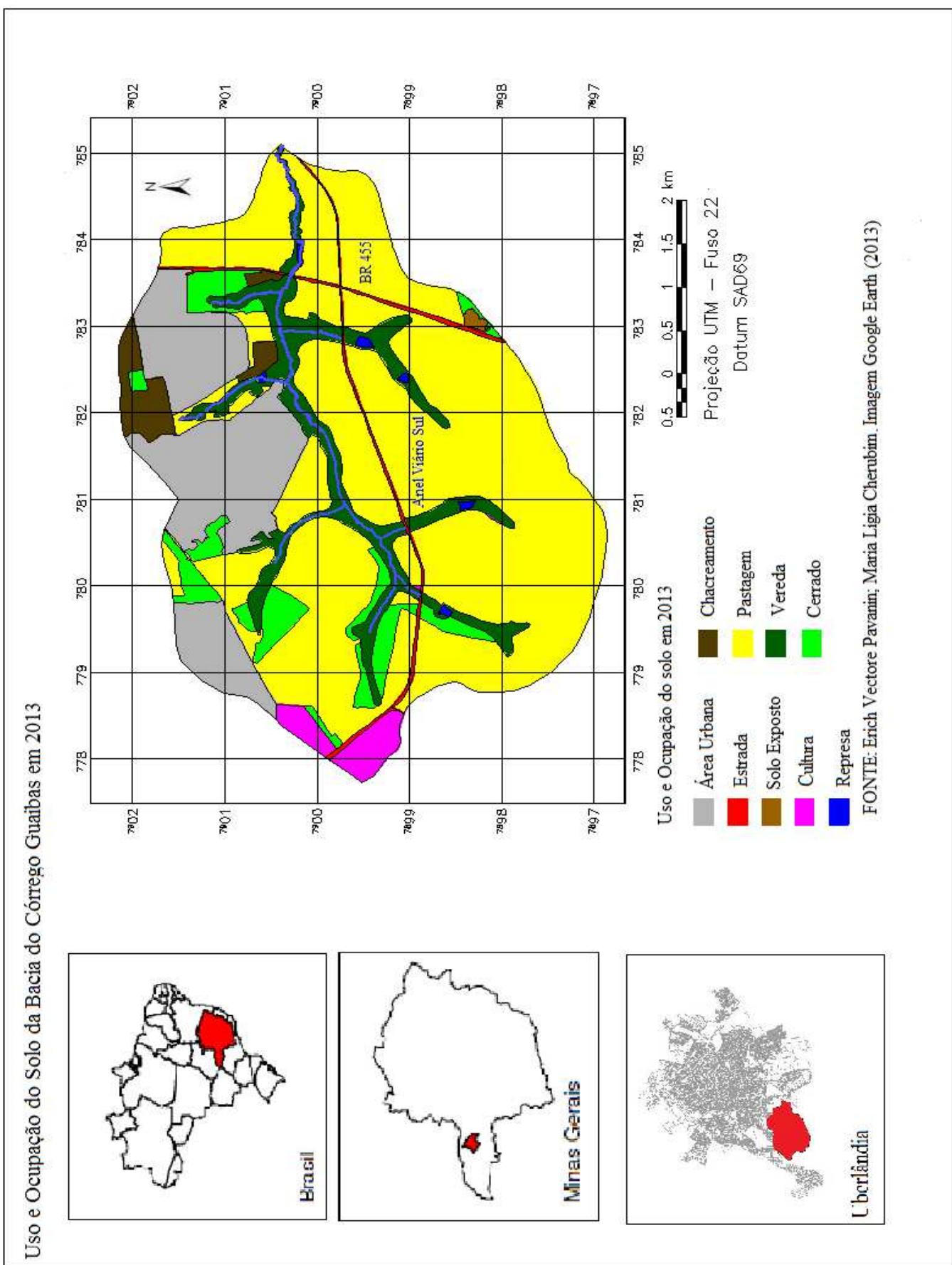


Figura 45: Mapa de Uso e Ocupação 2013.

Tabela 10: Uso e Ocupação 2013.

Classe	Área Ocupada - 2013	
	km ²	%
Represa	0,075735	0,3
Cerrado	1,458442	6,0
Vereda	2,446530	10,0
Pastagem	10,789876	58,8
Solo Exposto	0,238272	0,2
Área Urbana	3,862619	16,6
Cultura	4,594660	4,5
Chacreamento	0,597524	2,5
Estrada	0,311992	1,3
Área total das classes	24,375648	100

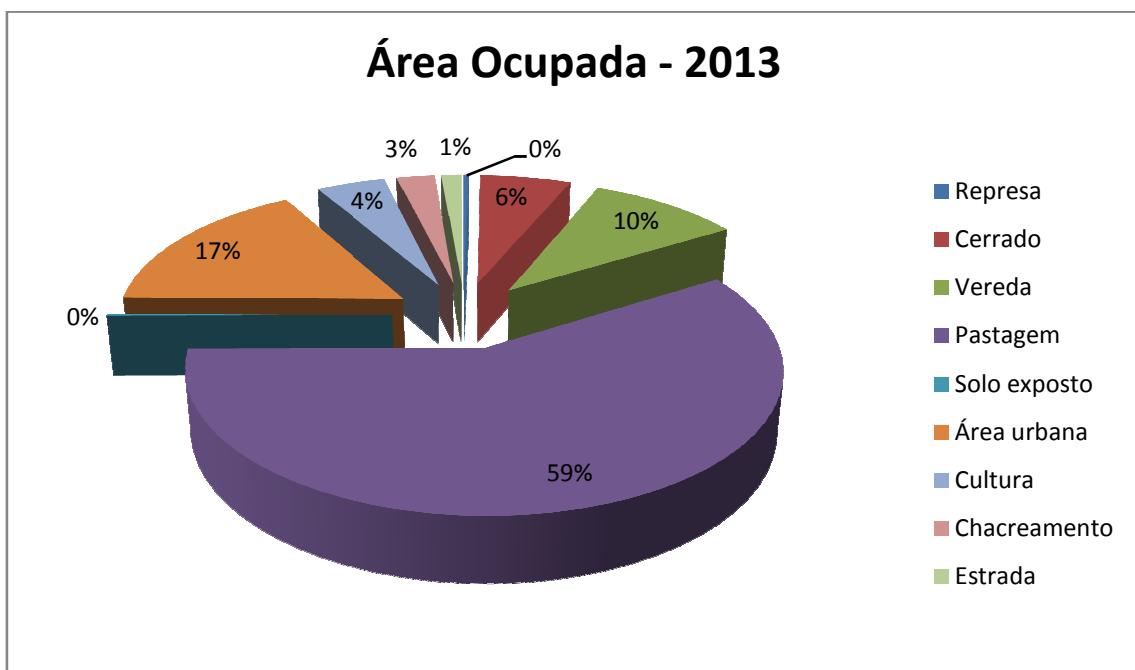


Gráfico 6: Uso e Ocupação 2013.



Figura 46: Local próximo ao anel viário sul utilizado para a pecuária; ao fundo, o bairro Jardim Canaã.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 47: Resquícios da vegetação de Cerrado que antes existia no local substituído por pastagem e mais recentemente, pela área urbana.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 48: Área de pastagem com destaque para o centro da foto, onde está o canal fluvial do Córrego Guaribas.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 49: Resquícios da vegetação arbórea do Cerrado, provavelmente deixado no meio da pastagem para fornecer sombra aos bovinos.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 50: Local utilizado para a pecuária com a presença de resquícios da vegetação arbórea do Cerrado.
Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 51: Local utilizado para a pecuária com a presença de resquícios da vegetação arbórea do Cerrado; no centro da imagem pode se observar a presença de vários cupinzeiros, que é um sinal de uma possível recuperação dos nutrientes do solo.
Fonte: Pavanin, E.



