



DIRETRIZES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS PARA A EXPANSÃO URBANA DE UBERLÂNDIA (MG) SOBRE ÁREAS DE PROTEÇÃO DE MANANCIASIAIS: ANÁLISE E PROPOSTAS DE PRESERVAÇÃO



Dissertação de Mestrado
Adriana Maria da Silva



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo/UFU
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO



ADRIANA MARIA DA SILVA

**DIRETRIZES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS PARA A EXPANSÃO
URBANA DE UBERLÂNDIA (MG) SOBRE ÁREAS DE PROTEÇÃO DE
MANANCIAIS: ANÁLISE E PROPOSTAS DE PRESERVAÇÃO**

UBERLÂNDIA (MG)

2023

ADRIANA MARIA DA SILVA

**DIRETRIZES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS PARA A EXPANSÃO
URBANA DE UBERLÂNDIA (MG) SOBRE ÁREAS DE PROTEÇÃO DE
MANANCIAIS: ANÁLISE E PROPOSTAS DE PRESERVAÇÃO**

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

Orientadora: Prof.^a. Dra. Beatriz Ribeiro Soares

UBERLÂNDIA (MG)
INSTITUTO DE GEOGRAFIA

2023

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

S586d
2023 Silva, Adriana Maria da, 1981-
 Diretrizes urbanísticas e ambientais para a expansão urbana de
Uberlândia (MG) sobre áreas de proteção de mananciais [recurso
eletrônico] : análise e propostas de preservação / Adriana Maria da Silva.
- 2023.

 Orientadora: Beatriz Ribeiro Soares.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
 Modo de acesso: Internet.
 Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.7072>
 Inclui bibliografia.

 1. Geografia. I. Soares, Beatriz Ribeiro, 1952-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppgeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br


ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico; Número 542, PPGGEO				
Data:	31 de maio de 2023	Hora de início:	14h:00m	Hora de encerramento:	16h:15m
Matrícula do Discente:	12112GEO003				
Nome do Discente:	ADRIANA MARIA DA SILVA				
Título do Trabalho:	DIRETRIZES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS PARA A EXPANSÃO URBANA DE UBERLÂNDIA (MG) SOBRE ÁREAS DE PROTEÇÃO DE MANANCIAS: ANÁLISE E PROPOSTAS DE PRESERVAÇÃO				
Área de concentração:	DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS				
Linha de pesquisa:	DINAMICAS TERRITORIAIS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Campus Santa Mônica [[Google Meet](#)], Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: [Josimar dos Reis de Souza - CEFET-MG](#); [William Rodrigues Ferreira - IG-UFU](#) e [Beatriz Ribeiro Soares - IG/UFU](#) orientador(a) do(a) candidato(a). A Defesa aconteceu de forma remota.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). [Beatriz Ribeiro Soares - IG/UFU](#), apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado\(a\).](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Beatriz Ribeiro Soares, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/05/2023, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **William Rodrigues Ferreira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/05/2023, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Josimar dos Reis de Souza, Usuário Externo**, em 31/05/2023, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4483895** e o código CRC **547D6292**.

À Nadir e ao Vinícius,
com carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e à espiritualidade amiga pelos milagres diários, que foram muitos.

Agradeço à minha mãe Nadir Maria da Cruz (*in memoriam*) por tantas lutas, por tanta fé, e por sempre defender que estudar é o melhor caminho.

Agradeço à minha família, em especial à Fabiana Maria da Silva e à Nágila Thomaz que tanto incentivaram; ao Geraldo Oliveira Miranda pela orientação técnica e jurídica dos processos urbanísticos de Uberlândia; ao meu pai Antônio Adão da Silva pelos almoços; à Luciana Maria da Silva pelo trio parada dura; e à minha avó Maria Luiza de Castilho pelas orações de todos os dias.

Ao Vinícius Peripato, meu grande incentivador, mentor, norte, chão, tudo. Que nunca saiu do meu lado, que sempre acreditou. Sem você eu não teria chegado até aqui.

Em especial, tenho muita gratidão à minha orientadora Dra. Beatriz Soares Ribeiro, que foi luz no fim do túnel, sustentação e inspiração nos momentos difíceis. Mais que geografia, ela me ensinou muito sobre empatia, acreditar e seguir em frente.

Agradeço aos mestres que me ajudaram a elaborar essa dissertação participando das bancas: Dr. Josimar dos Reis de Souza na defesa da qualificação e na defesa final, e Dr. William Rodrigues Ferreira membro avaliador em todas as etapas. Vocês têm meu respeito.

Ao Dr. Rafael Mendes Rosa por fornecer informações sobre sua tese que muito contribuíram no desenvolvimento da metodologia e nos resultados desse trabalho.

Aos mais de 30 filhos de quatro patas, em especial ao Anexo e à Pruzinha, que estiveram literalmente ao meu lado todas as vezes que escrevi esse trabalho.

Aos amigos Alécio Perini Martins, Rosielli Santos Araújo, Lorença Borges Lopes e Queila Silva, que suportaram muito.

Ao João Fernandes da Silva da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que tanto atormentei.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço pela concessão da bolsa de Mestrado.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), ao Instituto de Geografia (IG) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia pelo ensino público e de qualidade.

RESUMO

DIRETRIZES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS PARA A EXPANSÃO URBANA DE UBERLÂNDIA (MG) SOBRE ÁREAS DE PROTEÇÃO DE MANANCIAIS: ANÁLISE E PROPOSTAS DE PRESERVAÇÃO

A urbanização em áreas de mananciais pode contribuir significativamente para a escassez hídrica, especialmente em regiões onde a demanda por água é alta. Isso ocorre porque a ocupação humana nessas áreas pode afetar diretamente a qualidade e a quantidade da água disponível para o abastecimento público. Com a intensa impermeabilização do solo, que impede a infiltração da água e a recarga dos aquíferos subterrâneos, a disponibilidade de água em rios e lagos é afetada. Além disso, a urbanização pode levar à poluição da água por meio de descargas de esgoto e resíduos sólidos, o que torna a água imprópria para o consumo humano e para o abastecimento público. A proteção dos mananciais no Brasil tem enfrentado desafios significativos na contenção da expansão urbana, especialmente em cenários onde recursos são escassos e há uma alta demanda por moradia de baixa renda. Em outros casos percebe-se o poder e a influência da especulação imobiliária no ordenamento do território. Para enfrentar essas pressões e o comprometimento dos recursos hídricos em áreas estratégicas dos municípios, é importante que o Planejamento Urbano se fundamente no conhecimento do quadro ambiental do seu território, na compreensão dos fenômenos que resultam na degradação ambiental e na determinação de regramentos específicos, pautados na preservação. O município de Uberlândia (MG) ao longo dos anos viu sua população crescer se tornando a maior cidade do interior de Minas Gerais, e conseqüentemente a expansão da cidade. No seu macrozoneamento a expansão urbana se sobrepõe à sua área de proteção de mananciais, sem nenhuma ressalva quanto aos critérios de ocupação estabelecidos para toda a zona de expansão urbana. Frente a esse desafio esse estudo projetou cenários de ocupação da área, através da realização de um diagnóstico da vulnerabilidade à perda de solos da área, conflitos dessa com o uso do solo atual, e com a projeção de uma possível urbanização. Também estabeleceu o perfil de escoamento superficial da área através do Método CN, comparando o atual perfil da área e projeções de alterações do uso do solo para urbano. Nessas perspectivas foram propostas duas alternativas, uma de preservação e outra de ocupação, em conformidade com diretrizes já definidas pelo Plano Diretor. O cenário de preservação da área foi baseado na análise da vulnerabilidade ambiental à perda de solos e no conflito ambiental gerado com uma provável urbanização, que se apresentou significativo, sendo assim um risco aos mananciais. Já o cenário de ocupação comparou a capacidade de infiltração da área com o uso do solo atual e urbanizado, visando um parcelamento e ocupação do solo que mais se aproximasse da capacidade atual de infiltração, a fim de diminuir parte do impacto junto aos recursos hídricos.

Palavras-chave: Planejamento Urbano; Mananciais Hídricos, Diretrizes Urbanísticas; Abastecimento Público; Vulnerabilidade Natural; Escoamento Superficial.

ABSTRACT

SPECIFIC URBANISTIC AND ENVIRONMENTAL GUIDELINES IN THE URBAN EXPANSION OF UBERLÂNDIA (MG) IN WATER SOURCE PROTECTION AREAS: ANALYSIS AND PROPOSALS FOR PRESERVATION

Urbanization over areas of water sources can contribute significantly to water scarcity, especially in regions where demand for water is high. This is because human occupation over these areas can directly affect the quality and quantity of water available for public supply. With intense soil impermeability, which prevents water infiltration and recharge of underground aquifers, the availability of water in rivers and lakes is affected. Additionally, urbanization can lead to water pollution through sewage and solid waste discharge, making the water unsuitable for human consumption and public supply. Protecting water sources in Brazil faces significant challenges in containing urban expansion, especially in scenarios where resources are scarce and there is high demand for low-income housing. In other cases, the power and influence of real estate speculation can be seen in land use planning. To address these pressures and the compromise of water resources in strategic areas of municipalities, it is important that urban planning is based on knowledge of the environmental framework of the territory, an understanding of the phenomena that result in environmental degradation, and the determination of specific regulations based on preservation. The city of Uberlândia (MG) has seen its population grow over the years, becoming the largest city in the interior of Minas Gerais, and consequently experiencing urban growth. In its macro-zoning, urban expansion overlaps with its water source protection area, without any reservation regarding the established criteria for occupation throughout the urban expansion zone. In the face of this challenge, this study projected occupation scenarios for the area through a vulnerability diagnosis of soil loss, conflicts with the current land use, and projection of possible urbanization. It also established the profile of surface runoff in the area through the CN Method, comparing the current profile of the area with projections of changes in land use for urban purposes. Two alternatives were proposed in these perspectives, one for preservation and the other for occupation, in accordance with guidelines already defined by the city's Master Plan. The preservation scenario for the area was based on the analysis of environmental vulnerability to soil loss and the environmental conflict generated by potential urbanization, which proved to be significant and therefore a risk to water sources. On the other hand, the occupation scenario compared the infiltration capacity of the area with the current and urbanized land use, aiming for a land partition and occupation that would closely match the current infiltration capacity, in order to reduce some of the impact on water resources.

Keyword: Urban Planning; Water Sources; Urban Guidelines; Public Supply; Natural Vulnerability; Surface Runoff.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Macrozoneamento do município de Uberlândia (MG).....	39
Figura 2 Localização da Área de Estudo.....	42
Figura 3 Unidades geológicas da área de estudo.....	63
Figura 4 Afloramento de basalto na área da Cachoeira de Bom Jardim.	65
Figura 5 Afloramento de basalto na área da Cachoeira de Sucupira.....	65
Figura 6 Hipsometria da área de estudo.....	67
Figura 7 Declividade da área de estudo.....	69
Figura 8 Relevo na área da ponte de ligação entre o setor sul e a área de estudo.	69
Figura 9 Relevo suavemente ondulado no entorno de curso d'água.	69
Figura 10 Relevo no entorno de curso d'água, setor sul e área de estudo.....	70
Figura 11 Relevo no entorno de cursos d'água, suavemente ondulado.....	70
Figura 12 Relevo no entorno de curso d'água.....	70
Figura 13 Relevo plano.	70
Figura 14 Rio Uberabinha à jusante da Cachoeira de Sucupira.	70
Figura 15 Relevo na porção leste da área de estudo.....	70
Figura 16 Classes de solo na área de estudo.....	72
Figura 17 Latossolo Vermelho na área de estudo.....	73
Figura 18 Gleissolo na área de estudo.....	73
Figura 19 Precipitação média anual na área de estudo.....	74
Figura 20 Temperatura média anual na área de estudo.....	75
Figura 21 Hidrografia na área de estudo.	76
Figura 22 Rio Uberabinha sobre a Ponte de Arame.....	77
Figura 23 Reservatório de Bom Jardim – Ribeirão Bom Jardim.....	77
Figura 24 Cachoeira de Bom Jardim.....	77
Figura 25 Barramento no córrego da Estiva.....	77
Figura 26 Cachoeira de Sucupira – Rio Uberabinha.....	77
Figura 27 Represamento do rio Uberabinha para captação de água.....	77
Figura 28 Sistemas aquíferos na área de estudo.....	78
Figura 29 Uso do solo na área de estudo.....	80
Figura 30 Estação de Tratamento de Água Renato de Freitas, Unidade Sucupira.....	81

Figura 31 Reservatório de Bom Jardim – Ribeirão Bom Jardim.	81
Figura 32 Criação de gado na área de estudo.	81
Figura 33 Agricultura na área de estudo.....	81
Figura 34 Cerrado bem conservado.....	82
Figura 35 Lazer na área de estudo.	82
Figura 36 Centro Empresarial Leste – venda de imóveis.....	82
Figura 37 Ação do Programa Buriti na área de estudo.....	82
Figura 38 Integridade da flora na área de estudo.....	84
Figura 39 Integridade da fauna na área de estudo.	85
Figura 40 Risco potencial de erosão na área de estudo.	86
Figura 41 Vulnerabilidade do solo à contaminação na área de estudo.....	86
Figura 42 Vulnerabilidade dos recursos hídricos na área de estudo.....	87
Figura 43 Vulnerabilidade natural da área	88
Figura 44 Qualidade Ambiental na área de estudo.....	89
Figura 45 Risco Ambiental da área de estudo	90
Figura 46 Vulnerabilidade dos Temas: Geologia, Solo, Vegetação e Clima.	92
Figura 47 Vulnerabilidade do Tema Geomorfologia.	93
Figura 48 Mapa da Vulnerabilidade Natural a Processos Erosivos.....	95
Figura 49 Mapa de conflito entre uso do solo atual e a vulnerabilidade natural à perda de solos	97
Figura 50 Mapa de conflito entre uso do solo urbano e a vulnerabilidade natural à perda de solos.....	110
Figura 51 Córrego Campo Alegre, impactos causados pela urbanização do entorno e falta de medidas de controle.	112
Figura 52 Córrego Campo Alegre, perda de solo, mata ciliar altamente impactada, assoreamento e poluição.....	112
Figura 53 Vazios urbanos no perímetro urbano de Uberlândia (MG).....	114
Figura 54 Conectividade entre fragmentos florestais e áreas de preservação permanentes na perspectiva de formação de micro corredores ecológicos.	116
Figura 55 Mapa de conflito entre a formação de corredores ecológicos e a vulnerabilidade natural à perda de solos	117
Figura 56 Modelo básico de execução dos projetos de PSA Hídricos	121
Figura 57 Loteamentos clandestinos/irregulares na Zona Rural de Uberlândia.....	127

Figura 58 Mansões Aeroporto, lote com taxa de ocupação acima de 20% e habitação multifamiliar.	128
Figura 59 Mansões Aeroporto, lote com taxa de ocupação acima de 20%, impermeabilizado e um possível estacionamento de caminhões.	129
Figura 60 Morada do Sol, lotes com ocupação acima de 20%.	129
Figura 61 Ocupação irregular de área de preservação permanente da margem direita do córrego Sem Denominação no bairro Shopping Park, setor sul.	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Geologia e vulnerabilidade.....	46
Quadro 2 Declividade e vulnerabilidade	47
Quadro 3 Amplitude altimétrica e vulnerabilidade	48
Quadro 4 Distância do interflúvio e vulnerabilidade.....	49
Quadro 5 Solo e vulnerabilidade	49
Quadro 6 Vegetação	50
Quadro 7 Interseção definida para o conflito entre uso da terra e vulnerabilidade à perda de solos.....	52
Quadro 8 Classificação hidrológica do solo para as condições brasileiras	54
Quadro 9 Valores dos números CN para bacias rurais.....	56
Quadro 10 Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas	57
Quadro 11 Condições do solo em relação a situação do mesmo.....	57
Quadro 12 Coluna estratigráfica do Triângulo Mineiro.....	62
Quadro 13 Classificação da área de estudo quanto aos componentes Geofísico e Biótico.....	83
Quadro 14 Grupo hidrológico dos solos na área de estudo.....	98
Quadro 15 Valores CN para a área de estudo.....	99
Quadro 16 Conversão do uso do solo de 2020 para predominantemente urbanizado.....	102
Quadro 17 Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas – projeção de urbanização ZR2 para a área de estudo.....	104
Quadro 18 Ações para preservação ambiental e redução de impactos na área de estudo	119
Quadro 19 Uso do solo e capacidade de armazenamento de água.....	123
Quadro 20 índices Urbanísticos incidentes na Zona de Expansão Urbana	124
Quadro 21 Diretrizes urbanísticas e ambientais para conversão do uso do solo rural para urbano na área de expansão urbana que se sobrepõe à área de proteção das áreas de mananciais	125
Quadro 22 Diretrizes propostas para o Cenário 1 e instrumentos urbanísticos de consolidação	133
Quadro 23 Diretrizes propostas para o Cenário 2 e instrumentos urbanísticos de consolidação	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo rural.	101
Tabela 2 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes <500m ²	105
Tabela 3 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes 4.000m ²	106
Tabela 4 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes 8.000m ²	107
Tabela 5 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes 300m ²	107

LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Preservação Permanente
CHIRPS	Grupo de Perigos Climáticos Precipitação Infravermelha com Dados de Estação
CN	Curva-Número
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GFC	Projeto de Mudança Florestal Global
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MapBiomas	Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil
MEU	Macrozona de Expansão Urbana
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MZP	Macrozona de Proteção das Áreas de Mananciais
PFPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PMU	Prefeitura Municipal de Uberlândia
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
SCS	Método Soil Conservation Service
SEMAD MG	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
TOPODATA	Banco de dados Geomorfométricos do Brasil
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UTM	Universal Transversa de Mercator
ZEE-MG	Zoneamento-Ecológico-Econômico de Minas Gerais
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social
ZUE	Zona de Urbanização Específica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
Objetivos da pesquisa.....	22
Objetivo geral.....	22
Objetivos específicos.....	22
1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
1.1 Instrumentos de gestão urbana e estratégias de uso e ocupação do solo.....	25
1.2 Pressões sobre a expansão urbana.....	27
1.3 O desafio do planejamento da expansão urbana.....	28
1.4 Expansão urbana: planejamento primário baseado em recursos naturais e vulnerabilidades ambientais com fins de preservação.....	31
1.4.1 Áreas urbanas, meio ambiente e recursos hídricos.....	31
1.4.2 Planejamento baseado na vulnerabilidade natural e conflitos.....	32
1.4.3 Planejamento baseado no perfil de escoamento superficial da água/capacidade de armazenamento.....	34
1.5 Estratégia de Preservação Ambiental através do Pagamento por Serviços Ambientais.....	35
1.6 Instrumentos de gestão e meio ambiente no município de Uberlândia (MG).....	37
1.7 Macrozoneamento de Uberlândia (MG): Sobreposição da Macrozona de Proteção das Áreas dos Mananciais (MZP) pela Macrozona de Expansão Urbana (MEU).....	41
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	44
2.1 Instrumentos de gestão e meio ambiente no município de Uberlândia (MG).....	44
2.2 Diagnóstico dos componentes físico-geográficos e ambientais da área.....	44
2.3 Determinação da vulnerabilidade natural à perda de solos e conflitos ambientais....	45
2.3.1 Tema Geologia.....	46
2.3.2 Tema Geomorfologia.....	47
2.3.3 Tema Solos.....	49
2.3.4 Tema Vegetação.....	49
2.3.5 Tema Clima.....	50
2.3.6 Conflito entre uso e cobertura do solo e a vulnerabilidade natural.....	51
2.4 Escoamento superficial da área utilizando dados do Método CN.....	52
2.4.1 Determinação da classe hidrológica dos solos.....	53

2.4.2	Coeficiente de Escoamento: Determinação do valor do número de deflúvio (CN) na área de estudo de acordo baseado no tipo e uso do solo.....	55
2.4.3	CN Médio	58
2.4.4	O armazenamento potencial de água no solo (S)	58
2.5	Proposta de Cenários	59
2.6	Sobre os dados cartográficos	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
3.1	Diagnóstico dos componentes físico-geográficos e ambientais da área	62
3.1.1	Características geológicas	62
3.1.2	Aspectos do relevo	65
3.1.3	Classes de solos da área de estudo	70
3.1.4	Condições climáticas	73
3.1.5	Recursos hídricos na área de estudo.....	75
3.1.6	Uso do solo na área de estudo	79
3.2	Levantamento das vulnerabilidades ambientais.....	82
3.2.1	Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais	82
3.2.2	Vulnerabilidade natural à perda de solos CREPANI (2001).....	90
3.2.3	Perspectiva do escoamento superficial da área utilizando dados do Método CN	98
3.3	Análise de Cenários	108
3.3.1	Cenário 1: Preservação da Área. Diretrizes subsidiadas pelo diagnóstico de vulnerabilidade natural, conflitos e aspectos do zoneamento ambiental ecológico (ZEE-MG)	108
3.3.2	Cenário 2: Ocupação da Área. Diretrizes baseadas nos dados de escoamento superficial da área (CN).....	122
3.3.3	Instrumentos urbanísticos e a viabilidade das diretrizes propostas	130
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139

INTRODUÇÃO

Manancial hídrico de abastecimento público é a fonte de água doce superficial ou subterrânea utilizada para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas. As áreas contendo os mananciais devem ser alvo de atenção específica, considerando aspectos legais e gerenciais (ANA, 2023).

A preservação dos recursos hídricos abriga diversos tipos de desafios, dentre eles as alterações das áreas de mananciais, resultando em impactos de grandes proporções, tanto no que se refere à biodiversidade quanto à disponibilidade do recurso.

Urbanização e meio ambiente têm uma relação direta. A urbanização, por implicar a mudança do uso do solo e a concentração de pessoas e atividades produtivas sobre um espaço restrito, gera, necessariamente, impactos degradadores ao meio ambiente com efeitos sinérgicos e persistentes, muitas vezes irreversíveis. Mesmo que outras atividades, como a bovinocultura, a agricultura, a geração de energia e a mineração provoquem significativos impactos negativos ao meio ambiente, a urbanização, por gerar seus impactos ambientais de forma concentrada e ainda expandi-los além dos limites urbanos, pede uma análise especial, principalmente na gestão de recursos hídricos (JATOBÁ, 2011).

A urbanização em áreas de mananciais pode contribuir significativamente para a escassez hídrica, especialmente em regiões onde a demanda por água é alta. Isso ocorre porque a ocupação humana nessas áreas pode afetar diretamente a qualidade e a quantidade da água disponível para o abastecimento público. Com a intensa impermeabilização do solo, que impede a infiltração da água e a recarga dos aquíferos subterrâneos, a disponibilidade de água em rios e lagos é afetada. Além disso, a urbanização pode levar à poluição da água por meio de descargas de esgoto e resíduos sólidos, o que torna a água imprópria para o consumo humano e para o abastecimento público.

A escassez hídrica pode levar a conflitos entre diferentes setores da sociedade, como agricultura, indústria e abastecimento urbano. Em muitos casos, a escassez hídrica pode levar à falta de água para consumo humano, o que pode afetar gravemente a qualidade de vida das pessoas e aumentar o risco de doenças relacionadas à falta de saneamento básico.

A proteção dos mananciais no Brasil tem enfrentado desafios significativos na contenção da expansão urbana, especialmente em cenários onde recursos são escassos e há uma alta demanda por moradia de baixa renda. Um exemplo positivo frente a essa dinâmica é a cidade de Belo Horizonte (MG), que atuou na proibição da ocupação nas áreas de

mananciais, redirecionamento o crescimento urbano para outras localidades. Já a maioria das cidades brasileiras situa-se no outro extremo, apresentando tolerância à expansão urbana, acompanhada da exigência de baixos níveis de qualificação ambiental (TAGNIN; MAGALHÃES, 2001).

Um desses casos é a Região Metropolitana de São Paulo, abastecida principalmente pelos mananciais da Cantareira, Guarapiranga, Alto Tietê e Rio Claro, e que atende cerca de 20 milhões de pessoas. Em 2014, a região enfrentou uma das piores crises hídricas de sua história, com a diminuição drástica dos níveis dos reservatórios e a necessidade de racionamento de água. A falta de planejamento na ocupação das áreas de mananciais na Região Metropolitana de São Paulo tem sido apontada como um dos principais fatores que contribuem para a escassez hídrica na região, que enfrenta conflitos, de forma mais aguda, por situar-se em cabeceiras de drenagem e por concentrar as principais demandas industriais e urbanas do Estado. Além de ter que disputar os recursos hídricos disponíveis com regiões vizinhas bastante povoadas, em franco crescimento, a Região Metropolitana de São Paulo enfrenta grande comprometimento qualitativo de suas águas (TAGNIN; MAGALHÃES, 2001).

Os problemas da falta de planejamento da urbanização que avança sobre áreas de mananciais ocorrem não somente no Brasil. No México, a área dos Lagos de Xochimilco é famosa por seus canais e ilhas flutuantes, inclusive reconhecida como patrimônio da humanidade pela UNESCO. Mesmo assim, a urbanização crescente na região tem ameaçado a preservação desses ecossistemas, que além da conservação da biodiversidade, são muito importantes para o abastecimento de água da região metropolitana da Cidade do México (TAGNIN; MAGALHÃES, 2001).

A proteção ambiental de áreas prioritárias nas cidades é uma tarefa complexa não só pela interferência do homem no meio, mas também em função da elevada demanda a que esses territórios estão submetidos (ALVIM et al, 2008). As normas e legislações sobre uso e ocupação do solo podem ser complexas e ambíguas quanto a quem beneficia e a quem prejudica. No caso brasileiro do meio ambiente constitucionalmente protegido, cabe diligentemente uma análise técnica e criteriosa do uso do solo como instrumento aceitável de regulação pública, contrapondo, se necessário, interesses privados determinados – especuladores, proprietários, construtores, principalmente em áreas rurais próximas ou confrontantes do perímetro urbano (CINTRA, 1988).

Quanto à regulação, o Estatuto da Cidade determina para municípios acima de 20.000 habitantes a elaboração de Plano Diretor e de legislações/regramentos fundamentais para a

gestão territorial como o Parcelamento, o Zoneamento, o Uso e a Ocupação do Solo. No caso do Zoneamento, usualmente ele é constituído com base em duas escalas de grandeza denominadas por macrozoneamento e zoneamento urbano. A função do macrozoneamento é separar as zonas urbanas, de expansão urbana, rural e macrozonas especiais ou de proteção ambiental. Já a definição da zona de expansão urbana, que deve estar prevista pelo plano diretor ou lei específica, demanda atenção, pois se trata de determinar as possibilidades de crescimento da malha urbana no município, não se tratando somente de identificar a área efetivamente ocupada pela mancha urbana, mas também de determinar os locais mais apropriados para o uso urbano do solo em suas várias modalidades (SILVA et al, 2013).

Localizada na região do Triângulo Mineiro e exemplo de cidade média, Uberlândia é um dos municípios mais populosos fora das regiões metropolitanas do país, com 706.597 habitantes segundo o IBGE (2021). Possui macrozoneamento que contempla tanto a área de proteção de mananciais visando o abastecimento público, quanto a área de expansão urbana. Também dispõe de instrumentos de gestão do território que, teoricamente, devem subsidiar a organização interna e a gestão dos interesses públicos, difusos e coletivos. Ocorre que nem sempre isso é colocado em prática ou se é aplicada a importância da determinação e do cumprimento de critérios técnicos, como pode ser observado na determinação da Macrozona de Expansão Urbana do município.

Em geral, os critérios para a delimitação da zona de expansão urbana são de natureza eminentemente ambiental, porém, em Uberlândia esse critério foi negligenciado, uma vez que a Macrozona de Expansão Urbana nada mais é que um *buffer*¹ padrão inserido no entorno do perímetro urbano, cuja diretriz diz respeito ao crescimento igualitário da cidade em todas as regiões. Ao se estabelecer um critério genérico, algumas incompatibilidades são geradas, como a expansão urbana em área de proteção de mananciais, sem critérios específicos de ocupação ou urbanização da área.

A expansão urbana sem planejamento ou embasamento técnico tem desencadeado impactos negativos ao ambiente, causando graves desequilíbrios que prejudicam a qualidade de vida da população. Christofolletti (1994 apud NASCIMENTO; SOUZA 2010) afirma que, ao ocupar e desenvolver suas atividades, o homem assume o papel de agente modificador das características visuais, dos fluxos de energia e matéria, modificando o equilíbrio natural nos sistemas ambientais físicos. Essas alterações representam mudanças e alterações na

¹ Buffer, em sensoriamento remoto, é uma ferramenta utilizada para criar uma zona de influência ao redor de um determinado objeto ou área. Essa zona é definida a partir da aplicação de um determinado raio de distância, que pode variar de acordo com a finalidade da análise (SANTOS, PINA, 2000).

estabilidade do ecossistema do qual depende a sobrevivência humana. Considerando um planejamento urbano que se fundamente no conhecimento do quadro ambiental do seu território, ganham ênfase as ciências da Terra, que fornecem as informações necessárias à compreensão dos fenômenos que resultam na degradação ambiental. O conhecimento das potencialidades, das vulnerabilidades dos recursos naturais e dos riscos que a alteração do uso do solo desencadeia, é norteador das atividades humanas sobre o espaço geográfico, prevenindo impactos ou mesmo desastres ambientais.

A elaboração de diretrizes urbanísticas baseadas em diagnósticos técnicos visa a ocupação pautada na importância ambiental que determinada possui, cuja aplicabilidade dependerá de um processo negociado entre instâncias de poder, proprietários de terra e sociedade civil, e também na dualidade das prioridades, seja pela preservação de recursos naturais estratégicos, seja pelo poder e influência financeira dos agentes interessados em manter e se beneficiarem de regras genéricas de ocupação, acelerando processos de expansão do perímetro urbano sem considerar o planejamento do território.

A utilização de diagnósticos baseados na vulnerabilidade ambiental e determinação de conflitos gerados à partir da conversão de áreas rurais em urbanas apresenta-se como uma ferramenta útil na avaliação dos riscos ambientais, da minimização dos impactos a serem gerados, assim como a viabilidade ou não dessa expansão urbana em determinadas localidades, como as áreas de proteção de mananciais.

Objetivos da pesquisa

Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral identificar e propor alternativas de uso e ocupação do solo na Macrozona de Expansão Urbana de Uberlândia (MG) delimitada pelo Zoneamento Urbano de Uberlândia (MG), sobreposta à da Macrozona de Proteção dos Mananciais, através de diagnóstico ambiental.

Objetivos específicos

a) **Analisar as características ambientais da área e levantar as vulnerabilidades ambientais, através do zoneamento-ecológico-econômico, da vulnerabilidade natural à perda de solos, da geração de conflitos entre vulnerabilidade e uso do solo, e do perfil de escoamento superficial da área.**

Análise dos componentes físico-geográficos e ambientais da área através de bases de

dados e levantamento de campo.

Análise da área de estudo através das camadas das informações sobre vulnerabilidades disponíveis no Zoneamento-Ecológico-Econômico de Minas Gerais.

Análise da Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo com apoio nas Unidades Territoriais Básicas (CREPANI et al., 2001).

Análise do conflito gerado entre a vulnerabilidade natural à perda de solos de (CREPANI et al., 2001) e o uso do solo, atual e projetada urbanização, baseado em ROSA (2021).

Análise do perfil de escoamento superficial da área através da metodologia CN (SGS, 1972), a fim de compreender o comportamento do escoamento e relacionar com a capacidade de armazenamento de água, de acordo com as classes hidrológicas de solo e o uso e ocupação, rural e projetada urbanização.

Entende-se aqui que diagnósticos técnicos prévios são premissas para avaliação e proposição de estratégias de planejamento de ocupação urbana. A análise da vulnerabilidade e do escoamento superficial traça um perfil da área que permite projeções de conversão do uso do solo e o comportamento frente a essas alterações, seja através da identificação de conflitos, seja na análise dos impactos e nas possibilidades de mitigação ou mesmo anulação prévia.

b) Elaboração de Cenários de Uso e Ocupação específicos para a Macrozona de Expansão Urbana sobreposta à Macrozona de Proteção dos Mananciais

Através do levantamento das vulnerabilidades ambientais, eleger possibilidades de uso e ocupação da área, baseadas na preservação da área de mananciais, a fim de gerar informações de referência para a formulação da política urbana municipal.

c) Analisar a viabilidade de implementação dos cenários propostos junto aos instrumentos urbanísticos do município de Uberlândia

Para cada proposta de uso e ocupação da área, estabelecer relação com os instrumentos de gestão já contemplados pelo município, executados ou não, de forma a sustentar a possibilidade de implementação/institucionalização.

d) Avaliar a implantação de Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais

No contexto dos cenários a serem propostos discorrer sobre a possibilidade de implantação do Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais pela Prefeitura Municipal

de Uberlândia aos proprietários de áreas que preservem suas áreas de vegetação nativa, que além de importantes refúgios da fauna local, são classificadas como áreas produtoras de água.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Instrumentos de gestão urbana e estratégias de uso e ocupação do solo

Conhecida como o Estatuto da Cidade, a Lei Federal de nº 10.257, de 10 de junho de 2001, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e outras providências, representando a possibilidade de mudanças positivas no contexto urbano, norteando a atuação do poder público local através de importantes instrumentos que, se empregados de forma ética, compromissada e responsável, permitem estratégias e ações para a solução ou minimização dos problemas observados nas cidades brasileiras, com o planejamento participativo (BRASIL, 2001).

No âmbito do planejamento municipal destacam-se alguns instrumentos especiais como o (1) plano diretor; (2) o zoneamento ambiental; (3) a disciplina do parcelamento, uso e ocupação do solo; (4) a gestão orçamentária participativa (5) o plano plurianual; (6) as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual; (7) os planos, programas e os projetos setoriais; (8) os planos de desenvolvimento econômico e social (SOUZA, 2013). Além desses instrumentos, destaca-se a parcelamento do solo, Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, conhecida como a lei do parcelamento do solo, uma das normas mais importantes na área de Direito Urbanístico, tendo um alto caráter de aplicabilidade (FARIA, 2019).

Segundo CLARK (1994 apud RIBAS, 2003), incidem cinco escalas específicas de regulação físico-territorial junto às áreas urbanas, sendo elas:

- a) A que trata da configuração global da cidade e do macrozoneamento da área urbana, traduzida pelo plano diretor; b) A que trata das zonas urbanas específicas ou zoneamento de áreas; c) A que disciplina o parcelamento do solo, isto é a divisão da gleba em lotes; d) A que regula as construções; e, e) A que dispõe sobre os sistemas de infraestrutura - água, esgotamento sanitário, iluminação pública, vias públicas e transportes.

Em síntese, o parcelamento do solo direciona o desenvolvimento urbano, determinando o tipo de uso para áreas ainda não construídas. Também determina padrões para o tamanho dos lotes, percentuais de área, de uso privado, e uso coletivo, assim como as vias públicas e infraestrutura. Já o Código de Obras e Edificações limita e define os padrões construtivos, auxiliando no controle do uso e do solo urbano. Utiliza padrões pré-definidos que servem para qualquer situação como, por exemplo, definição da altura do pé-direito. Já a Lei de Uso e Ocupação do Solo e o Zoneamento de Uso divide a cidade em distritos ou zonas,

determinando os tipos de atividades permitidas ou proibidas. Regula o uso do solo urbano utilizando normas e regras (LIMA, 2018).

Ocorre que o planejamento urbano na sua base tradicional entende o ordenamento territorial como busca da idealização de cidade, por meio de índices urbanísticos e seus parâmetros associados, expressando uma configuração urbana típica, cujas funções de demandas socioeconômicas, de existência de infraestrutura urbana de saneamento e transportes e na busca de um equilíbrio ecossistêmico envolvendo uso e preservação de recursos naturais nem sempre funciona (LIMA, 2018).

Em termos formais o Plano Diretor é o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento e expansão urbana, apresentando como objetivos principais o ordenamento do pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, e a garantia do bem estar de seus habitantes. No caso da proposição de ampliação do perímetro urbano ou mesmo ocupação de áreas inseridas em planos de recursos hídricos ou áreas verdes, conforme Art. 42-A e Art. 42-B da Lei Federal de nº 10.257, de 10 de junho de 2001 (Estatuto da Cidade) deve ser apresentada na Minuta de Projeto de Lei do Plano Diretor os fatores de ordenamento territorial relacionados ao projeto específico de expansão urbana, e definição de diretrizes e instrumentos específicos de salvaguarda do meio ambiente. Para tanto, minimamente deve ser apresentada justificativa técnica baseada em levantamento de dados e informações sobre macrozoneamento, zoneamento, uso e ocupação do solo, tais como áreas já urbanizadas, não urbanizadas, rurais, adequadas para expansão urbana; mapeamentos, diagnósticos técnicos, análises de vulnerabilidade e conflitos; e, se for o caso, a discriminação dos parâmetros urbanísticos e diretrizes para parcelamento, uso e ocupação do solo.

O fato é que sozinhas, as normativas não têm o poder de resolver os problemas urbanos atuais, tampouco os históricos, porém, oferecem a oportunidade dos municípios cumprirem o papel de sujeitos, responsáveis que são pela formulação, implementação, avaliação e fiscalização da política urbana, permitindo, de fato, uma gestão participativa na definição de ações voltadas à justiça social e ambiental. (OLIVEIRA, 2001).

De acordo com Green:

O planejamento urbano do Município deve ser capaz de pensar a cidade estrategicamente, garantindo um processo permanente de discussão e análise das questões urbanas e suas contradições inerentes, de forma a permitir o envolvimento de seus cidadãos. Ainda discutindo as finalidades do planejamento urbano municipal (GREEN, 2002, apud SOUZA, 2013).

Além disso, Segundo destaca que este deve:

Operacionalizar mecanismos e instrumentos que impulsionem o desenvolvimento urbano, fomentando e antecipando ações, bem como

promovendo iniciativas compartilhadas que intensifiquem as relações do Estado com a iniciativa privada direcionando para uma melhor qualidade de vida (SEGUNDO, 2003, apud SOUZA, 2013).

Para toda ocupação e transformação do espaço em urbano, previamente, deverá ser avaliada a sua real necessidade, cuja possibilidade deverá ser baseada em decisões técnicas, jurídica, no planejamento estratégico, nas consequências e responsabilidades. As decisões devem ter caráter socioambiental e não somente econômico, com visão de longo prazo e estratégias alinhadas ao bem estar das gerações futuras, como a preservação dos recursos hídricos e uma cidade realmente para todos.

1.2 Pressões sobre a expansão urbana

No Brasil e em outras partes do mundo, os princípios progressistas têm sido predominantes na organização das grandes cidades, refletidos no zoneamento e na regulação do uso do solo, que visavam solucionar uma contradição central da cidade capitalista que é o conflito entre a propriedade privada do solo e as demandas coletivas de integração e resposta à cooperação implícita no espaço urbano. A concepção de órgãos técnicos e/ou comissões de planejamento local respondiam ao caráter supostamente isento e independente face aos interesses específicos, mascarando de fato o processo de despolitização que se impôs à cidade e à sua expansão, subordinando-a cada vez mais às necessidades das várias frações do capital e das classes dominantes (MONTE-MÓR, 2006).

O fenômeno da flexibilização urbanística promove a desvirtuação do conceito do planejamento urbano e acontece quando a cidade passa a se organizar em função do mercado. O espaço urbano é considerado apenas um local de investimento de capital, e este o utiliza para facilitar rentabilidades e investimentos. Nesse caso, a lógica capitalista conduz os parâmetros das políticas de ocupação e expansão da cidade (WIPPRICH, ROCHA, 2022).

Um dos principais fatores de controle do crescimento da cidade deveria estar alinhado com a ocupação dos espaços vazios no interior dos perímetros urbanos, bem como a utilização dos imóveis vagos e/ou abandonados já existentes, assim como o controle de movimentos de especulação imobiliária sobre o solo urbano, uma vez que a existência de vazios entre a área urbanizada e as zonas de expansão promove o uso de infraestruturas que permitem conexões entre as áreas já consolidadas pela malha urbana com as zonas que sofrem o processo de espraiamento, criando processos de valorização e especulação imobiliária e, conseqüentemente, a segregação socioespacial (POLIDORO, 2010).

Um ponto identificado nas leis de uso e ocupação do solo de alguns municípios é a força do mercado em desfigurar as intenções de uma política regulatória, contando nisso com a cooperação do INCRA na descaracterização inicial de áreas rurais, com o salto da área de expansão urbana para mais longe. Com essa prática dos loteadores, o Poder Público é pressionado a completar a infraestrutura nas zonas deixadas para trás. Na faixa exterior, proliferaram loteamentos de chácaras e sítios com critérios rigorosos da lei, para atender ao crescente mercado de classe média e alta. Mais além, bem mais distante do núcleo urbano do que os planejadores poderiam supor, começaram a ser implantados os parcelamentos do tipo que, cuidadosamente, se queria evitar, porém, os únicos ao alcance da classe baixa (CINTRA, 2006).

O que se observa nas cidades são planos diretores remendados por leis complementares e que se sobrepõem ao período de revisão do plano diretor, visando não assegurar a aplicação deste em avanços na luta contra as desigualdades socioespaciais e na implementação de instrumentos do Estatuto da Cidade, ou ações específicas para as áreas de mobilidade urbana, habitação ou patrimônio, e sim na flexibilização de áreas para fins de interesses econômicos, incluindo a especulação imobiliária. Em casos assim se observa perímetros urbanos superdimensionados, abrangendo áreas rurais, com características de produção agrícola, proteção ambiental ou uso sustentável que passaram a integrar áreas urbanas com zoneamentos flexíveis, mesmo com grandes extensões de vazios urbanos (WIPPRICH; ROCHA, 2022).

De acordo com Michelotto e Sobrinho (2018) o modo como a expansão urbana avança para as bordas da cidade de Uberlândia não é resultado de pequenos construtores ou proprietários de lotes, mas de grandes agentes imobiliários como também da ausência ou anuência do Poder Público, que participa com a instalação de infraestrutura e imprimem no espaço uma produção em larga escala, característica presente na dinâmica atual da cidade. O adensamento dessas novas áreas tem provocado uma dispersão cada vez mais acentuada do território ocupando e desmatando extensas áreas de cerrado.

1.3 O desafio do planejamento da expansão urbana

Delimitado a partir de lei municipal, o perímetro urbano indica uma linha que divide o território municipal em urbano e rural, servindo tanto para fins de planejamento urbano quanto para fins tributários. Para além dos conflitos existentes na ampliação do perímetro urbano por interesses do mercado imobiliário e atividades agropecuárias, existem

divergências teórico-metodológicas do que seria considerado urbano e o que seria considerado rural no país, configurando contradições e dificultando políticas públicas, tanto de desenvolvimento urbano, quanto rural (REIS, 2005).

De acordo com Mocci & Leonelli (2021) a separação entre o urbano e o rural no Brasil começa a ser estabelecida a partir do Decreto-Lei Federal nº 311, de 02 de março de 1938, que dispõe sobre a divisão territorial do país. A questão tributária sobre a terra urbana foi estabelecida posteriormente pela Lei Federal nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 e o parcelamento do solo pela Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, ambas em um período em que diversas problemáticas urbanas já estavam postas e muitas delas consolidadas após um processo de urbanização vertiginoso que teve seu ápice na década de 1960. Em 1988, com a redemocratização e a promulgação da nova Constituição Federal, os artigos 182 e 183 trouxeram novos contornos ao tratamento da questão urbana, avançando na discussão do planejamento urbano e na função social da propriedade urbana e da cidade. Em 2001 os artigos da política urbana foram regulamentados através do Estatuto da Cidade que considerou o crescimento espacial das cidades e estabeleceu que os municípios devem elaborar um plano de expansão urbana (artigos 42-A e 42-B – Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012).

As políticas territoriais municipais pouco têm interferido previamente no processo de urbanização das áreas de transição rural-urbana, de forma a controlar o crescimento urbano horizontal e planejá-lo com responsabilidade socioambiental. Na realidade se vestem das regras da lei de parcelamento de solo que admite que o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, desde que definidas pelo plano diretor, passando aí a abrir precedentes para a proliferação de zonas de urbanização específica em áreas rurais.

A lei de parcelamento do solo também é usada na regularização de parcelamentos urbanos em áreas rurais já existentes, como fator facilitador, uma vez que permite que a quantidade de infraestrutura básica a ser implantada seja menor que a de parcelamentos do solo comuns: bastando ter vias de circulação, alguma forma de escoamento pluvial, rede para o abastecimento de água potável e soluções para esgotamento sanitário e energia elétrica domiciliar. Essa regularização que foi utilizada na década de 80 em prol de habitação de interesse social hoje acaba sendo tratada como um importante marco da flexibilização das regras de parcelamento do solo, funcionando como uma espécie de anistia do parcelamento feito sem infraestrutura (MOCCI, LEONELLI, 2021).

Cada vez mais as normas são flexíveis, híbridas, de modo a responder às diferentes demandas do mercado ou a enfrentar as restrições federais às novas tipologias de urbanização: loteamentos fechados, ranchos, sítios – que têm dominado os perímetros das cidades, onde há pouca resistência à mudança de uso rural para urbano, grande oscilação da produção e baixos preços da terra rural, investimentos no sistema rodoviário e estímulo ao uso de veículos individuais (SANTORO, 2014).

Ocorre que nem sempre a ocupação com chácaras, sítios ou ranchos é uma boa opção para áreas sensíveis do ponto de vista ambiental. Além da ausência de diagnóstico e planejamento, se observa uma redução do tamanho do lote mínimo rural através da adoção de parâmetros urbanos muito mais generosos, atrelada à redução da exigência de infraestruturas mínimas a serem instaladas, culminando em casos de adensamento urbano sobre áreas com infraestrutura rural, cujos efeitos podem gerar poluição das águas e efeitos perversos, principalmente em área de mananciais. Ainda, os parcelamentos do solo associados às chácaras têm ignorado as restrições ambientais legais, ainda que se aproveitem das mesmas para o seu desenvolvimento (MOCCI, LEONELLI, 2021).

De acordo com Mocchi & Leonelli (2021) o zoneamento que contém uma gradação de densidades de ocupação não é o garantidor da preservação do meio ambiente, pois ele impõe às áreas da fronteira rural – urbano usos dispersos e pouco densos, que não têm se mostrado não poluidores. Em geral, defende-se a admissão de densidades menores de ocupação e de menos infraestruturas urbanas supondo que o próprio terreno conseguiria absorver os impactos de uma ocupação pouco adensada e dispersa, sem estudos prévios, baseados somente na regularização de parâmetros de áreas urbanas. Outro ponto negativo são as flexibilizações de parâmetros de preservação ambiental – permissão da ocupação de áreas de preservação permanente, redução ou extinção das áreas de reserva legal, etc. Esta lacuna do planejamento para os usos dispersos ou de urbanização rarefeita à partir do exemplo das chácaras, sítios de recreio ou ranchos, torna este uso ameaçador ao meio ambiente preservado, sendo importante entender qual seria a infraestrutura necessária para qualificar estas ocupações que não se definem como rurais, nem como urbanas, assim como os impactos de adensamento futuro destas áreas.

Por fim, cabe também ao município planejar o rural, determinando regras ao território, a fim de viabilizar projetos possíveis para esse espaço, na contramão de regar o território para regularizar ocupações nem rurais, nem urbanas, dispersas (MOCCI, LEONELLI, 2021).