Figura 52: Local utilizado para a pecuária com a presença de resquícios da vegetação arbórea do Cerrado; no centro da imagem pode se observar a presença de vários cupinzeiros, que é um sinal de uma possível recuperação dos nutrientes do solo.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)



Figura 53: Local utilizado para a pecuária com a presença de resquícios da vegetação arbórea do Cerrado.

Fonte: Pavanin, E. V. (2013)

7.2. MAPA DE VULNERABILIDADE À EROSÃO

Os dados expressos na Tabela 11 mostram que da totalidade da bacia, apenas 1,7% apresenta índices de vulnerabilidade classificados como muito altos, esta elevada fragilidade é decorrente de vários fatores, como: baixa profundidade do lençol de água; o tipo de material inconsolidado (solos residuais da formação Marília) e abnormalidades presentes no uso e ocupação (casas e criação de dentro da área de APP).

Tabela 11: Valores das diferentes classes de vulnerabilidade dentro do Córrego das Guaribas.

Vulnerabilidade	2013	
	Km²	%
Muito alta	0,240636	1,7
Alta	3,489230	14,5
Média	18,047745	74,3
Baixa	2,286047	9,5
Muito baixa	---	---
Total	24,06366	100

Os usos e ocupações identificados na área em vermelho, na Figura 54 foram os de Mata Ciliar e área Urbana, que tiveram os seus valores elevados pela presença de vários agravantes, como: lançamento direto de esgotos e águas pluviais; ausência de APPs devidamente regularizadas, de acordo com os padrões estabelecidos em legislações ambientais; presença de vários tipos de animais (aves, suínos, equinos e bovinos) dentro das áreas de APP; proximidade e invasão da área urbana e falta de infraestrutura básica da mesma. Tal cenário do uso e ocupação se constitui como o principal agravante para esse elevado índice de vulnerabilidade.

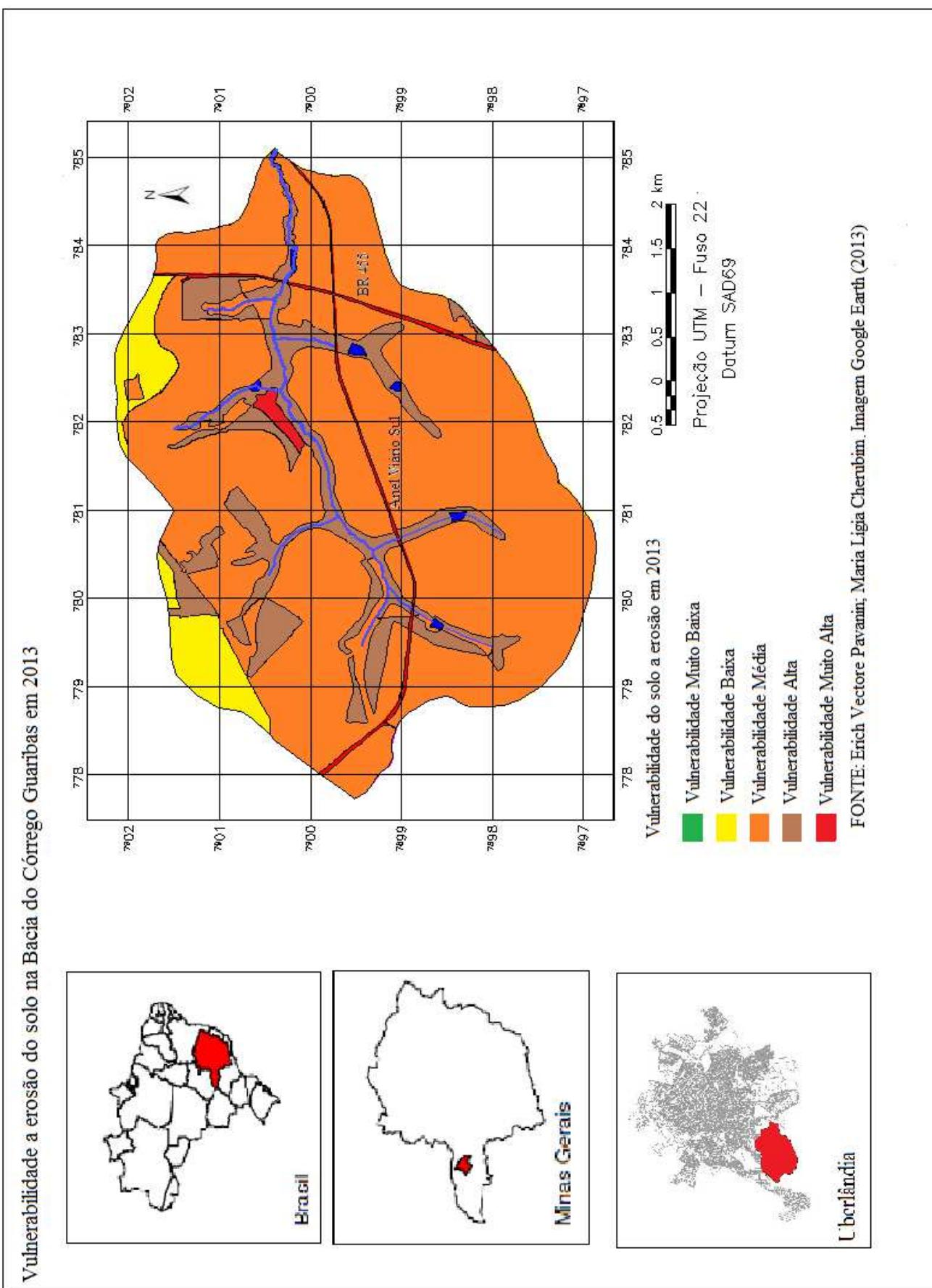


Figura 54: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental a erosão da Bacia do Córrego das Guaribas no ano de 2013.

As áreas classificadas com índices de vulnerabilidade altos ocupam aproximadamente 14,5% da área total da bacia do Córrego das Guaribas. Essa classe de vulnerabilidade se associa as áreas identificadas como veredas e remanescentes de cerrado no mapa de uso e ocupação (Figura 45). Contudo, há uma parcela de área urbana, representada pelo bairro Jardim Canaã, que devido a certos agravantes, como a presença de infraestruturas precárias e/ou a falta delas e a alta densidade populacional, agregaram valores que aumentaram a classificação da vulnerabilidade, passando de um tipo de uso e ocupação do solo inicialmente associado a valores muito baixos de vulnerabilidade, para valores elevados.

A vulnerabilidade classificada como média foi identificada em cerca de 75,0% da área total da bacia. Tal classe está associada principalmente, aos Residuais da Formação Marília. A susceptibilidade natural dessa unidade superficial aos processos erosivos é agravada pelo tipo de ocupação que a área possui, predominantemente de criação de bovino e áreas urbanas. A vulnerabilidade mediana é constatada em alguns pontos dentro da vereda, principalmente, onde ainda há remanescentes de cerrados próximos, os quais acabam por assumir a função de áreas de amortecimento, que por sua vez minimizam o cenário de alta vulnerabilidade, presente nesse tipo de uso e ocupação do solo.