1.4 Expansão urbana: planejamento primário baseado em recursos naturais e vulnerabilidades ambientais com fins de preservação

1.4.1 Áreas urbanas, meio ambiente e recursos hídricos

A partir do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), com obrigatoriedade da adoção do Plano Diretor, tem-se como diretriz da política urbana a “proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico” (artigo 2º). Na mesma lei foi definido como instrumento de política pública o zoneamento ambiental (artigo 4º). Até então, somente o Código Florestal (BRASIL, 1965,1989) determinava que as Áreas de Proteção Ambiental devem ser observadas também área urbana. O respeito às Áreas de Preservação Permanente (APP) urbanas ainda é um problema jurídico e, principalmente, gerencial. Também falta aos municípios um zoneamento ambiental e políticas efetivas de proteção e defesa dos ecossistemas locais (CESTARO et al, 2012).

A gestão ambiental nas cidades pode ser trabalhada a partir dos recortes definidos pelas dinâmicas do meio ambiente como as bacias hidrográficas. No entanto, considerando experiências fracassadas de planejamento e gestão, considera-se que talvez o item mais importante para a gestão ambiental não tornar estéril é em dotar os organismos de gestão ambiental – que inclui a participação cidadã – de poder de implementação das políticas, em articulação com as demais que são interligadas a ela (LIMA, 2001).

Manancial de abastecimento público é a fonte de água doce superficial e/ou subterrânea (com relação sistêmica entre ambas, inclusive, coexistente em uma mesma área), usada para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas. As áreas que abrigam os mananciais devem ser alvo de atenção específica, abrangendo aspectos legais e gerenciais (MMA, 2020).

A proteção dos mananciais depende da definição de instrumentos e programas que permitam a valorização das áreas de menor pressão antrópica, a recuperação de áreas degradadas e até mesmo um zoneamento ambiental das bacias de contribuição a partir das pressões e das fragilidades ambientais, evitando que a falta de clareza da proteção de mananciais nas legislações resultem em um panorama de fortes e inconcebíveis lacunas de instrumentos de proteção das fontes de água para abastecimento público (MAGALHÃES et al, 2016).

No âmbito de suas áreas de proteção dos mananciais, desde o final da década de 1990, vem ocorrendo um processo de instituição de legislações específicas de proteção e recuperação dos mananciais que prevê integração com as políticas urbanas. Paralelamente, os municípios vêm elaborando suas próprias normas, já que são obrigados a compatibilizar seus instrumentos com as legislações específicas, sejam urbanas ou ambientais, assim como incluir o debate e a participação social nas decisões, o que nem sempre ocorre (ALVIM; KATO, 2011).

Se por um lado ao longo dos anos em algumas áreas não se estabeleceu um regramento anterior à ocupação urbana que contemplasse aspectos de proteção aos recursos hídricos, em outros casos foram geradas legislações restritivas, que impediram o uso das áreas mananciais sem que o Poder Público adquirisse a propriedade, com a obrigatoriedade de preservação e mantida a cobrança de impostos. Nesses casos a desobediência acabou ocorrendo devido ao aumento do valor econômico das áreas circunvizinhas. Outro ponto é a invasão destas áreas por população de baixa renda até por convite dos proprietários, como um meio de negociar com o Poder Público (TUCCI; SILVEIRA, 2001).

No planejamento é importante que a ocupação dos territórios não influencie negativamente na contiguidade espacial dos fluxos hídricos ao longo das redes hidrográficas; na abrangência dos territórios hidrográficos de montante passíveis de transferirem impactos aos mananciais situados à jusante, na biodiversidade e preservação das áreas verdes (MAGALHÃES et al, 2016).

1.4.2 Planejamento baseado na vulnerabilidade natural e conflitos

Ao contrário do que historicamente ocorre no Brasil na ocupação dos espaços pela expansão urbana, o planejamento das ações que causam interferências no sistema ambiental deve considerar diagnóstico, visando entender as restrições e a conservação dos recursos naturais, sendo essa uma importante premissa para que as relações entre o homem e seu meio sejam organizadas e melhor compreendidas. Nesse sentido, a utilização da avaliação sistêmica de um ambiente se apresenta como base para o estudo integrado da relação entre os seus elementos naturais, possibilitando uma análise e planejamento voltados à conservação da paisagem e da biodiversidade (SPÖRL; ROSS, 2004).

O mapeamento e caracterização ambiental dos componentes da paisagem, como clima, rochas, solo, relevo, recursos hídricos e cobertura vegetal, bem como a correta identificação dos graus de fragilidade e vulnerabilidade da paisagem podem proporcionar melhores

definições para a etapa de planejamento territorial, base para traçar diretrizes e propor ações de zoneamento e gestão das áreas especiais, que necessitam de maiores esforços para conservação do equilíbrio ambiental, cuja má utilização pode resultar no comprometimento de todo o sistema (MARTÍN-DUQUE et al., 2012; TOMCZYK, 2011).

Para o planejamento territorial ambiental é possível aplicar a proposta de vulnerabilidade dos ambientes naturais, a partir do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), baseada na relação morfogênese/pedogênese e na potencialidade para estudos integrados, cuja concepção ecológica analisa o ambiente sobre o prisma da Teoria dos Sistemas, que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio das relações de equilíbrio dinâmico.

Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Assim definiu que os ambientes, quando estão em equilíbrio dinâmico são estáveis, quando em desequilíbrio são instáveis.

Os modelos de análise da vulnerabilidade servem como subsídio ao planejamento estratégico ambiental. Os mapeamentos identificam e analisam as áreas em função de seus diferentes níveis de vulnerabilidade. Através destes documentos torna-se possível apontar as áreas onde os graus de vulnerabilidade são mais baixos, entender os aspectos inerentes a essa escala, avaliando as possibilidades de determinados tipos de intervenção, assim como áreas mais vulneráveis onde são necessárias ações tecnicamente mais adequadas a essas condições (SPÖRL; ROSS, 2004).

Na análise da vulnerabilidade ambiental tem-se a avaliação da vulnerabilidade, em geral retratada em termos negativos, indicando o estado de suscetibilidade decorrente de três fatores-chave: exposição ao risco, alterações sociais e/ou ambientais e incapacidade de adaptação (ADGER, 2006). Para Alves (2006), o conceito de vulnerabilidade, sob uma ótica ambiental, procura abordar o risco ao qual o meio ambiente está exposto, podendo ser este natural ou causado por fatores externos. Aquino et al. (2017) definiram o termo vulnerabilidade ambiental como o grau de suscetibilidade ou incapacidade um sistema natural ao lidar com os efeitos das interações externas, podendo decorrer das características ambientais naturais ou de pressão causada por atividade antrópica.

Crepani et al. (1996, 2001) apresentaram o método de predição da vulnerabilidade natural à perda de solo, através da reinterpretação de mapas temáticos e de imagens de satélite, estabelecendo a vulnerabilidade das unidades de paisagem com base na relação dos processos de morfogênese e pedogênese a partir da análise integrada (solo, rocha, vegetação),

por meio de uma escala de valores relativos e empíricos para cada plano de informação considerado. Assim, a avaliação da vulnerabilidade ambiental necessita da elaboração de um plano que permita o envolvimento de outros aspectos como o social e o econômico de uma região, escolhendo-se adequadamente 23 indicadores que possam mostrar ao pesquisador a real fragilidade ou resistência de um sistema aos riscos a que este pode estar exposto.

A identificação de conflitos baseados no uso do solo e vulnerabilidades (ROSA, 2011) identifica as vulnerabilidades ambientais de uma área a partir do uso do solo e suas alterações, extremamente importante no planejamento da expansão urbana e nos desafios de aplicação das diretrizes de planos diretores no âmbito da preservação do meio ambiente, em especial os recursos hídricos.

1.4.3 Planejamento baseado no perfil de escoamento superficial da água/capacidade de armazenamento

O ciclo hidrológico é o processo que representa a dinâmica da água na natureza, composto por diversas fases que representam as possíveis trajetórias da água como precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, armazenamento superficial, escoamento superficial e subsuperficial, e percolação. É representado a partir da concepção de entrada, variação no armazenamento e saída de água, usualmente chamado de balanço hídrico. A taxa de infiltração das águas pluviais é inversamente proporcional ao volume de cobertura vegetal existente sobre o solo. Quanto maior a cobertura vegetal, menor será o escoamento superficial direto e maior será a proteção do solo, evitando a erosão e o carreamento de sedimentos, sólidos e químicos, para os corpos d'água (FURTADO; KONIG, 2008).

O escoamento superficial hortoniano é gerado quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de infiltração no solo, ou seja, a diferença entre o total precipitado e a infiltração. Nesse sentido, o escoamento superficial ocorre em toda a bacia de drenagem, entretanto, este será mais intenso e frequente em áreas onde a capacidade de infiltração é baixa (DUNNE, 1983 apud DUARTE et al, 2012).

Existem diversas metodologias de mensuração do coeficiente superficial usadas principalmente pela hidrologia em planejamentos. Alguns desses estudos publicaram valores de recomendação ou listas de classificação, que são coeficientes arbitrados em função de características físicas da bacia hidrográfica (HORN et al, 2011) .

Em hidrologia, a "curva número" é uma relação empírica usada para estimar a quantidade de escoamento superficial produzido por uma determinada chuva em uma bacia hidrográfica.

O Método *Curve Number* (CN) surgiu na década de 1930 por meio do Serviço de Conservação dos Solos (SCS) dos EUA. Sua criação foi motivada pela necessidade de entender os processos hidrológicos em bacias hidrográficas de pequeno porte, especialmente o escoamento superficial e a capacidade de armazenamento de água no solo. Desde então, o método tem sido uma ferramenta valiosa para pesquisadores e gestores no âmbito da conservação dos solos e dos recursos hídricos, se popularizando globalmente através de inúmeros estudos que buscam ajustar seus parâmetros e melhorar sua aplicabilidade em diferentes condições edafoclimáticas.

O método CN permite mostrar o efeito das mudanças no uso e cobertura do solo sobre o escoamento superficial. A urbanização traz consigo transformações significativas nas características físicas da superfície terrestre, especialmente no que diz respeito à diminuição da relação entre a infiltração e o escoamento da água devido à impermeabilização. Por isso, é fundamental obter resultados a partir de estudos hidrológicos urbanos, visando gerenciar questões como inundações, alagamentos, abastecimento de reservatórios e qualidade da água.

A urbanização traz consigo mudanças significativas nas propriedades físicas da superfície territorial, principalmente no que se refere à redução da relação infiltração/deflúvio da água devido à impermeabilização. Neste contexto, resultados obtidos a partir de estudos hidrológicos urbanos baseados em coleta de dados a campo e modelagens matemáticas têm sido uma necessidade fundamental para o manejo da água objetivando alagamentos, inundações, abastecimento de reservatórios, qualidade da água etc. (NAGEL et al, 2016).

Entender o comportamento de uma determinada área quanto à sua capacidade de armazenamento de água ou escoamento frente à possíveis alterações no uso do solo é fundamental na gestão e planejamento do território, seja em áreas de expansão urbana sobre áreas de proteção de mananciais, seja em áreas que exercem papel de regulação de fluxos e dos excessos de escoamento superficial, que quando alteradas acabam por colocar populações em risco, seja pelas inundações e desencadeamento de impactos ambientais, seja pelo comprometimento da disponibilidade de água.

1.5 Estratégia de Preservação Ambiental através do Pagamento por Serviços Ambientais

Todas as atividades humanas dependem dos recursos que estão no meio ambiente. Os serviços ecossistêmicos são benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas (MMA, 2022)

De acordo com a Lei Federal nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, os serviços ecossistêmicos, segundo podem ser classificados nas seguintes modalidades:

- a) serviços de provisão: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;
- b) serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;
- c) serviços de regulação: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;
- d) serviços culturais: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros (MMA, 2022).

As políticas relacionadas aos serviços ambientais surgem como um mecanismo atual de estímulo à conservação dos recursos naturais, por meio da compensação financeira ou não àqueles que desenvolvem ações em prol da provisão de serviços ecossistêmicos. Assim, estabelece-se o princípio do provedor-recebedor em detrimento do poluidor-pagador.

O pagamento por serviços ambientais (PSA) é um importante instrumento econômico que tem sido utilizado para a implementação de ações relacionadas à recuperação hidroambiental das bacias hidrográficas e motivar ações na solução dos problemas ambientais, através da viabilização financeira.

Recentemente promulgada, a política de pagamento por serviços ambientais determinou objetivos e diretrizes, e um programa federal de pagamento por esses serviços (PFPSA) com foco em ações de manutenção, recuperação ou melhoria da cobertura vegetal em áreas consideradas prioritárias para a conservação, nas ações de combate à fragmentação de habitats e para a formação de corredores de biodiversidade e conservação dos recursos hídricos. O pagamento pelos serviços ambientais poderá ser realizado de forma direta

(monetário ou não); prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas; compensação vinculada a certificado de redução de emissões por desmatamento e degradação; comodato; títulos verdes (*green bonds*) e Cota de Reserva Ambiental instituída pelo Código Florestal (Agência Câmara de Notícias, 2021).

Os recursos para esse fim podem ter origem na cobrança pelo uso dos recursos hídricos, previsto pela Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, considerando a decisão do referido comitê da bacia hidrográfica assim como outras modalidades de pagamento que deverão ser estabelecidas por atos normativos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), que será o órgão gestor da política nacional (Agência Câmara de Notícias, 2021).

A possibilidade de usar o PSA para a preservação e manutenção de áreas estratégicas na preservação de recursos naturais pressionadas pela especulação imobiliária pode ser fator determinante nas tomadas de decisões e planejamento das cidades.

1.6 Instrumentos de gestão e meio ambiente no município de Uberlândia (MG)

Desde o início da década de 1990 existe por parte do poder público de Uberlândia (MG) a preocupação em se criar diretrizes para o crescimento da cidade, com destaque para o planejamento baseado no crescimento da cidade ao longo dos principais eixos viários existentes no perímetro urbano, organizando o espaço através do sistema viário (GEIZA, 2008).

No município encontra-se vigente o Plano Diretor aprovado em 2006, através da Lei Complementar Municipal nº 432, de 19 de outubro de 2006, cuja minuta de revisão está em discussão desde 2016 com diversos questionamentos por parte do Ministério Público quanto pela Sociedade Civil. O Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo, atualmente disciplinado pela Lei Complementar Municipal nº 525, de 14 de abril de 2011 e alterações, trata tanto sobre o macrozoneamento municipal, que considera a inter-relação entre fatores naturais e antrópicos; quanto o zoneamento urbano que define e delimita zonas urbanas, de acordo com o grau de urbanização e características de uso e ocupação do solo. Através do macrozoneamento e do zoneamento o município então disciplinou o parcelamento do solo, através da Lei Complementar Municipal nº 523, de 07 de abril de 2011 (UBERLÂNDIA, 2006, 2011a, 2011b).