A baixa vulnerabilidade aos processos erosivos foi encontrada em 9,5% da área total da bacia, exclusivamente, onde há ocupação urbana. Essa classe se relaciona a declividades relativamente baixas (inferior a 8%) e a elevada profundidade do nível do lençol freático, no caso entre 10 e 20 metros de profundidade.

Não foi possível identificar neste estudo, áreas com vulnerabilidades muito baixas em relação à erosão do solo, em decorrência do próprio tipo de solo predominante na área pesquisada. Hipoteticamente, esse cenário de vulnerabilidade muito baixa só seria possível em declividades menores que 3%, com solos residuais da formação Serra Geral, profundidade do

lençol superior a 20 metros e a área urbana como uso e ocupação do solo sem nenhum agravante.

7.3. MAPA DE VULNERABILIDADE A CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DA ÁGUA

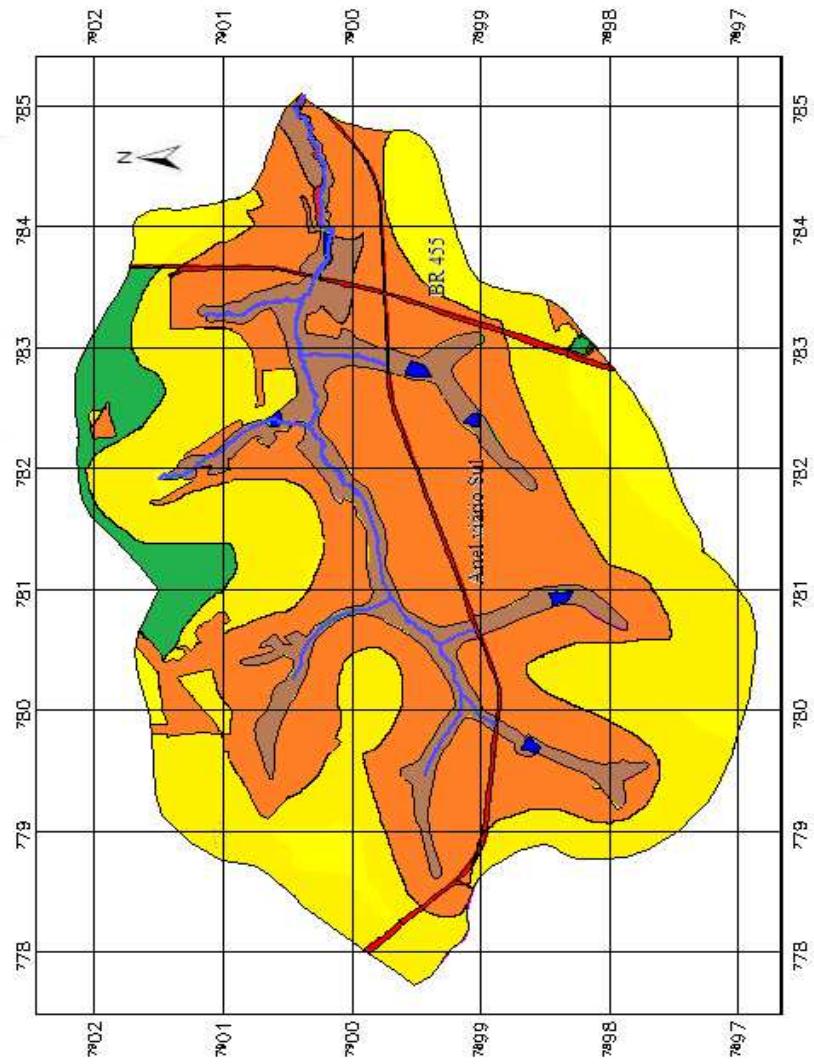
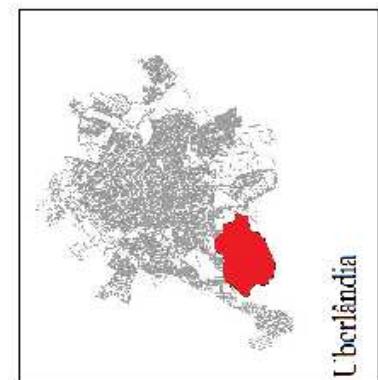
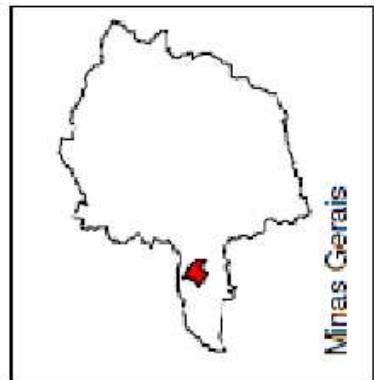
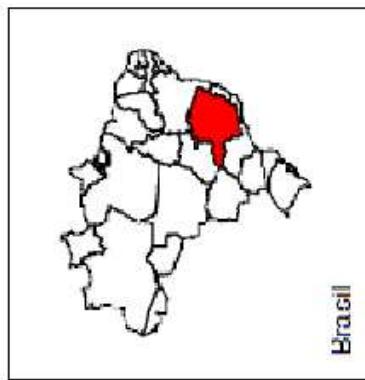
Os dados expressos na Tabela 12 demonstram que as porções da bacia classificadas com vulnerabilidade muito alta à contaminação química da água representam apenas 0,05% da área total e ocorrem em uma área com os maiores valores de declividade, entre 20% a 12%. Os solos pertencem à formação Serra Geral, tendo a vereda como uso e ocupação. Nesse local, o nível de profundidade do lençol d'água é inferior a 2 metros.

Tabela 12: Valores das diferentes classes de vulnerabilidade, referente à contaminação química da água do Córrego das Guaribas.

Vulnerabilidade	2013	
	Km ²	%
Muito alta	0,01203	0,05
Alta	3,60954	15
Média	10,67223	44,35
Baixa	7,09397	29,48
Muito baixa	2,67588	11,12
Total	24,06366	100

As áreas classificadas com vulnerabilidade alta à contaminação química da água ocupam 15% da área total da bacia. Como é possível observar na Figura 55, esse tipo de vulnerabilidade se associa há locais com declividades relativamente baixas, entre 3% e 8% e se encontra quase que exclusivamente, nas zonas de vereda.

Vulnerabilidade a contaminação química das águas do Córrego Guaribas em 2013



Vulnerabilidade a contaminação química da água em 2013

- Vulnerabilidade Muito Baixa
- Vulnerabilidade Baixa
- Vulnerabilidade Média
- Vulnerabilidade Alta
- Vulnerabilidade Muito Alta

Projecção UTM – Fuso 22
Datum SAD69

FONTE: Enrich Vectore Pavam, Maria Ligia Cherubim. Imagem Google Earth (2013)

Já as áreas classificadas com vulnerabilidade média a contaminação química da água totalizam 44,3% da área total da bacia, em outras palavras, quase a metade da área total da bacia do Córrego das Guaribas se encontra inserida nesse grau de vulnerabilidade, que também representa a vulnerabilidade predominante. Tal classe de vulnerabilidade se associa principalmente, a profundidade do nível d'água (de 5 a 10 metros). O tipo de formação superficial são os solos Residuais da Formação Marília e o uso e ocupação predominante nessa delimitação é a pastagem.

As áreas que possuem vulnerabilidade baixa, em relação à contaminação química da água ocorrem principalmente, onde a profundidade do nível d'água se encontra entre 10 e 20 metros, sendo esse o principal fator. Essa delimitação de vulnerabilidade possui como principal uso e ocupação do solo a pastagem, porém engloba toda a área destinada à plantação de culturas dentro do limite da bacia e expressiva parte da área urbana. A declividade é baixa, inferior a 3%, entretanto, há áreas com declividades entre 3% a 8%. O tipo de formação superficial são os solos Residuais da Formação Marília. Essa classe de vulnerabilidade ocupa quase 30% da área da bacia.

A vulnerabilidade muito baixa à contaminação química da água ocorre predominantemente, onde a profundidade do nível d'água é superior a 20 metros. Essa classe de vulnerabilidade se relaciona a ocupação exclusivamente urbana. O tipo de solo é o residual formação Marília e a declividade é inferior a 3%. Tal classe de vulnerabilidade foi identificada em cerca de 11% da área total da bacia.

7.4. ANÁLISE QUÍMICA:

Tabela 13: Parâmetros químicos utilizados para avaliar o grau de contaminação das águas do Córrego das Guaribas.

Parâmetros	CONAMA 357	Coleta 28/04/2013			Coleta 19/10/2013		
		Classe 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2
pH in situ	6,0-9,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
pH	6,0-9,0	5,18	5,40	5,47	5,40	5,62	5,80
DQO (mg/L)	---	23,0	37,0	44,0	8,0	17,0	26,0
DBO (mg/L)	5,0	13,0	20,0	27,0	4,0	10,0	14,0
Fosfatos (mg/L)	0,1	0,009	0,015	0,023	0,011	0,025	0,030
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	3,7	0,19	0,24	0,31	0,25	0,33	0,41
Nitrogênio Orgânico (mg/L)	---	0,11	0,15	0,19	0,07	0,13	0,24
Nitrogênio Total(mg/L)	2,18	0,30	0,39	0,50	0,32	0,46	0,65
Turbidez (UNT)	100	13,0	17,0	24,0	11,0	28,0	33,0
Cor (uH)	75	13,0	17,0	24,0	11,0	28,0	33,0
Sólidos Sedimentáveis(mL/L)	Virtualmente ausentes	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Detergentes (mg/L)	0,5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Óleos e Graxas (mg/L)	Ausente	0,08	0,11	0,11	0,08	0,13	0,17
Sólidos Totais (mg/L)	---	50,0	62,0	68,0	42,0	70,0	77,0
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	---	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0
Sólidos totais Voláteis (mg/L)	---	48,0	60,0	66,0	40,0	65,0	72,0
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	500	18,0	25,0	28,0	11,0	19,0	22,0
Coliformes termotolerantes a 35°C (NMP/100mL)	---	240,0	Superior a 2400	540,0	Superior a 2400	Superior a 2400	Superior a 2400
Coliformes termotolerantes a 45°C (NMP/100mL)	1000	33,0	180,0	540,0	350,0	Superior a 2400	Superior a 2400

Em relação aos parâmetros analisados o pH, DBO, Óleos e graxas e Coliformes termotolerantes a 45°C não atendem aos limites de classe 2 da Resolução nº. 357, de 17/03/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). A seguir é feita uma

pequena explanação sobre esses parâmetros, como de outros não mencionados nessa legislação, mas que estão relacionados no contexto da discussão.

7.4.1. pH:

O pH afeta o processo de tratamento de água e pode contribuir para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição. A corrosão pode adicionar constituintes para a água, tais como: ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio.

As águas naturais têm valores de pH variando de 5 a 9, sendo o ajustamento do pH, dentro desta faixa, relativamente simples.

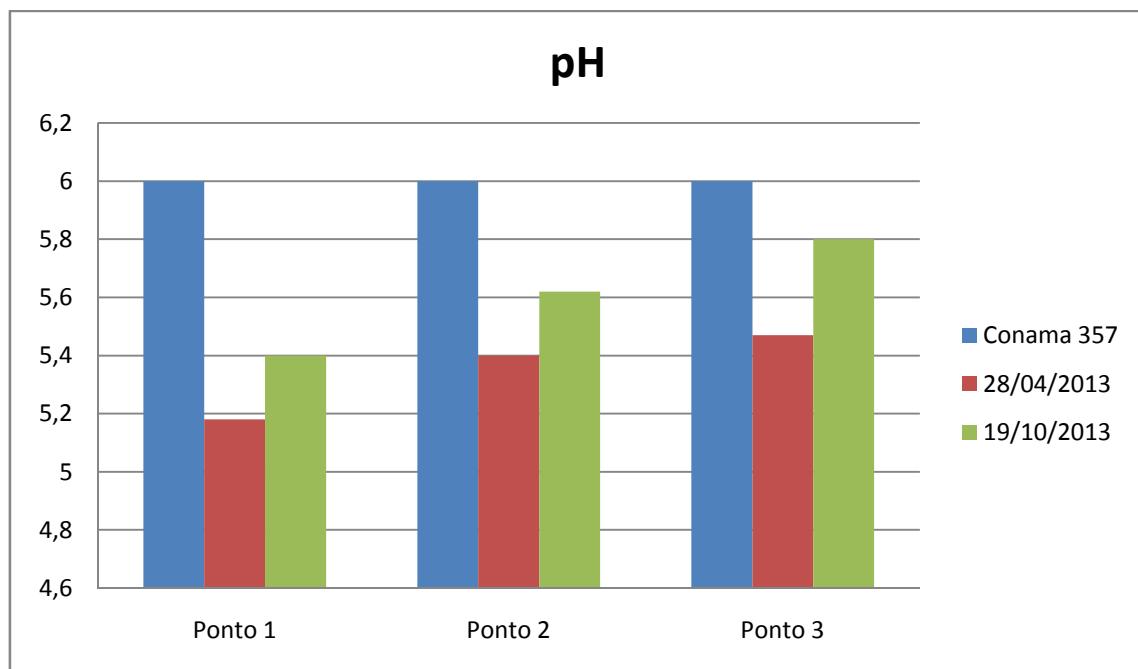


Gráfico 7: Comparação dos valores permitidos de pH com os encontrados nas duas campanhas.

Embora os valores de pH estejam fora dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357 para classe 2, estes valores de pH não representaram nenhuma surpresa. As veredas do Córrego das Guaribas mesmo possuindo várias irregularidades, continuam possuindo uma considerável variedade e quantidade de plantas e a matéria orgânica proveniente da decomposição dessas plantas acabam por justificar esse pH levemente ácido.

7.4.2. Demanda Química de Oxigênio (DQO):

É a quantidade de oxigênio necessário para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos.

O CONAMA 357, não possui padrões para o parâmetro DQO.

7.4.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):

É uma medida da quantidade de matéria orgânica presente na água. Trata-se de um método indireto da medida da matéria orgânica utilizando o consumo de oxigênio. A matéria orgânica presente nos corpos d'água é uma característica de primordial importância, sendo causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos microorganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, a gordura e os óleos, além da uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas e outros em menor quantidade. A quantidade de oxigênio dissolvido em todas as amostras é de condição de classe 1.