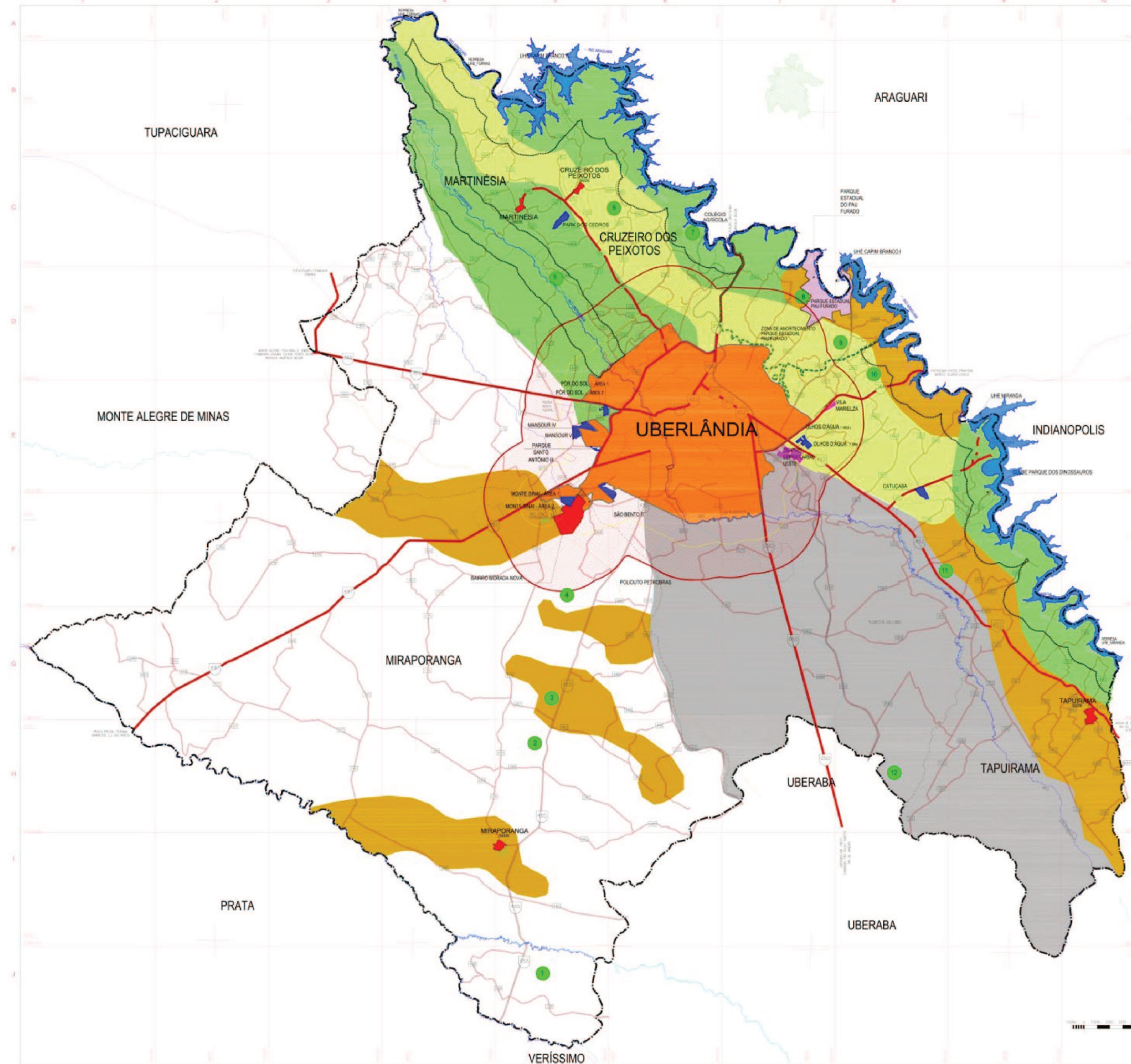
A minuta de revisão do Plano Diretor, Projeto de Lei Complementar nº 023/2017, no que versa sobre meio ambiente, recursos hídricos e expansão urbana, destaca-se a obrigação

do município de elaboração de seu Plano Municipal de Meio Ambiente; Plano de Drenagem Pluvial Urbana; atualizar o mapa de Macrozoneamento Municipal (Figura 1), considerando as Zonas de Amortecimento do Parque Estadual do Pau Furado e as bordas dos lagos da Sucupira, Bom Jardim e Amador Aguiar I; estabelecer diretrizes especiais no entorno dos lagos das represas do Bom Jardim e Sucupira, fomentar o Programa Municipal de Microbacias Hidrográficas, viabilizando a assistência necessária para a recuperação, o enriquecimento ambiental e a conservação de nascentes e dos corpos hídricos, em ação conjunta com os órgãos competentes; atualizar as leis de zoneamento e parcelamento do solo.

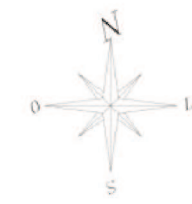
Atualmente, o Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo (Lei Complementar Municipal nº 525, de 14 de abril de 2011 e alterações) trata sobre o macrozoneamento municipal, que considera a inter-relação entre fatores naturais e antrópicos; e o zoneamento urbano que define e delimita zonas urbanas, de acordo com o grau de urbanização e características de uso e ocupação do solo.

Com relação ao Parcelamento de Solo Urbano, o procedimento de análise e aprovação dos processos de loteamento pelos órgãos municipais competentes é regido pelas seguintes leis e seus regulamentos: a) Lei Federal nº 6766, de 19 de dezembro de 1979 e alterações; b) Lei Complementar Municipal nº 523, de 07 de abril de 2011 e alterações; c) Lei Complementar Municipal nº 525, de 14 de abril de 2011 e alterações; d) Lei Municipal nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010 e alterações; e e) demais legislações correlatas a temas específicos.

Figura 1 Macrozoneamento do município de Uberlândia (MG).



ANEXO II
MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA
MARÇO / 2022



- LEGENDA
- 1. UBERLÂNDIA
 - 2. CRUZEIRO DOS PEIXOTOS
 - 3. MARTINESIA
 - 4. MIRAPORANGA
 - 5. TAPUIRAMA

LEGENDA		COMUNIDADES	
	DISTRITO MUNICIPAIS		AGUA-LIMA
	UBERLÂNDIA		UBERABA
	CRUZEIRO DOS PEIXOTOS		CRUZ BRANCA
	MARTINESIA		DOIS RIOS
	MIRAPORANGA		OLHOS D'ÁGUA
	TAPUIRAMA		PARRA
			PARQUE
			SANTO ANTONIO
			SANTO ANTONIO II
			SANTO ANTONIO III
			SANTO ANTONIO IV
			SANTO ANTONIO V
			SANTO ANTONIO VI
			SANTO ANTONIO VII
			SANTO ANTONIO VIII
			SANTO ANTONIO IX
			SANTO ANTONIO X
			SANTO ANTONIO XI
			SANTO ANTONIO XII
			SANTO ANTONIO XIII
			SANTO ANTONIO XIV
			SANTO ANTONIO XV

- MZU - Macrozona Urbana
- MEU - Macrozona Expansão Urbana
- MDR - Macrozona dos Distritos Rurais
- MZTL - Macrozona de Turismo e Lazer
- MZP - Macrozona de Proteção das Áreas das Mananciais
- MZRN - Macrozona Rural Nordeste
- MZRS - Macrozona Rural Sudeste
- MZCE - Macrozona de Controle Específico
- PEPF - Parque Estadual do Pau Furado
- Limite da Zona de Amortecimento - Parque Estadual do Pau Furado
- Limite dos Distritos
- Limite do Município de Uberlândia
- ZUE - Zona de Urbanização Específica
 - Zona de Urbanização Específica 2 - Centro Empresarial Leste
 - Zona de Urbanização Específica 4 - Via Mariézia
 - Zona de Urbanização Específica 5 - Limite do Complexo Turístico Interlagos
 - Zona de Urbanização Específica 6 - Mansour V
 - Zona de Urbanização Específica 7 - Monte Sinai - Área 1 e Monte Sinai - Área 2
 - Zona de Urbanização Específica 8 - São Bento II
 - Zona de Urbanização Específica 9 - Mansour IV
 - Zona de Urbanização Específica 10 - Parque Santo Antônio III
 - Zona de Urbanização Específica 11 - Pôr do Sol - Área 1 e Pôr do Sol - Área 2
 - Zona de Urbanização Específica 12 - Olhos D'Água - Área 1 e Olhos D'Água - Área 2
 - Zona de Urbanização Específica 13 - Park dos Cedros
 - Zona de Urbanização Específica 14 - Catuçaba

Fonte: PMU, 2022.

O município também altera o uso do solo através da implantação de Zonas de Urbanização Específica (ZUE) e Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) quando localizadas em áreas não contíguas às áreas urbanizadas.

A zona de expansão urbana de Uberlândia nada mais é que um *buffer* no entorno do perímetro urbano, englobando todas as Macrozonas presentes nesse entorno. As regras de ocupação dessa área são genéricas e fazem referência aos trâmites de conversão do uso do solo rural para urbano, com ressalvas somente para a Zona de Amortecimento do Parque do Pau Furado. Não existe referência a planos de ocupação, diagnósticos, somente regras de regularização desse uso do solo para urbano.

Sendo assim, na zona de expansão urbana, em até 02 km (dois quilômetros) a contar do limite do perímetro urbano, prevista no Anexo II da Lei Complementar Municipal nº 525, de 14 de abril de 2011 e suas alterações, o sítio de recreio, após a devida descaracterização e criação da zona de urbanização específica mediante lei, será dotado das seguintes características: (Redação dada pela Lei Complementar Municipal nº 729, de 21 de dezembro de 2021)

- I - uso habitacional unifamiliar; (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 668/2019);
- II - gleba com área mínima de 20.000 m² (vinte mil metros quadrados); (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 668/2019);
- III - lotes com área mínima de 1.000 m² (mil metros quadrados) e testada mínima de 20 m (vinte metros); (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 668/2019);
- IV - taxa de ocupação máxima e coeficiente de aproveitamento máximo de 60% (sessenta por cento) e 1,2 (um vírgula dois), respectivamente, e afastamento em relação às divisas de 1,5 m (um metro e meio); (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 668/2019);
- V - o desdobro será permitido quando formar lote maior ou igual a 1.000,00 m² (mil metros quadrados) ou quando a área do lote for igual à do loteamento original; (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 668/2019);
- VI - constituição de associação de moradores. (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 668/2019).

Como o parcelamento de imóvel rural para fins urbanos deve ser precedido de lei municipal que o inclua na zona urbana ou de expansão urbana do Município, a regularização fundiária se torna fora de controle e esses parcelamentos acabam ocorrendo ou na clandestinidade ou fomentada por nichos de mercado, tornando-se ao longo do tempo consolidados. Essa já é uma realidade no município de Uberlândia.

Tanto o Estatuto da Cidade quanto o Plano Diretor da cidade preveem ações e mecanismos de ordenamento do uso do solo em casos de áreas ambientalmente importantes,

como é o caso da Macrozona de Proteção das Áreas de Mananciais, porém, não se percebe nenhuma ação específica nesse sentido na gestão urbana de Uberlândia.

Mesmo que alguns instrumentos não saiam efetivamente do papel, o momento atual é fundamental para se olhar para áreas críticas como a de mananciais e evitar que a ocupação ocorra de forma descontrolada ou motivada por forças de mercado, e não de preservação, conforme estabelece a legislação.

1.7 Macrozoneamento de Uberlândia (MG): Sobreposição da Macrozona de Proteção das Áreas dos Mananciais (MZP) pela Macrozona de Expansão Urbana (MEU)

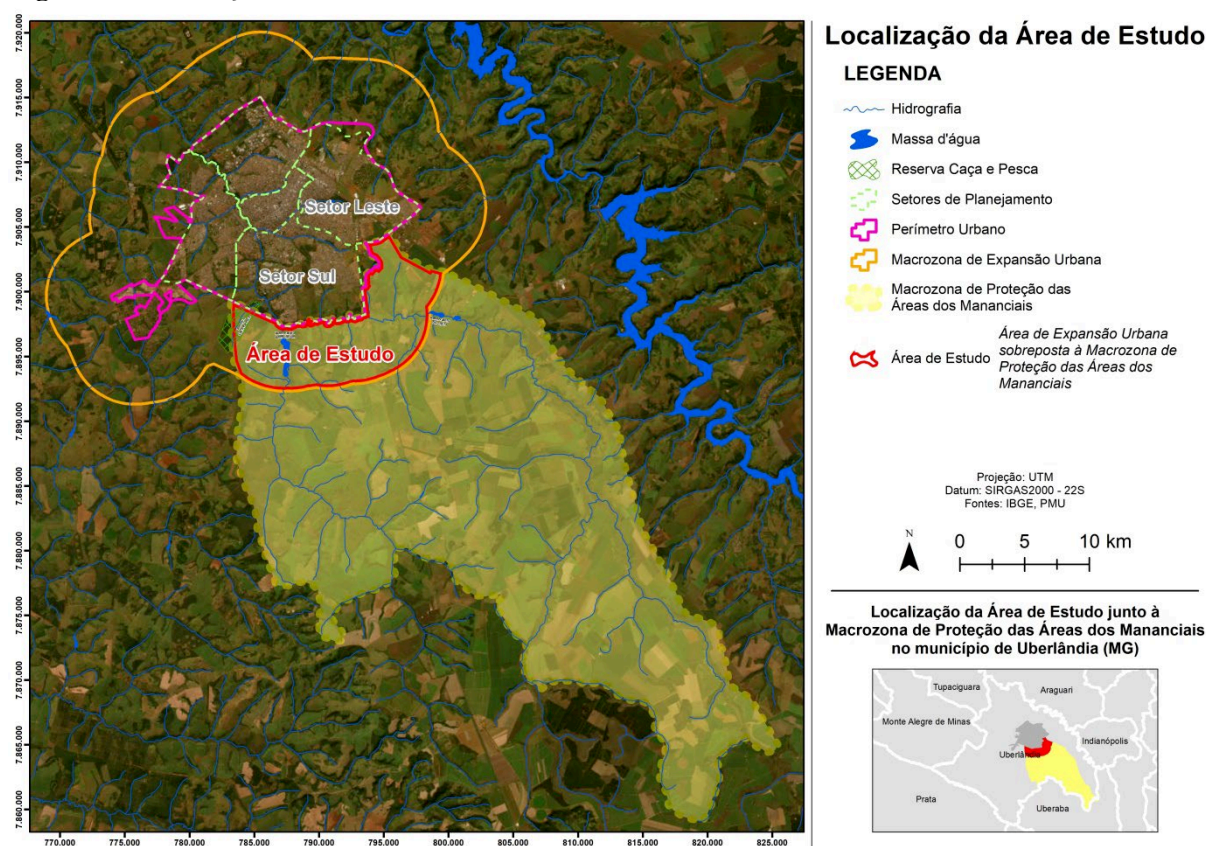
A gestão das ações no ambiente urbano pode ser definida de acordo com a relação de dependência da água através da bacia hidrográfica ou da jurisdição administrativa do município, do Estado ou da nação, podendo ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo e interno à cidade (TUCCI, 2008).

As ferramentas normalmente utilizadas para essa gestão são os instrumentos de gestão urbana, dentre elas o Plano Diretor e diretrizes, Lei Orgânica, o Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo, o Parcelamento do Solo, que delimitam áreas e estabelecem regras baseados em políticas de desenvolvimento das cidades.

Através da Lei Complementar Municipal nº 525, de 14 de abril de 2011, que dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo do município de Uberlândia, ficou delimitada a sua Macrozona de Proteção das Áreas dos Mananciais (MZP), que contempla as áreas das microbacias do rio Uberabinha e do ribeirão Bom Jardim, com o intuito de proteger essas microbacias à montante das captações que atualmente abastecem a população de Uberlândia. Trata-se de uma área de uso predominantemente rural, com a presença de duas comunidades e um distrito, afastados do perímetro urbano. E da mesma forma ficou delimitada a Macrozona de Expansão Urbana (MEU) que compreende as áreas contíguas ao perímetro urbano, com distâncias entre 5 km e 11 km, com o intuito de proteger os pontos de captação de água do Ribeirão Bom Jardim e do Rio Uberabinha, os Córregos Marimbondo e Terra Branca, à jusante do perímetro urbano e das faixas de futura expansão urbana.

A sobreposição das duas macrozonas pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 Localização da Área de Estudo.



Já a Lei Complementar Municipal nº 523, de 07 de abril de 2011, que dispõe sobre o parcelamento do solo do município de Uberlândia, traz a definição de Zona de Expansão Urbana como sendo as áreas externas e contíguas ao perímetro urbano do distrito sede e dos distritos rurais, reservadas ao crescimento da sede do Município e de seus Distritos. Essa mesma lei traz as regras de usos e parcelamentos para cada zona do município, inclusive a de expansão urbana, mas não faz menção a restrições tampouco à proteção dos pontos de captação de água, tratando somente de distâncias do perímetro urbano.