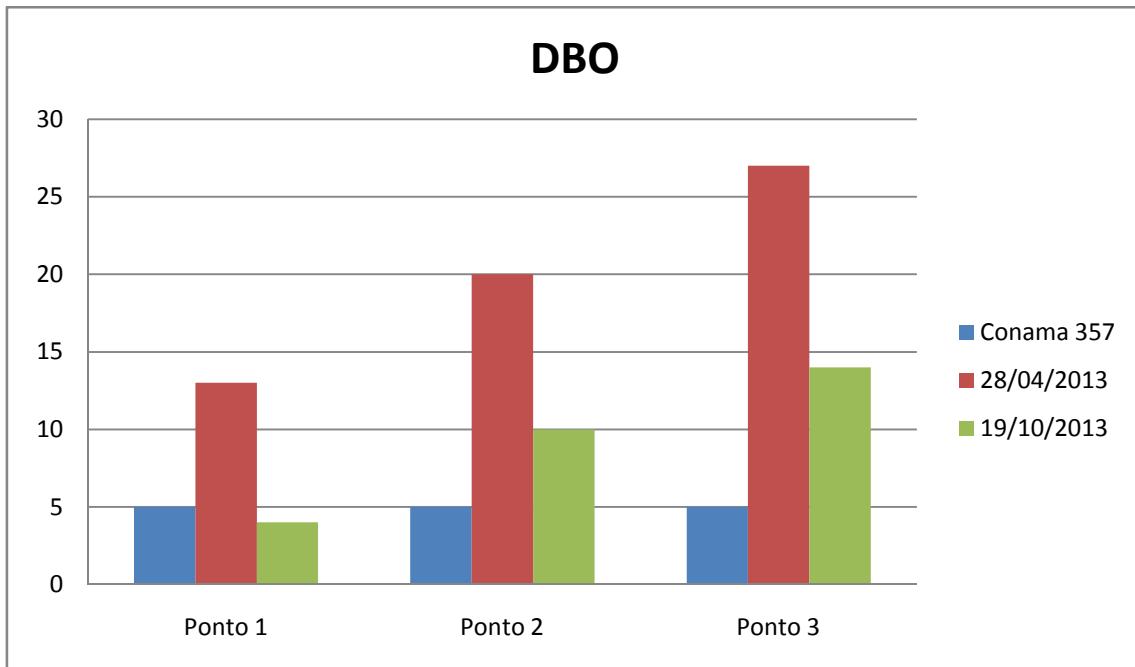


Gráfico 8: Comparação dos valores permitidos de DBO com os encontrados nas duas campanhas.

Como é possível observar pelos dados contidas na tabela e gráfico, a Demanda Bioquímica de Oxigênio apresentou valores acima dos limites de classe 2 do CONAMA 357 em todas as coletas, com exceção da coleta realizada no dia 19/10/2013 (ponto 1). Outro dado interessante, é que houve uma redução nos valores do parâmetro das coletas realizadas em 28/04/2013 com as realizadas em 19/10/2013. Uma possível causa disso pode ser a chuva que ocorreu no dia 18/10/2013, que acabou por aumentar o volume de água no córrego e com isso, ter contribuído com a diluição da carga orgânica.

7.4.4. Óleos e Graxas:

A ocorrência de óleo e graxa pode causar sabor, odor, além de ocasionar o aparecimento de outros problemas.

Mesmo em pequenas quantidades, podem produzir odor objetável e causar a rejeição do abastecimento de água, ante de aparecer propriamente problemas de origem sanitária.

Nas águas do Córrego das Guaribas, o parâmetro óleos e graxas foi identificado com valores acimados expostos na norma CONAMA 357. No Córrego das Guaribas, a principal fonte de óleos e graxas é a área urbana, entretanto, foi identificada no alto curso do córrego,

uma quantidade considerável desse poluente, algumas das possíveis fontes dessa contaminação pode ser a deposição de vários tipos de entulhos nas proximidades, capazes de lixiviá-lo para dentro do córrego, além da constante travessia de veículos nas vizinhanças do córrego, lançamento de esgotos domésticos proveniente dos bairros adjuntos ao córrego e o acampamento da população de sem terras, no entorno desse ponto, sendo todas possibilidades de se levar até o córrego, substâncias com óleos e graxas.

7.4.5. Coliformes Termotolerantes a 45°C:

São definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Entretanto, sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada, pois não pode ser excluída, nesse caso, a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos.

Os coliformes termotolerantes não são, dessa forma, indicadores de contaminação fecal tão bons quanto a *E. coli*, mas seu uso é aceitável para avaliação da qualidade da água. São disponíveis métodos rápidos, simples e padronizados para sua determinação e, se necessário, as bactérias isoladas podem ser submetidas a diferenciação para *E. coli*. Além disso, na legislação brasileira, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade

microbiológica de águas superficiais destinadas ao abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura.

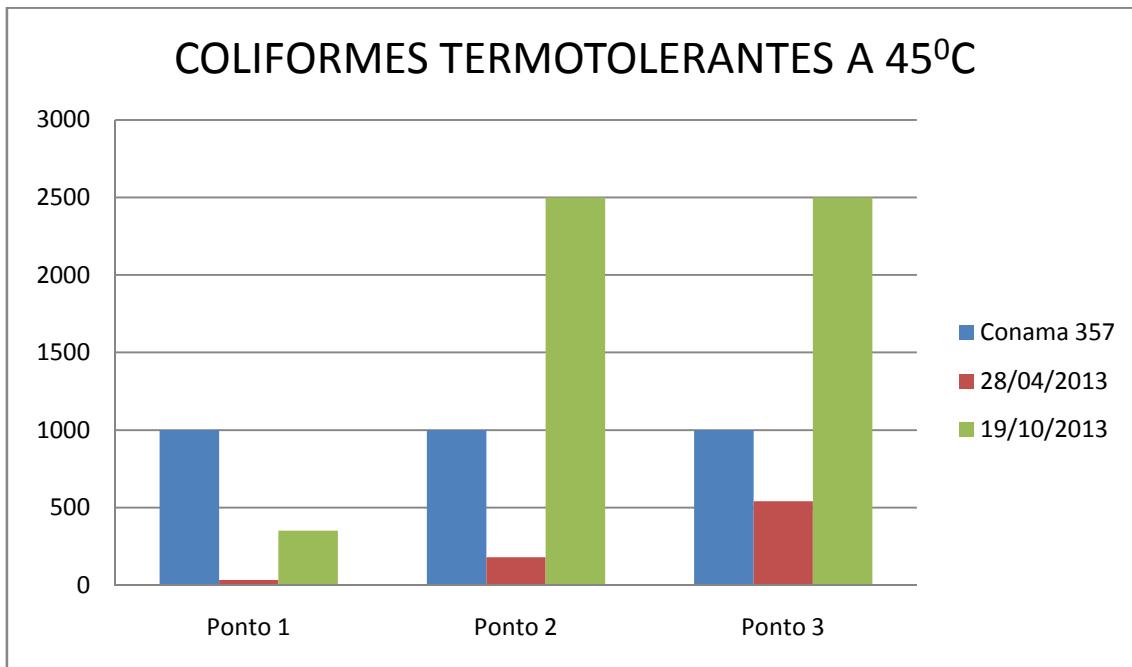


Gráfico 9: Comparação dos valores permitidos de Coliformes termotolerantes a 45°C com os encontrados nas duas campanhas.