A área de expansão urbana delimitada pelo macrozoneamento tem aproximadamente 100 km² de área sobreposta à macrozona de proteção das áreas de mananciais e a falta de diretrizes de preservação e ocupação específicas para essa extensão sobreposta pode submeter a área aos mesmos problemas ambientais observados na margem direita do rio Uberabinha, nas Áreas de Preservação Permanente de toda a cidade, no estabelecimento de zonas de ocupação específicas pressionadas por fatores econômicos, na ocupação irregular de áreas protegidas, além da adoção de regras urbanísticas genéricas que vão contra a proteção dos mananciais.

Na sobreposição das macrozonas já é possível o parcelamento do solo em até 02 km (dois quilômetros) a contar do limite do perímetro urbano, com a instituição de sítios de

recreio, após a devida descaracterização por meio de ato do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e obedecidos os parâmetros urbanísticos instituídos pela Lei Complementar Municipal nº 668, de 23 de abril de 2019 (UBERLÂNDIA, 2019). Da mesma forma existem outros usos dentro da MEU sobreposta à MZP, a exemplo de parte do Centro Empresarial Leste, criado através de Zona de Urbanização Específica (ZUE 2) e referências sobre a possibilidade de implantação de condomínios residenciais ecológicos.

O que se observa é a necessidade do estabelecimento de diretrizes de proteção e ocupação dessa área, anteriores à ocupação e ao parcelamento que já vêm acontecendo, de forma que esses se adaptem ao principal fator, no caso, a proteção dos mananciais, buscando a preservação integrada dos ecossistemas locais através do envolvimento do poder público e da comunidade.

A compatibilização de usos e prioridades é um desafio enorme nas áreas de mananciais, porém, necessária, exigindo esforços de concertação, mediação de conflitos, gestão das lógicas hegemônicas e das relações desiguais que se manifestam nas formas de produção e alteração do espaço nos territórios em questão (MAGALHÃES et al, 2016).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O recorte espacial da pesquisa é a Macrozona de Expansão Urbana sobreposta à Macrozona de Proteção das Áreas dos Mananciais. O recorte temporal se dá a partir do Plano Diretor de Uberlândia de 2006, Lei Complementar nº 525, de 14 de Abril de 2011, que dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo do município de Uberlândia e a Lei Complementar nº 523, de 07 de abril de 2011, que dispõe sobre o parcelamento do solo do município de Uberlândia e de seus distritos e dá outras providências. Já a natureza é pesquisa aplicada, com a abordagem e procedimentos baseados em pesquisa qualitativa, exploratória, majoritariamente de gabinete e bibliográfica.

Os procedimentos metodológicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa foram divididos de acordo com os tipos de abordagem.

2.1 Instrumentos de gestão e meio ambiente no município de Uberlândia (MG)

Pesquisa bibliográfica para levantamento e análise documental de instrumentos regulatórios, planos e programas municipais, observando os planos diretores e a legislação que os amparam, colocando em diálogo diferentes autores e dados. Pesquisa exploratória de casos semelhantes ao objeto da pesquisa – para observar suas respectivas ações e resultados – visando contribuir a elaboração de propostas e alternativas a serem aplicadas à área de estudo.

2.2 Diagnóstico dos componentes físico-geográficos e ambientais da área

O objetivo principal da caracterização da área é oferecer informações para a avaliação do comportamento, das possibilidades e limitações dos recursos naturais. A adoção dessa abordagem buscou fornecer informações para a análise das características da área e do diagnóstico de vulnerabilidade e escoamento superficial, que permitiram a determinação de diretrizes de ocupação da área de estudo, considerando as particularidades do meio natural e seu comportamento frente às pressões e mudanças ocasionadas pela transformação do espaço, na perspectiva da preservação dos recursos hídricos.

A caracterização da área foi realizada a partir da investigação de fontes de dados secundários (levantamentos bibliográficos), combinadas com informações de instituições

governamentais e privadas, pesquisa de campo e dados vetoriais e matriciais (shapefile e rasters). Essa investigação foi realizada para caracterizar e quantificar os seguintes aspectos físicos da área de estudo: (1) Geologia; (2) Geomorfologia; (3) Pedologia; (4) Clima; (5) Recursos hídricos; e (6) Uso e cobertura do solo.

Para auxiliar a investigação, foram utilizadas fontes de diversas instituições nacionais e internacionais, entre elas: Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Banco de dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (SEMAD), Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas), e dados climáticos históricos globais (WorldClim). Os produtos cartográficos foram manipulados e elaborados nos softwares ArcGIS 10.5 e QGIS 3.22, estes foram re-projetados (quando necessário) para o sistema de coordenadas UTM SIRGAS 2000 (fuso 22 sul).

2.3 Determinação da vulnerabilidade natural à perda de solos e conflitos ambientais

Para o levantamento da vulnerabilidade natural da área de estudo, foi aplicada a metodologia de elaboração de mapas de vulnerabilidade natural à perda de solo desenvolvida por CREPANI et al. (2001). Essa metodologia é baseada no conceito de Ecodinâmica e na reinterpretação de dados temáticos preexistentes com a utilização de imagens de satélite, que permitem uma visão sinótica e holística da paisagem. Foi utilizado o software QGIS 3.22. Para a classificação/atribuição dos valores no modelo de vulnerabilidade, o processo de álgebra de mapas utilizou os valores de vulnerabilidade e métricas estabelecidas por CREPANI et al. (2001), cujo modelo aplica individualmente aos temas de Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Clima uma equação empírica sobre as características naturais dos temas para associar valores de graus de vulnerabilidade. A partir da equação empírica dos diferentes temas é realizada a média aritmética que busca representar a escala de vulnerabilidade natural à perda de solo (equação 1).

$$V_n = \frac{G + R + S + Vg + C}{5} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

V_n = Vulnerabilidade natural.

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia.

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia.

S = Vulnerabilidade para o tema Solos.

Vg = Vulnerabilidade para o tema Vegetação.
C = Vulnerabilidade para o tema Clima.

O uso da média aritmética na metodologia desenvolvida por CREPANI et al. (2001), no entanto, faz com que variáveis muito frágeis sejam atenuadas pela combinação de outras em menor fragilidade. Assim, variáveis potencialmente muito frágeis, quando combinadas com outras menos frágeis, acabam “mascaradas” da realidade natural frágil do ambiente em que está inserida. Pela média aritmética, essas áreas particularmente muito frágeis, podem apontar índices menos críticos de vulnerabilidade natural (SPRÖL; ROSS, 2004).

A fim de observar os efeitos da urbanização em espaços naturais, mesmo que antropizados, foi utilizada a metodologia de estabelecimento conflitos de Rosa (2021). Esse método busca identificar o quanto atividades antrópicas (modificadoras do espaço natural) comprometem a perda de solos, e conseqüentemente a preservação ambiental das áreas. O método é baseado na interseção de duas camadas de informações geográficas: (1) Mapa de uso e cobertura da terra; e (2) Mapa de vulnerabilidade natural. Os critérios estabelecidos para a interseções das informações estão detalhadas no sub-tópico: Conflito entre uso e cobertura do solo e a vulnerabilidade natural.

2.3.1 Tema Geologia

Os dados relacionados à geologia foram adquiridos por meio da plataforma da CPRM, utilizando o formato *shapefile* referente ao mapeamento da geodiversidade no estado de Minas Gerais, na escala de 1:1.000.000. Essas bases cartográficas geológicas têm como fonte a reinterpretação das informações existentes nos mapas geomorfológicos produzidos por instituições diversas, em especial os mapas desenvolvidos no âmbito do Projeto RadamBrasil (CPRM, 2022).

Para a área de estudo, atribuiu-se os graus de vulnerabilidade às unidades litológicas identificadas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 Geologia e vulnerabilidade.

Unidade	Litologia	Rocha	Grau de vulnerabilidade
Coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas	Areia, Laterita	Material superficial	3
Marília	Arenito	Sedimentar	2,4
Serra Geral	Basalto, Riolito e Riodacito	Ígnea	1,5

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

2.3.2 Tema Geomorfologia

O tema Geomorfologia segue os índices morfométricos do terreno, produzidos a partir dos dados de declividade, amplitude altimétrica (aprofundamento da dissecação do relevo) e distância do interflúvio (intensidade de dissecação do relevo). Essas informações foram geradas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA com resolução altimétrica de 30 metros.

A informação de declividade do relevo é a medida da inclinação do terreno em relação a uma superfície horizontal. Ela pode ser expressa como uma porcentagem ou como um ângulo em graus, e é calculada dividindo-se a elevação vertical pelo comprimento horizontal de uma determinada seção do terreno. A declividade é um fator de vulnerabilidade importante na determinação da erosão, do escoamento da água e do potencial de deslizamentos de terra em uma determinada área (CREPANI et al., 2001). Para o estudo, o cálculo da declividade foi realizado pixel a pixel (menor unidade de uma imagem digital), tendo resolução espacial de 30 m, resultando nas declividades e graus de vulnerabilidade descritos no Quadro 2.

Quadro 2 Declividade e vulnerabilidade,

Declividade		Grau de vulnerabilidade
Graus	Porcentagem	
< 2	< 3,5	1,0
2 - 3,3	3,5 - 5,8	1,1
3,3 - 4,6	5,8 - 8,2	1,2
4,6 - 5,9	8,2 - 10,3	1,3
5,9 - 7,3	10,3 - 12,9	1,4
7,3 - 8,6	12,9 - 15,1	1,5
8,6 - 9,9	15,1 - 17,4	1,6
9,9 - 11,2	17,4 - 19,8	1,7
11,2 - 12,5	19,8 - 22,2	1,8
12,5 - 13,8	22,2 - 24,5	1,9
13,8 - 15,2	24,5 - 27,2	2,0
15,2 - 16,5	27,2 - 29,6	2,1
16,5 - 17,8	29,9 - 32,1	2,2
17,8 - 19,1	32,1 - 34,6	2,3

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

A informação de amplitude altimétrica, também conhecida como amplitude de altitude ou amplitude topográfica, é a diferença vertical entre a altitude máxima e a altitude mínima em uma determinada área. É uma medida importante na geomorfologia e pode ser usada para descrever as variações de relevo em uma região. A amplitude altimétrica é frequentemente

expressa em metros ou pés e pode ser calculada subtraindo-se a altitude mínima da altitude máxima. A amplitude altimétrica pode ser influenciada por uma variedade de fatores, como a tectônica de placas, a erosão, a deposição de sedimentos e o clima (CREPANI et al., 2001). Para o estudo, o cálculo da amplitude altimétrica foi realizado no interior das meia-bacias hidrográficas existentes nas áreas de estudo. A delimitação das meia-bacias hidrográficas da área foi realizada a partir da função “watershed” com um limiar de tamanho mínimo do exterior da bacia de 300m no software QGIS 3.22, resultando nas amplitude altimétricas e graus de vulnerabilidade descritos no Quadro 3.

Quadro 3 Amplitude altimétrica e vulnerabilidade.

Amplitude altimétrica	Grau de vulnerabilidade
< 20	1,0
20 - 29,5	1,1
29,5 - 39	1,2
39 - 48,5	1,3
48,5 - 58	1,4
58 - 67,5	1,5
67,5 - 77	1,6
77 - 84,5	1,7
84,5 - 94	1,8
94 - 103,5	1,9
103,5 - 113	2,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

A informação de distância do interflúvio descreve a distância entre as linhas de divisão de água em uma bacia hidrográfica. Essa distância corresponde à distância entre o ponto mais alto de duas encostas opostas em uma bacia hidrográfica. O interflúvio é a área elevada entre duas vertentes, onde a água flui em direção a um rio ou a uma bacia hidrográfica. A distância do interflúvio pode ser uma medida importante para a gestão de recursos hídricos, uma vez que afeta a quantidade de água que pode ser coletada em uma bacia hidrográfica. Uma distância de interflúvio maior significa que a área de captação de água é maior, o que pode ser benéfico para a disponibilidade de água em uma região. Por outro lado, uma distância de interflúvio menor pode indicar uma área mais vulnerável a enchentes e deslizamentos de terra (CREPANI et al., 2001). Para o estudo, o cálculo da distância do interflúvio foi realizado no interior das meia-bacias hidrográficas existentes nas áreas de estudo. A delimitação das meia-bacias hidrográficas da área foi realizada a partir da função “watershed” com um limiar de tamanho mínimo do exterior da bacia de 300 m no software QGIS 3.22, resultando nas distâncias do interflúvio e graus de vulnerabilidade descritos no Quadro 4.

Quadro 4 Distância do interflúvio e vulnerabilidade.

Distância do interflúvio	Grau de vulnerabilidade
250 - 500	2,9
< 250	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

Para o cálculo da vulnerabilidade do tema Geomorfologia, é utilizada média aritmética dessas três informações, conforme a equação 2:

$$R = \frac{G + A + D}{3} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia.

G = Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação.

A = Vulnerabilidade atribuída à Amplitude Altimétrica.

D = Vulnerabilidade atribuída à Declividade.

2.3.3 Tema Solos

Para o tema Solos, foi utilizado *shapefile* disponível na plataforma geosismanet que contém a base de dados do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG). Essa base de dados na escala de 1:500.000 foi elaborada a partir de convênios com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) através de amostragem de solos, classificando-os na versão mais recente do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Para a área de estudo, atribuiu-se a classificação referente ao tipo de solo, as classes foram ponderadas segundo o que está descrito no Quadro 5.

Quadro 5 Solo e vulnerabilidade.

Tipos de solos	Grau de vulnerabilidade
Cambissolo Háplico	2,5
Gleissolo Melânico	3
Latossolo Vermelho	1

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

2.3.4 Tema Vegetação

O tema Vegetação segue a densidade de cobertura vegetal presente sobre o relevo, tornando este, um fator de proteção contra processos morfogênicos. Para este tema foi

utilizada a informação do projeto de Mudança Florestal Global (GFC) que estima o percentual de cobertura vegetal em 30x30 m a partir de série histórica de imagens da coleção de satélites LANDSAT (sensores TM, ETM+, e OLI). Assim, os valores de percentual de cobertura florestal que variam de 0 a 100% foram re-escalados entre 1 e 3, proporcionais à vulnerabilidade, onde 1 são para áreas com muita cobertura florestal (100%) e 3 para as áreas com pouca cobertura floresta (0%) (Quadro 6).

Quadro 6 Vegetação.

Vegetação	% de cobertura florestal	Grau de vulnerabilidade
	0 a 2	3,0
	3 a 7	2,9
	8 a 12	2,8
	13 a 17	2,7
	17 a 22	2,6
	23 a 27	2,5
	28 a 32	2,4
	33 a 37	2,3
	38 a 42	2,2
	43 a 47	2,1
	48 a 52	2,0
	53 a 57	1,9
	58 a 62	1,8
	63 a 67	1,7
	68 a 72	1,6
	73 a 77	1,5
78 a 82	1,4	
83 a 87	1,3	
88 a 92	1,2	
93 a 97	1,1	
98 a 100	1,0	

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

2.3.5 Tema Clima

Para a vulnerabilidade do tema Clima é necessário estimar a intensidade pluviométrica (mm/mês) da área de estudo. Para isso, foi utilizada série temporal do Grupo de Perigos Climáticos Precipitação Infravermelha com Dados de Estação (CHIRPS) com resolução espacial de 5,5 km. A média anual pluviométrica da área de estudo entre 1981 e 2022 é 1.488 mm, com duração de 08 meses de período chuvoso. Portanto, a intensidade pluviométrica da área de estudo é de 186 mm/mês. Este valor corresponde à escala de vulnerabilidade para o tema clima com o valor de 1,6 (CREPANI et al., 2001).

2.3.6 Conflito entre uso e cobertura do solo e a vulnerabilidade natural.

O conflito de uso do solo pode ampliar a vulnerabilidade natural estabelecida pela metodologia de Crepani et al. (2001), especialmente em áreas onde a ocupação urbana ocorre de forma desordenada e sem planejamento adequado. Isso porque o uso inadequado do solo pode resultar na ocupação de áreas de risco, tais como encostas íngremes, áreas alagáveis ou margens de rios, aumentando a probabilidade de ocorrência de erosões, inundações, entre outros impactos e eventos naturais.

Quando o equilíbrio do meio é rompido ele passa a se desenvolver em novas condições dinâmicas. Rosa (2021), através de análise qualitativa e geração de mapas temáticos a partir de regras pré-estabelecidas e cruzamentos de dados que podem ocorrer entre dois ou mais planos de informação, delimitando e identificando incompatibilidades (conflitos) entre uso da terra e a vulnerabilidade natural à perda de solos. Nesse caso o mapa base é de uso e cobertura da terra, utilizado para interseção com o mapa de vulnerabilidade à natural perda de solos.

As interseções seguem critérios previamente definidos, que consistem em relacionar as classes de cobertura e uso da terra com os resultados das vulnerabilidades. O termo conflito de acordo com Rosa (2021) assemelha-se ao vocábulo “incompatibilidade” ou “discordância”.

Rosa (2021), baseado em Crepani et al, (2001), afirma que:

(...) o uso da terra corresponde à camada de informação relacionada às alterações provocadas pelo homem no ambiente natural. Dessa forma, metodologicamente, deve-se atribuir à cobertura vegetal nativa (vegetação primária e secundária) uma vulnerabilidade significativamente inferior às áreas urbanizadas, agricultura, pastagens, entre outros. As maiores vulnerabilidades de uso da terra correspondem às áreas urbanizadas e as pastagens em virtude de os solos serem mais susceptíveis ao escoamento superficial, portanto, mais propensos à erosão. Ademais, convém destacar que as culturas temporárias apresentam maior vulnerabilidade que as culturas permanentes e a silvicultura.

A identificação de áreas de conflito entre o uso e cobertura do solo e a vulnerabilidade natural busca destacar áreas que sofrem mais pressão de desequilíbrio frente à introdução de elementos causadores da antropização e/ou urbanização (TORRES et al., 2014). Assim, para reconhecer os impactos da urbanização e antropização em um ambiente natural foram estabelecidos os seguintes critérios que consistem em relacionar as classes de uso e cobertura do solo com o resultado da vulnerabilidade natural (Quadro 7).

Quadro 7 Interseção definida para o conflito entre uso da terra e vulnerabilidade à perda de solos.

Escalas de vulnerabilidade natural	Classes de uso e cobertura do solo					Conflito
	Estável (1 a 1,4)	Moderadamente Estável (1,4 a 1,8)	Medianamente Estável/Vulnerável (1,8 a 2,3)	Moderadamente Vulnerável (2,3 a 2,7)	Vulnerável (2,7 a 3)	
Áreas urbanizadas (Área urbanizada e outras áreas não vegetadas)	Amarelo	Laranja	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Muito alto
Culturas temporárias (Cana, soja e outras lavouras temporárias)	Verde claro	Verde claro	Amarelo	Laranja	Vermelho	Alto
Culturas permanentes (Café)	Azul	Verde claro	Amarelo	Laranja	Vermelho	Médio
Pastagens (Pastagem e mosaico de agricultura e pastagem)	Verde claro	Amarelo	Laranja	Vermelho	Vermelho	Baixo
Silvicultura (Silvicultura)	Azul	Verde claro	Amarelo	Laranja	Vermelho	Muito baixo
Vegetação nativa (Formação florestal, formação savânica, campo alagado e área pantanosa e formação campestre)	Verde escuro	Verde escuro	Verde escuro	Verde escuro	Verde escuro	Inexistente (vegetação nativa)
Corpos d'água	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Inexistente (corpos d'água)

Fonte: Adaptado de Rosa (2021).

Para as informações de uso e cobertura do solo, foram utilizados dados do projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias coleção 6). O procedimento de interseção dos mapas foi realizado a partir da função “intersection” no software QGIS 3.22.

2.4 Escoamento superficial da área utilizando dados do Método CN

Método para pequenas bacias (< 100 km²) e homogêneas, o método *Curve Number* (CN) representa a combinação empírica de três fatores, sendo: (1) Características do solo; (2) Uso e cobertura da terra; e (3) Condições antecedentes de umidade. A metodologia (SCS, 1972) é usada para converter o volume de precipitação em volume de escoamento superficial através das seguintes fórmulas (equações 3):

$$Q = \frac{(P - 0,2 * S)^2}{(P + 0,8 * S)} \quad (Q = 0 \text{ se } P < 0,2 * S) \quad S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{Eqs. 3})$$

Onde:

Q = Volume de água pluvial escoada (mm).

P = Volume de precipitação (mm).

S = Retenção máxima potencial, medida da capacidade de uma bacia hidrográfica para abstrair e reter a precipitação pluvial.

CN = Número de deflúvio (adimensional).

Sendo o valor CN um indicador da probabilidade de ocorrência do escoamento superficial em um determinado uso e cobertura da terra em uma bacia hidrográfica, ele varia conforme a capacidade de armazenamento de água do solo. Seus valores variam em uma escala de 0 a 100, sendo que quanto maior o valor CN , maior será a quantidade de escoamento superficial produzido por uma determinada chuva.

Ao propor a análise do uso e cobertura da terra com as características de solo, o método CN possibilita a produção de informações sobre o escoamento superficial, sendo particularmente útil em situações em que não há disponibilidade de dados hidrológicos – realidade existente em grande parte dos municípios brasileiros (TUCCI, 1995).

O método CN é utilizado de modo estimativo, onde os valores do CN são determinados através de indicações de manuais, e alinhados a informações do tipo de solo e do uso e cobertura da terra. Também é possível determinar o CN a partir de dados observados de precipitação e escoamento superficial (Ponce e Hawkins, 1996 apud Sartori 2004).

Ao longo dos anos o método tem sido alvo de diversos aprimoramentos, como o uso em bacias urbanas e a adaptações para tipos de solos de outras regiões, a exemplo de trabalhos desenvolvidos por Lombardi Neto et al, (1989), Tucci (1995), e Sartori (2004).

2.4.1 Determinação da classe hidrológica dos solos

Para a aplicação do método CN (SCS, 1972), os solos devem ser agrupados em quatro categorias, representando o acréscimo do escoamento superficial e conseqüentemente a diminuição da taxa de infiltração de um grupo para outro: (A) potencial de escoamento baixo; (B) potencial de escoamento moderado; (C) potencial de escoamento alto; e (D) potencial de escoamento muito alto.

No Brasil, Lombardi Neto et al. realizaram alguns estudos em 1989 visando readequar as classes de solos brasileiros às classes hidrológicas dos solos americanos. Em 2004, Sartori atualizou a lista de classificação (Quadro 8). Seguindo essa atualização, e a caracterização pedológica da área de estudo, foi possível enquadrar as classes de solos da área de estudo nas referidas categorias.

Quadro 8 Classificação hidrológica do solo para as condições brasileiras.

Grupo hidrológico do solo	Principais características	Classes gerais dos solos
A	<p>Solos muito profundos (prof. > 200 cm) ou profundos (100 a 200 cm); Solos com alta taxa de infiltração e com alto grau de resistência e tolerância à erosão; Solos porosos com baixo gradiente textural (< 1,20); Solos de textura média; Solos de textura argilosa ou muito argilosa desde que a estrutura proporcione alta macroporosidade em todo o perfil; Solos bem drenados ou excessivamente drenados; Solos com argila de atividade baixa (Tb), minerais de argila 1:1; A textura dos horizontes superficial e subsuperficial pode ser: média/média, argilosa/argilosa e muito argilosa/muito argilosa.</p>	<p>LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso;</p>
B	<p>Solos profundos (100 a 200 cm); Solos com moderada taxa de infiltração, mas com moderada resistência e tolerância a erosão; Solos porosos com gradiente textural variando entre 1,20 e 1,50; Solos de textura arenosa ao longo do perfil ou de textura média, mas com horizonte superficial arenoso; Solos de textura argilosa ou muito argilosa desde que a estrutura proporcione boa macroporosidade em todo o perfil; Solos com argila de atividade baixa (Tb), minerais de argila 1:1; A textura dos horizontes superficial e subsuperficial pode ser: arenosa/arenosa, arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa e argilosa/muito argilosa.</p>	<p>LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.</p>
C	<p>Solos profundos (100 a 200 cm) ou pouco profundos (50 a 100 cm); Solos com baixa taxa de infiltração e baixa resistência e tolerância à erosão; São solos com gradiente textural maior que 1,50 e comumente apresentam mudança textural abrupta; Solos associados a argila de atividade baixa (Tb); A textura nos horizontes superficial e subsuperficial pode ser: arenosa/média e média/argilosa apresentando mudança textural abrupta; arenosa/argilosa e arenosa/muito argilosa.</p>	<p>ARGISSOLOS pouco profundos, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICHO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO.</p>
D	<p>Solos com taxa de infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência e tolerância a erosão; Solos rasos (prof. < 50 cm); Solos pouco profundos associados à mudança textural abrupta ou solos profundos apresentando mudança textural abrupta aliada à argila de alta atividade (Ta), minerais de argila 2:1; Solos argilosos associados à argila de atividade alta (Ta); Solos orgânicos.</p>	<p>NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SOLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.</p>

Fonte: Sartori (2004).

Para o enquadramento dos solos da área de estudo foram utilizados os dados da caracterização da área, que nesse caso usou bases de dados vetoriais e matriciais (*shapefile* e *rasters*) da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

2.4.2 Coeficiente de Escoamento: Determinação do valor do número de deflúvio (CN) na área de estudo de acordo baseado no tipo e uso do solo

Os valores de CN variam de 1 a 100, normalmente, sendo o limite inferior (0) para condições de solo com alta taxa de infiltração e com pouco escoamento, já o limite superior (100) é para condições de solo de baixa taxa de infiltração e alto escoamento superficial. A cada complexo solo-cobertura vegetal atribui-se um valor CN preestabelecido em gráficos e em tabelas.

O valor da curva-número (CN) é parâmetro empírico usado na determinação do escoamento superficial direto a partir dos excessos de precipitações, sendo dependente das mudanças de uso e cobertura da superfície. Portanto, foi realizado um levantamento do perfil de escoamento da área de estudo englobando as condições de uso e cobertura do solo atual, e outros levantamentos de perfil, considerando a possível condição de alteração e urbanização futura. Este procedimento foi realizado para adquirir informações da condição atual e a previsão aproximada do comportamento desse escoamento em uma área urbanizada dentro dos parâmetros atuais de parcelamento do solo definidos pelo município de Uberlândia.

Os valores pré-definidos pelo método CN e adaptações trazem a interpolação de dados dos grupos de solo baseados na classificação hidrológica, o uso e cobertura do solo e aspectos da superfície. Com esses dados foi possível cruzar as informações e identificar o CN dos usos existentes ou pretendidos. Foi considerado como referência o Quadro 9 apresentado por Tucci (1993) para bacias rurais para a determinação do CN de grande parte da área de estudo nas condições atuais, e o Quadro 10 para bacias urbanas como uma previsão da urbanização da área de estudo, tornando-a parte do perímetro urbano.

Quadro 9 Valores dos números CN para bacias rurais.

Uso e cobertura do solo	Superfície do solo	Grupo de solos			
		A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curva de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras e Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Fonte: Tucci et al, (1993).

Quadro 10 Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.

Uso e cobertura do solo	Grupo de solos			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação do solo	72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Floresta: cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50% a 75% da área	49	69	79	84
Zonas residenciais Lotes em m ² pelo percentual da média impermeável				
Terreno de 500m ² com 65% da área impermeável	77	85	90	92
Terreno de 1.000 m ² com 38% da área impermeável	61	75	83	87
Terreno de 1.300 m ² com 30% da área impermeável	57	72	81	86
Terreno de 2.000 m ² com 25% da área impermeável	54	70	80	85
Terreno de 4.000 m ² com 20% da área impermeável	51	68	79	84
Outros espaços urbanos				
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Fonte: Tucci et al, (1993).

Com relação aos dados de ocorrência de precipitações, uma vez que o método considera as condições de saturação do solo dos últimos cinco dias, os dados com os valores do número CN dos quadros acima fazem referência às condições normais, chamada Condição II descrita no Quadro 11.

Quadro 11 Condições do solo em relação a situação do mesmo.

Condição	Situação do solo
I	Solo seco.
II	Condições médias do solo. É a condição normal das tabelas do número CN.
III	Solo úmido. Ocorreram precipitações nos últimos cinco dias. O solo está saturado.

Fonte: McCuen (1998).

O uso e cobertura do solo utilizado para a determinação da CN foi levantado no capítulo de caracterização da área, que utilizou bases de dados vetoriais e matriciais (*shapefile e*

rasters) do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias).

Por se tratar de um uso do solo atualmente rural, foram utilizados os dados do Quadro 9 para atribuição do CN atual da área de estudo. Os tipos de solo levantados na área de estudo foram atribuídos de acordo com as classes de solo. Para cada classe de uso do solo levantada foi atribuído um valor de CN.

2.4.3 CN Médio

Considerando haver mais de uma classe ou cobertura de solo, foi necessário o cálculo de uma média ponderada para se encontrar um valor médio representativo para a área de estudo, conforme equação 4 abaixo:

$$CN = \frac{\sum CN_i A_i}{\sum A_i} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

A_i = Área do tipo i .

CN_i = Coeficiente CN correspondente para a área do tipo i .

CN = Coeficiente CN resultante.

2.4.4 O armazenamento potencial de água no solo (S)

A equação geral do método CN considerou dados da relação entre a abstração inicial e a capacidade de armazenamento. A capacidade de armazenamento de água em milímetros foi obtida em função do valor CN, calculado por meio de média ponderada, através das equações 5 abaixo. Quanto maior for o CN da bacia ou área de estudo, menor será a capacidade de armazenamento (USDA-NRCS, 2004a).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (0 < CN \leq 100) \quad (\text{Eqs. 5})$$

Onde:

S = Capacidade de armazenamento (mm).

CN = Parâmetro número curva.

Importante ressaltar que as informações do CN assim como o próprio método foram utilizados como uma referência do escoamento da área, visando uma comparação do comportamento do escoamento atual com uma possível mudança do uso e cobertura do solo de uma paisagem rural para urbana. A análise foi baseada especificamente na relação tipo de

solo e uso e cobertura, assim como a possibilidade que o método permite a análise mesmo com a ausência de dados hidrológicos. Para o objetivo do trabalho, mesmo que obtendo as informações do CN em uma proporção média, essa análise foi relevante enquanto elemento norteador.

2.5 Proposta de Cenários

Baseadas em cenários, foram elaboradas diretrizes de uso e ocupação da área, a partir dos resultados obtidos nas metodologias aplicadas, tendo como norte se tratar de uma área de proteção de mananciais, segundo o macrozoneamento do município de Uberlândia. Foram previstos dois cenários.

- Cenário 1: Preservação da Área. Diretrizes subsidiadas pelo diagnóstico de vulnerabilidade natural, conflitos e aspectos do zoneamento ambiental ecológico (ZEE-MG).

Para a determinação de um cenário de preservação em uma área de mananciais de recursos hídricos de abastecimento público foram considerados os dados do ZEE-MG que refletem o impacto que a antropização da área exerce sobre o meio.

Foi considerado o resultado da interseção da vulnerabilidade natural com o uso do solo, e o resultado do conflito estabelecido, comparando as interseções, uma com o uso do solo atual e outra com uma projeção de área totalmente urbanizada.

Para a delimitação dos corredores ecológicos foi realizado o mapeamento das áreas verdes com vegetação nativa a partir da inspeção visual de imagens de satélite de alta resolução espacial disponibilizadas na plataforma do Google Earth. Após o mapeamento das áreas verdes, foi realizada a conexão dos remanescentes de vegetação nativa a fim de estabelecer e propor a criação de corredores ecológicos. Foi então novamente realizada a interseção da vulnerabilidade natural da área e o novo uso do solo com a delimitação dos corredores ecológicos.