Embora os coliformes termotolerantes a 45°C estejam relacionados com diversos fatores, incluindo a quantidade de matéria orgânica presente na região, no caso do Córrego das Guaribas, foi notado que o aumento dos valores encontrados para este parâmetro, começa a ocorrer a partir do ponto 2, ou seja, no ponto que, teoricamente, recebeu todo o esgoto dos bairros Jardim Canaãe Jardim Holanda, sem mencionar as possíveis fezes geradas pelos bovinos, equinos, suíños, entre outros animais criados próximos ao córrego, o aumento no ponto 3 pode ser justificado pela presença de gado bem próximo às margens do córrego e pela grande densidade da mata ciliar encontrada nesse ponto, que acaba adicionando valores para esse contaminante. No caso das coletas realizadas no dia 19/10/2013, o grande aumento dos valores com relação às coletas do dia 28/04/2013 pode ser justificado pela chuva que aconteceu no dia anterior (18/10/2013), que aumentou o escoamento superficial na região, que por consequência transportou todos os resíduos fecais do gado para o córrego.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer os níveis de vulnerabilidade ambiental decorrentes da expansão urbana na bacia do Córrego das Guaribas, em especial sobre a qualidade das águas desse córrego foi o objetivo perseguido pelo presente estudo, que apesar de ser modesto em sua intenção, lançou luzes sobre vários aspectos que devem ser priorizados, quando a preservação do ambiente e a relação harmônica do homem e a natureza são entendidos como um compromisso de todos.

Nesse sentido, vale destacar que a bacia do Córrego das Guaribas, já possuía uma predisposição para a vulnerabilidade ambiental, oriunda de fatores naturais (declividade e solo), que somados às atividades de origem antrópica aumentaram os níveis de vulnerabilidade dentro dos limites dessa bacia.

O mapeamento da vulnerabilidade ambiental relacionada à erosão do solo indicou que a maior parte da bacia possui uma vulnerabilidade natural relacionada aos arenitos da Formação Marília, que quando associada ao presente tipo de uso e ocupação do solo, resultou em valores maiores de vulnerabilidade. É interessante constatar que usos relacionados a valores de vulnerabilidade baixos, como as pastagens e as áreas urbanas podem adicionar agravantes, devido ao manejo descuidado dessas atividades, contribuindo para a elevação do seu grau de vulnerabilidade.

Quando se compara o bairro Jardim Canaã com o bairro Jardim Holanda, ambos localizados nas margens do Córrego das Guaribas. O bairro Jardim Canaã possui vulnerabilidades classificadas como média e alta, devido, a falta de infraestrutura básica (ex.: ruas asfaltadas) e as residências instaladas de forma irregular na região (ex.: casas literalmente, construídas dentro das áreas de APP). Por outro lado, o Jardim Holanda, que é dotado de infraestrutura básica, com ruas asfaltadas e casas instaladas preservando-se as áreas de APP, possui majoritariamente a vulnerabilidade classificada como baixa.

O trabalho identificou que as áreas de vereda, além de possuir um uso e ocupação bem vulnerável, essas sofreram e sofrem as influências das áreas urbanas próximas, em especial as que invadem a faixa que originalmente deveria ser utilizada como APP, da falta de áreas de amortecimento no seu entorno, sendo diretamente expostas as áreas utilizadas pela urbanização e pela pastagem, fatores somados a elevada declividade que essas áreas possuem.

Outro aspecto que deve ser considerado refere-se aos remanescentes de Cerrado, que possuem como principal agravante, além de estarem cercados por áreas urbanas ou por pastagem, o fato de se encontrarem isolados uns dos outros. Tal problema embora não seja muito significativo no curto prazo, ao longo do tempo pode resultar na diminuição da resistência das espécies nativas deixando-as mais vulneráveis às doenças e consequentemente, diminuindo drasticamente a fauna e flora dessa região.

Com relação ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental relacionada à contaminação química da água, foi constatado que as regiões que possuem elevados índices de vulnerabilidade estão quase que completamente concentradas nas áreas de vereda e em parte do seu entorno. Isso pode ser explicado por vários fatores, sendo que, os mais relevantes estão diretamente relacionados com a profundidade do nível d'água, e aos fatores naturais que influenciam no escoamento superficial como o tipo de solo e os índices de declividade.

Nesse sentido, a área compreendida dentro dos limites da bacia hidrográfica do Córrego das Guaribas é caracterizada por possuir baixas declividades, com algumas poucas exceções, formação superficial do tipo Marília e profundidades do nível d'água superiores a dois metros. Entretanto, dentro das áreas de veredas há a presença de solos do tipo hidromórfico, que possuem altos teores de argila em sua composição e declividades um pouco mais acentuadas, dois fatores que acabam intensificando o escoamento superficial na região, sem mencionar que a água nessa região está praticamente na superfície, o que facilita o seu contato com agentes poluidores.

Foi demonstrado pelas análises químicas que o tipo de contaminação presente nas águas do Córrego das Guaribas pode ser proveniente de esgotos domésticos oriundos dos bairros Jardim Canaã e Jardim Holanda, que embora dotado de infraestrutura básica, pode estar lançando em pontos clandestinos tais esgotos. Tal situação é agravada com a presença de chuvas, aumentando a contaminação, como foi possível identificar nos dados obtidos no estudo.

Nesse sentido, o aumento da contaminação pode ser explicado de duas formas: a primeira, pelo fato do córrego ser pequeno e consequentemente, possuir uma vazão baixa, levando os poluentes do seu fundo, ao invés de se diluírem na água, a migrarem para a superfície. A segunda, refere-se à própria vulnerabilidade das águas do córrego à contaminação por escoamento superficial, conforme observado nos mapas construídos neste estudo.

Ainda em relação às análises químicas realizadas nos três pontos do Córrego das Guaribas, os dados revelaram a característica dos corpos d'água que passam por áreas urbanas. Assim, o ponto 1, início do referido córrego, está mais preservado, com sua mata ciliar ainda relativamente composta. Trata-se de área rural, mas já apresenta efeito antrópico, pois embora se encontre próximo a uma estrada com pouco tráfego há um assentamento de pessoas sem terras, cujos efeitos no local começam a aparecer. No ponto 2, o córrego passa por área residencial de um lado de suas margens. Em vários pontos a sua APP foi invadida. O efeito antrópico apresenta-se mais acentuado. As análises revelaram uma maior quantidade de matéria orgânica. O ponto 3, local de deságue do Córrego das Guaribas no Rio Uberabinha, o efeito anterior é intensificado. Tal fato ocorre por dois motivos, tanto pelo efeito acumulativo, quanto pelo e restante do trajeto do córrego pela área da cidade e rural.

Ao longo de 34 anos, período compreendido para o estudo aqui empreendido foi possível constatar o quanto a ação humana, muitas vezes desordenada, pode impactar

negativamente o ambiente e comprometer os recursos naturais, em especial, os recursos hídricos, imprescindíveis para a manutenção da vida no planeta. Assim, novos trabalhos devem ser realizados visando conhecer os impactos do uso e ocupação de solo às margens de outros córregos, que pertencem à rede fluvial de Uberlândia, de modo que medidas preventivas possam ser continuamente vislumbradas, na forma de políticas públicas efetivas e eficazes, que possam refletir na educação da criança pequena até o idoso acerca do manejo adequado dos recursos naturais, entre outros aspectos.

9. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 1350** - Normas para elaboração de plano diretor. Rio de Janeiro, 1991.
- AB'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In. FERRI, M.G.(Org.) – **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo. Ed. Edgard Blücher LTDA..p.1-14, 1971.
- ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**. V. 16(3), p. 268-281, 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA e AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Introdução ao gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2^a ed., ANEEL e ANA, Brasília, 2.000.
- ALOMAR, G. Cartuja de Valldemosa, en Palma de Mallorca. **Real Academia de Bellas Artes de San Fernando**, 1987. Disponível em:<<http://www.cervantesvirtual.com/obra/cartuja-de-valldemosa-en-palma-de-mallorca>>. Acesso: 13/07/2013.
- ALVARES, M. T. P.; PIMENTA, M. T. Erosão Hídrica e Transporte Sólido em Pequenas Bacias Hidrográficas. **Congresso da Água**, 1998. Disponível em: <http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj/portugues/docs/desertificacaofichas.html>. Acesso em 19/09/2013.
- ALVES, L. A.; FILHO, V. R. A (re)estruturação do espaço urbano de Uberlândia - MG: uma análise a partir dos processos de centralização e descentralização. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.1, n.1, p.170-184, jan. 2009.
- BACCARO, C. A. D. Estudos Geomorfológicos do Município de Uberlândia. **Sociedade e Natureza**. V.1, p.17-21, 1994.
- BRANDÃO, G. M. O Poder Local: O PC às vésperas da Cisão Marighel – lista. **XVIII Encontro Anual da ANPOCS**, Caxumbu – MG, 1989.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 357**, de 17/03/2005. Brasília/DF. Diário da União nº. 53, de 18 de março de 2005, p. 58-63.
- BRITO, F; SOUZA, J. Expansão urbana nas grandes metrópoles o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **Perspec.**, vol.19(4), 2005.
- BRITO, J.L.S.; PRUDENTE, T.D. Analise temporal de uso do solo cobertura vegetal do município de Uberlândia- MG, utilizando imagens ETM+ Landsat 7. **Rev. Sociedade e Natureza**, v. 17, p 37-46, 2005.

CARRIJO, B. R.; BACCARO C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Revista Caminhos da Geografia**, v. 2(2), 2001. Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15254>>. Acesso em: 29/04/2013.

CETESB. O PROBLEMA DA ESCASSEZ DA ÁGUA. Disponível em:<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp>. Acessado em: 27/04/2012

COSTA, F. P. M; DUARTE, W. O.; NISHIYAMA, L. Mapa das Permeabilidades do Solo da Bacia do Rio Uberabinha Elaborado a partir de Ensaios *In Situ*. **6º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental**, Uberlândia, 2007.

COSTA, F. P. M.; NISHIYAMA, L. Utilização do Permeâmetro Guelph e Penetrômetro de Impacto em Estudos de Uso e Ocupação dos Solos em Bacias Hidrográficas. **Revista Caminhos de Geografia**, Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2007.

COSTA, T. C. C.; UZEDA, M. C.; FIDALGO, E. C. C.; LUMBRERAS, J. F.; ZARONI, M. J.; NAIME, U. J.; GUIMARÃES, S. P. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2493-2500.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso: 16/10/2013.

Departamento de Estado (2009). Los estados de Estados Unidos (em espanhol). America.gov. Página visitada em 1 de Abril de 2014.

DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso: 16/10/2013.

DECRETO Nº 79.367, DE 9 DE MARÇO DE 1977. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D79367.htm>. Acesso: 16/10/2013.

DINIZ, A. Castanheira, (2005), Grandes Bacias Hidrográficas de Angola - Recursos em terras com aptidão para o regadio – Rio Cunene, IPAD, Lisboa.

EMBRAPA. Impacto Ambiental das Atividades Humanas, 2011. Disponível em:<<http://www.cana.cnpm.embrapa.br/impacana.html>>. Acesso: 26/10/2013.

EMBRAPA. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, 1980. Disponível em:<<http://www.dps.ufv.br/docs/Folha%204.pdf>>. Acesso: 26/10/2013.

FIDALGO, E. C. C. **Critérios para a Análise de Métodos e Indicadores Ambientais Usados na Etapa de Diagnóstico de Planejamentos Ambientais**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2003.

FORMAGGIA, D. M. E. Resíduos de serviços de saúde. **Revista Limpeza Pública**, V. 43, p. 9-16, 1996.

FRANCISCO, C. E. S. **Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Ribeirão das Anhumas: estabelecimento de Prioridades para Recuperação por Meio de Análise Multicriterial.** Dissertação (Mestrado) – Instituto Agronômico, Campinas, 2006.

FREIRIA, R. C. - **Direito das Águas: Aspectos legais e institucionais na perspectiva da qualidade,** 2009. Disponível em:<<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/26565-26567-1-PB.pdf>>. Acesso: 06/10/2013.

FREIRIA, R. C. **Direito, gestão e políticas públicas ambientais,** 2011. Disponível em: www.fec.unicamp.br. Acesso: 06/10/2013.

FREITAS, V. P. **Direito ambiental em evolução.** Curitiba: Juruá, 2005. 364 p. Disponível em:<<http://bdjur.stj.gov.br/dspace/handle/2011/8276>>. Acesso: 06/10/2013.

GIUDICE, D. S. **Impactos Ambientais em área de ocupação espontânea:** (exemplo do bairro do Calabar, Salvador-BA). Dissertação (Mestrado), Salvador, 1999.

GOMES, M. A. F. Das áreas protegidas (por lei) no planejamento e gestão ambiental sustentáveis, Brasil. Embrapa Meio Ambiente. 2012.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da qualidade da água do rio Uberabinha – Uberlândia – MG.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. P.; CARMO, R. L.; OLIVEIRA, A. A. B. *Urbanização e Vulnerabilidade Sócio – Ambiental: O caso de Campinas.* Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/textos/publicacoes/livros/migracao_urbanas/02pronex_13_Urbanizacao_Vulnerabilidade.pdf>. Acesso em: 15/ 06/2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 23 de Outubro de 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 12 de Agosto de 2013.

INPE/CPTEC (2010). *CPTEC/INPE: Precipitação acumulada em agosto de 2010 (Uberlândia - BRA).* BDC (Bancos de dados climatológicos). Página visitada em 18 de outubro de 2013.

JESUS, V. L. R. Análise das características dos eixos comerciais da zona sul de Uberlândia. Disponível em: <http://xiisimpurb2011.com.br/app/web/arq/trabalhos/19410fbe7c195c69dbcf5cd88e987dcff.pdf>. Acesso: 16/06/2012.

LEI N° 6.050, DE 24 DE MAIO DE 1974. Presidência da República,Casa Civil,Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6050.htm. Acesso: 16/10/2013.

LEI Nº 9433, DE 08 DE JANEIRO DE 1997. Presidência da República,Casa Civil,Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf>. Acesso: 06/10/2013.

LI, S. M.Organosulfate formation during the uptake of pinonaldehyde on acidic sulfate aerosols. *Geophysical Research Letters*, Volume 33, Issue 13, July 2006.

LIMA, E. Q. Vulnerabilidade Ambiental na Zona Costeira de Pititinga, Rio do Fogo, Rio Grande do Norte. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências exatas e da Terra. Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica. Natal, RM – 2010.

LIMA, C. C. U. Curso básico de hidrologia. Governo do estado da Bahia secretaria do meio ambiente e recursos hídricos; Instituto de gestão das águas e do clima universidade popular das águas – UNIHIDRO; IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Salvador, Outubro de 2008.

MAIER, C. Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de ciências rurais. Programa de pós-graduação em ciências do solo. Santa Maria- RS- 2007.

MEDRANO, R. H. Notas sobre o Barroco e o Urbanismo Ibero-American. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2005. Disponível em: < <http://www.upo.es/>>. Acesso em: 30/09/2013.

MEDRANO, L. "Habitação, modernidade e história". Interpretar Arquitetura (UFMG). Belo Horizonte, v.7, n. 10, 2006.

MESQUITA, F. C.; ANDREOZZI, S. L. O inicio do processo de industrialização em Uberlândia: Uma análise das primeiras indústrias até o Estado Novo. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.1, n.1, p.124-144, jan. 2009.

METZGER, J. P. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotrop**, São Paulo, v. 6, n. 2. 2006. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/fullpaperbn00206022006+pt>. Acesso em: 30/09/2013.

Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB.22 Uberlândia; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. *Rio de Janeiro*, 3 (Levantamento de recursos naturais, v. 06) 27,5 cm;

MIRANDA, C. V. **Incidência da Insularidade no Processo de Desenvolvimento Socio-económico de Cabo Verde**, 2008. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/10961/1627>>. Acesso em: Acesso: 06/10/2013.

MOURA, G. G. Imagens e representações da periferia de Uberlândia (MG): um estudo de caso do setor Oeste. Dissertação (Mestrado) 284 fls. Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

MORI, M. K. História da imigração japonesa em Lins. São Paulo: JSN Editora, 2010.

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

NORMATIVO DA CAIXA. Normativo da Caixa sobre o Programa de Arrendamento Residencial. 2014.

OLIVEIRA, P. C. A. Cenários Ambientais e Diagnose da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia-MG. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2009.

OLIVEIRA, H. C. M. Em busca de uma proposição metodológica para o estudo das cidades médias: Reflexões a partir de Uberlândia (MG). Universidade Federal de Uberlândia, programa de pós-graduação, Uberlândia – MG, 2008.

PACHECO e NISHIYAMA. Análise da altimetria dos topos de basaltos da formação Serra Geral na região do Triângulo Mineiro utilizando técnicas de geoprocessamento como subsídio para caracterização de atividades tectônicas recentes. Disponível em:
http://www.geografiaememoria.ig.ufu.br/downloads/Luiz_Nishiyama_Analise_da_altimetria_dos_topos_de%20_basaltos_da_formacao_Serra_Geral_na_regiao.pdf. Acesso em: 22/11/2013.

Paulipetro 1981. Relatório de Atividades 1979/1981, 59 pp.

PORTARIA MMA Nº 9, DE 23 DE JANEIRO DE 2007. Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodiversidade31.pdf. Acesso: 12/10/2013.

Portaria Bsb/MS nº 56, de 14 de março de 1977: aprova normas técnicas e padrão de potabilidade da água (DOU de 22/3/77).

Portaria MS nº 36, de 19 de janeiro de 1990: aprova normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano (DOU de 23/1/90). Substituída pela Portaria MS nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000).

Portaria MS nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000: aprova a norma de qualidade da água de consumo humano (DOU de 22/2/01).

PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm./2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso: 12/10/2013.

PORTE, M.F.A.; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, p. 44-53, 2008.

Prefeitura (2009). **Banco de Dados Integrados 2009** (PDF). Página visitada em 18 de outubro de 2013.

QUEIROZ, A. T. Análise e Avaliação da demanda e disponibilidade Hídrica nos alto e médio curso do rio Uberabinha, Uberlândia (MG). Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Geografia. 22/06/2012.

QUEIROZ, A. T. Precipitação/vazão nos alto e médio cursos do rio Uberabinha (mg). Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2010. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em 30 de Outubro de 2011.

Resolução CONANDA 137, de 21/01/2010. Disponível em:<<http://www.direitosdaciencia.org.br/conanda/resolucoes/resolucao-137>> Acesso em: 30 de Outubro de 2011.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/2004 - "Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências". - Data da legislação: 25/03/2004 - Publicação DOU nº 087, de 07/05/2004, págs. 56-57. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=445>. Acesso: 30/08/2013.

RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009. Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso: 30/08/2013.

RIBEIRO, D. T. P. Diagênese das rochas do membro serra da galga, formação Marília, grupo Bauru (cretáceo da bacia do paraná), na região de Uberaba, minas gerais. **Revista Brasileira de Geociências**. 31(1):7-12, março de 2001.

RICETO, A.; SÍLVA E. I.; GUIMARÃES, A. A. Uma reflexão sobre os impactos em sistemas ambientais urbanos: estudo de caso da microbacia do córrego liso no município de Uberlândia – MG. **Revista Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 12, n. 37 mar/2011 p. 230 – 238.

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

SCHROTER, D. Response of different decomposer communities to the manipulation of moisture availability: potential effects of changing precipitation patterns. **Global Change Biology**, Volume 10, Issue 8, pages 1313–1324, August 2004.

SENGIK, E. Roteiros de Aulas Práticas: Curso de Zootecnia -Solos e Adubação -. Maringá – Paraná – 2005. Disponível em: <http://www.dzo.uem.br/disciplinas/Solos/pratica.doc>. Acessado em: 21/12/2013.

SILVA, C. A.; NUNES, F. A. Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 5435-5442.

SILVA, E. M. O clima na cidade de Uberlândia. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Geografia. 15/04/2004.

SOARES, A. M.; CUNHA, D. A. I.; DANTAS, G. D.; OLIVEIRA, H. L. P. Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha, Uberlândia-MG: desafios do planejamento urbano. **Revista da Católica, Uberlândia**, v. 1, n. 1, p. 103-115, 2009a. Disponível em: www.catolicaonline.com.br/revistadacatolica. Acesso: jun/2012.

SOARES, A. M.; MELO, C. S.; VIEIRA, L. S.; GROSSI, S. R. D. Bacia Hidrográfica do Córrego Barbosa. **Revista da Católica, Uberlândia**, v. 1, n. 1, p. 116-122, 2009b. Disponível em: www.catolicaonline.com.br/revistadacatolica. Acesso: jun/2012.

SOUZA, L. H. F. Representação gráfica de feições lineares do relevo: proposta de aplicação de simbologia linear digital na cartografia geomorfológica. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2006.

TEIXEIRA, R. M. J.; GIUDICE, D. S.; RODRIGUES, J. A. Expansão urbana e impactos ambientais: análise do Beiru/Tancredo Neves - Salvador-BA. **Revista Caminhos da Geografia**. Disponível em: <<http://www.geo.ufv.br>>. Acesso em: 27 de outubro de 2011.

TIXIER, H. V. Seasonal variations of Red Deer selectivity on a mixed forest edge. **Anim. Res.** Volume 54, Number 5, September-October 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1051/animres:2005030>. Acesso: 13 /08/ 2013.

THEODORO, S. H.; CORDEIRO, P. M. F.; Beke, Z. Gestão ambiental: uma prática para mediar conflitos socioambientais. Centro de Desenvolvimento Sustentável/Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2004.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Revista Estudos avançados** 22 (63), 2008.

USEPA. USEPA contract laboratory program national functional guidelines for organic data review. Office of Emergency and Remedial Response, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460. October, 1999.

VILLA, F.; MCLEOD, H. Environmental Vulnerability Indicators for Environmental Planning and Decision-Making: Guidelines and Applications. **Environmental Management**, March 2002, Volume 29, Issue 3, pp 335-348.

VIVACQUA, M. C. R. Qualidade da Água do Escoamento Superficial Urbano – Revisão Visando o Uso Local. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, D.C.: USDA, 1978. 57 p. (USDA.Agricultural Handbook, 537).

ZIELINSKI, J. The Kinetics of Ammonia Synthesis over Ruthenium-Based Catalysts: The Role of Barium and Cesium. **Journal of Catalysis**, Volume 205, Issue 1, 1 January 2002, Pages 205–212.

ZUFFO, A.C.; REIS, L.F.R.; SANTOS, R.F.; CHAUDHRY, F.H. Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento dos recursos hídricos. **Rev. Bras. Rec. Hídricos**, v.7, n.1, p. 81-102, 2002.