- Cenário 2: Ocupação da Área. Diretrizes baseadas nos dados de escoamento superficial da área (CN)

Para a determinação de um cenário de urbanização em uma área de mananciais de recursos hídricos de abastecimento público foi considerada a análise do perfil de escoamento

superficial e armazenamento de água da área, através da adoção dos dados disponíveis e da metodologia *curve number*, ou curva número – Método CN.

Foi utilizado o levantamento das características do solo da área e do uso e ocupação para a determinação da classe hidrológica dos solos e o CN de cada uso da terra mapeado pelo MapBiomias, e agregados de acordo com similaridades de usos já determinados. Com o resultado do CN médio e a capacidade de armazenamento da área com o uso do solo atual, foram simuladas diversas possibilidades de alteração do uso do solo, baseadas nos usos dispostos na Lei de Parcelamento do Solo de Uberlândia para a zona de expansão urbana como um todo.

O CN Médio e a capacidade de armazenamento de todos os usos permitidos foram projetados, e posteriormente comparados a fim de se ter uma noção do nível de alteração dos usos possíveis e do uso atual.

2.6 Sobre os dados cartográficos

Em relação às bases de dados cartográficos e informações de produtos de sensoriamento remoto utilizados, é necessário destacar que o uso de fontes de dados coletados em diferentes escalas e resoluções espaciais dessas informações podem trazer algumas dificuldades, como a generalização da informação adquirida. A exemplo das informações que foram utilizadas neste estudo: (1) Precipitação histórica (CHIRPS) com resolução espacial de 5,5 km; (2) Precipitação e temperatura média (WorldClim) com resolução espacial de 1 km; (3) ZEE com resolução espacial de 270 m; (4) Uso e Cobertura do Solo (MapBiomias), Cobertura vegetal (GFC), e Altimetria do relevo (TOPODATA) com resolução espacial de 30 m; e (5) Mapas Geológicos (CPRM), Sistemas Aquíferos (ANA), e Taxonomia dos Solos (FEAM/UFV) em escala de 1:1.000.000.

A generalização é o processo de simplificar e reduzir os detalhes dos dados, para que eles possam ser exibidos em uma escala menor. Quando a generalização é feita em dados de pequena escala ou com menor resolução espacial, a perda de detalhes pode ser ainda mais significativa, o que pode levar a uma diminuição na precisão e acurácia dos dados. No entanto, essas fontes de dados secundários, produzidos para representar áreas maiores, muitas vezes tem abrangência global, e são de baixo custo. Esses fatores permitem a re-aplicabilidade da metodologia desenvolvida para qualquer área do território nacional e internacional. Além disso, mesmo frente à essas problemáticas, nem sempre o levantamento de dados primários é aplicável, a exemplo de séries históricas de precipitação e temperatura, onde, a partir de dados

orbitais é possível adquirir essa informação a nível diário, mensal e anual a partir do ano de 1981 com o CHIRPS (ou até mesmo mais antigas com outras fontes de dados) para qualquer local do globo. Essa disponibilidade de dados – mesmo generalizados – tornam desnecessária a interpolação de dados de estações climáticas (dados primários) que é outro fator que acarreta na diminuição da precisão e acurácia dos dados.

Vale destacar o suporte técnico do mestre em sensoriamento remoto Vinícius Peripato Borges Pereira na elaboração dos produtos cartográficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Diagnóstico dos componentes físico-geográficos e ambientais da área

3.1.1 Características geológicas

Segundo Nishiyama e Baccaro (1989), o Triângulo Mineiro é caracterizado por duas áreas distintas, definidas, de forma geral, pelo rio Araguari: uma constituída de cobertura sedimentar e magmatitos básicos de idade Mesozoica e Cenozoica; outra, com predominância de rochas metamórficas e magmatitas, que remontam ao Pré-Cambriano.

O município de Uberlândia tem como base geológica basaltos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento e rochas do Grupo Araxá nas proximidades da divisa com o município de Araguari, que se encontram recobertos pelos arenitos das Formações Marília, Vale do Rio do Peixe e Uberaba do Grupo Bauru, e ainda arenitos da Formação Botucatu do Grupo São Bento. A cronologia dessas litologias está listada na coluna estratigráfica do Quadro 12.

Quadro 12 Coluna estratigráfica do Triângulo Mineiro.

ERA	PERÍODO	GRUPO	FORMAÇÃO
Cenozoico	Quaternário		Aluviões (Qa)
Mesozoico	Cretáceo	Grupo Bauru	Formação Vale do rio do Peixe Formação Marília Membro Ponte Alta Membro Echaporã Membro Serra da Galga Membro Araguari Formação Uberaba
		Grupo Caiuá	Formação Santo Anastácio
	Jurássico/ Triássico	Grupo São Bento	Formação Serra Geral Formação Botucatu Formação Piramboia
Paleozoico	Permiano Superior	Grupo Passa Dois	Formação Corumbataí Formação Irati
	Carbonífero	Grupo Tubarão	Formação Tatuí Formação Itararé Formação Aquidauana
Proterozoico	Pré-Cambriano	Grupo Bambuí Grupo Canastra Grupo Araxá	

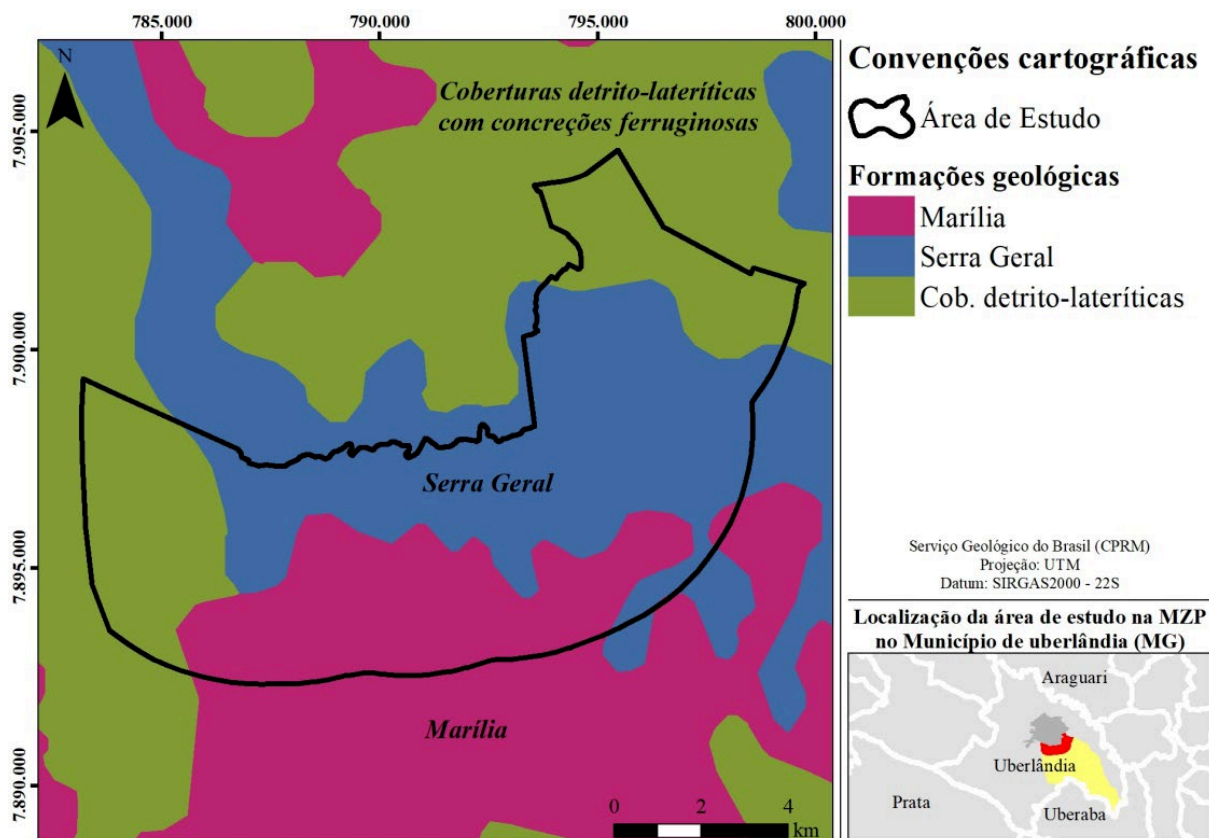
Fonte: Oliveira; Campos, 2003.

No perímetro urbano de Uberlândia, os basaltos da formação Serra Geral afloram apenas no vale do rio Uberabinha e seus afluentes. Nos interflúvios estão recobertos por

sedimentos do Grupo Bauru e/ou sedimentos cenozoicos cujas espessuras não ultrapassam 60 metros na área central da cidade. (GIFFONI, 2011, apud NISHIYAMA, 1989).

Quanto à geologia da área de estudo, de acordo com a Figura 3, existe a ocorrência das unidades geológicas: Formação Serra Geral, Formação Marília e Cobertura Detrito-Lateríticas.

Figura 3 Unidades geológicas da área de estudo.



Em geral as partes mais elevadas da área de estudo apresentam as litologias mais recentes, no caso a cobertura detrítico-laterítica. Já a litologia mais antiga se apresenta através da ação da erosão fluvial que ao longo dos anos atingiu a Formação Serra Geral.

Grupo São Bento - Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é constituída por um conjunto de derrames basálticos toleíticos, entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. São formados por rochas de cor cinza escura a negra, afaníticas e mineralogicamente compostas por clinopiroxênio, ripas de plagioclásio e magnetita como acessório principal. A zona central de cada derrame é maciça, fraturada por juntas predominantemente subverticais, enquanto na sua base e topo ocorrem níveis vesículo-amigdaloidais. Na maior porção do Triângulo Mineiro os basaltos acham-se recobertos pelos

sedimentos do Grupo Bauru. Apenas nos vales dos principais rios que drenam a região, que conseguiram um entalhamento fluvial profundo, aparecem afloramentos contínuos deste tipo litológico. Os rios Grande, Paranaíba e Araguari, bem como seus principais afluentes, exemplificam tal afirmação. Normalmente repousam sobre as rochas pré-cambrianas (MARANESI, 2002).

Grupo Bauru - Formação Marília

A Bacia Bauru (Grupos Bauru e Caiuá) é uma unidade sedimentar essencialmente arenosa. A Formação Marília é uma unidade composta por arenitos grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspato, minerais pesados e minerais instáveis, tais sedimentos ocorrem em bancos com espessura média entre 1 e 2m, maciços ou com acamamento incipiente subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados. Ademais, ainda há a ocorrência de raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários (SOARES et al, 1980).

É constituída por arenitos quartzosos e conglomerados com frequente cimentação e concreções carbonáticas. Foi depositada a partir de sistemas de leques aluviais, sob um clima semiárido, intercalando estações secas e chuvosas (NISHIYAMA, 1989).

Coberturas Detrito-Laterítica

Sobrejacentes às Formações Serra Geral e Marília, as Coberturas Detrito-Lateríticas são formações procedentes de processos pedogenéticos decorrentes de lixiviação do solo, acumulando crostas, couraças e concreções de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. Em relação aos aluviões holocênicos, são identificados como depósitos constituídos principalmente de areias e seixos de quartzo

São constituídas de Concreções Ferruginosas parcialmente cimentadas por óxidos-hidróxidos de ferro e alumínio representado por goetita-hematita e caolinita. Aparecem nos topos das colinas através de camadas de Coberturas Detrito-Lateríticas Terciárias e Quaternárias Indiferenciadas. Nos Chapadões evoluíram para Latossolos Avermelhados, de textura argilosa e espessos, às vezes com horizontes de concreções ferruginosas (NISHIYAMA, 1989).

Afloramentos de basaltos da formação Serra Geral podem ser visualizados nas áreas das cacheiras de Sucupira e Bom Jardim, conforme registros fotográficos abaixo.

Figura 4 Afloramento de basalto na área da Cachoeira de Bom Jardim.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 5 Afloramento de basalto na área da Cachoeira de Sucupira.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

3.1.2 Aspectos do relevo

De acordo com Ross (1992) a classificação taxonômica do relevo apoia-se nos aspectos fisionômicos das diferentes formas e tamanhos, tendo como base a gênese e a idade de tais formas, com vistas ao significado morfogenético e influências estruturais e esculturais no modelado. A classificação em táxons se dá da seguinte maneira: 1º táxon: Unidades Morfoestruturais; 2º táxon: Unidades Morfoesculturais; 3º táxon: Unidades Morfológicas ou de Padrões de Formas Semelhantes; 4º táxon: Tipos de formas de relevo; 5º táxon: Tipos de Vertentes e 6º táxon: Formas de processos atuais.

A evolução geomorfológica é resultado da alternância de ciclos deposicionais e denudacionais comandada por mudanças climáticas, estando condicionada ainda pela geologia e pela geotectônica. Assim o relevo é mantido por uma determinada estrutura geológica (Morfoestrutura) e apresenta características esculturais (Morfoescultura), produto da ação climática atual e pretérita (BACCARO, 1991).

A Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná abrange a maior extensão geográfica na região do Triângulo Mineiro e é o resultado da superposição de três grandes bacias, com limites e formas distintas.

Representando o segundo nível taxonômico para o mapeamento do relevo, dentre as Morfoesculturas da Morfoestrutura Bacia Sedimentar do Paraná, na região do Triângulo Mineiro, identifica-se uma grande Unidade Morfoescultural denominada por RADAM (1983) como “Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná”, bem como uma sub-unidade associada, “Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná”.

Nesse grande conjunto do relevo ocorrem compartimentos distintos ou Unidades Geomorfológicas como o Planalto do Rio Grande-Paranaíba, Canyon do Araguari, Planalto Dissecado do Tijuco, Planalto Residual e o Planalto Tabular.

De acordo com Baccaro (1990), o relevo do Triângulo Mineiro é marcado por uma diversificação de compartimentos geomorfológicos oriundos das ações morfogenéticas do Terciário e do Quaternário, características presentes nos topos aplainados, nas camadas lateríticas, nos solos hidromórficos, nas lagoas e rampas côncavas de colúvios. O relevo foi fortemente esculpado pelas variações climáticas deste período supracitado, cujas oscilações de climas úmidos e seco favoreceram o rebaixamento generalizado que contribuiu para a formação das denominadas mesas e tabuleiros encontrados nesta região.

Para Santos e Baccaro (2004) os vestígios de uma alternância climática podem ser observados em algumas feições morfológicas encontradas na região, "... Os eventos evolutivos possibilitaram a configuração de padrões de padrões distintos de cabeceiras de drenagem em anfiteatros e diferentes níveis de sedimentação".

Baseando-se na altimetria, estrutura geológica, nas formas e no nível de dissecção do relevo, Baccaro (1991) fez uma compartimentação geomorfológica do Triângulo Mineiro concluindo que há nessa região uma diversificação de compartimentos geomorfológicos, herança das ações morfogenéticas do Terciário recente e Quaternário, marcada sua presença nos topos aplainados, na formação e evolução das espessas lateritas, nos solos hidromórficos, nas lagoas e rampas côncavas colúviais.

Considerando o segundo táxon, a unidade geomorfológica denominada Planalto Residual corresponde ao principal divisor de águas entre as bacias hidrográficas do Paranaíba e Grande e representa a repartição mais rebaixada dentre as unidades do Triângulo Mineiro que, no encontro dos vales dos rios Grande e Paranaíba divide os estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo (BACCARO, 2001).

Constitui-se num conjunto de relevos residuais de topo plano e de aspecto denudacional tabular plano delimitados por escarpas erosivas variavelmente por amplos anfiteatros dissecados de vertentes convexas, que por sua vez, constituem-se em áreas de cabeceira de rios.

Já os conjuntos menores de forma de relevo, as chamadas unidades morfológicas ou terceiro táxon, apresentam um padrão de semelhança entre si em função da rugosidade topográfica, bem como do formato de topos, vertentes e vales de cada padrão. Neste táxon os processos morfoclimáticos atuais são mais facilmente notados podendo-se identificar os

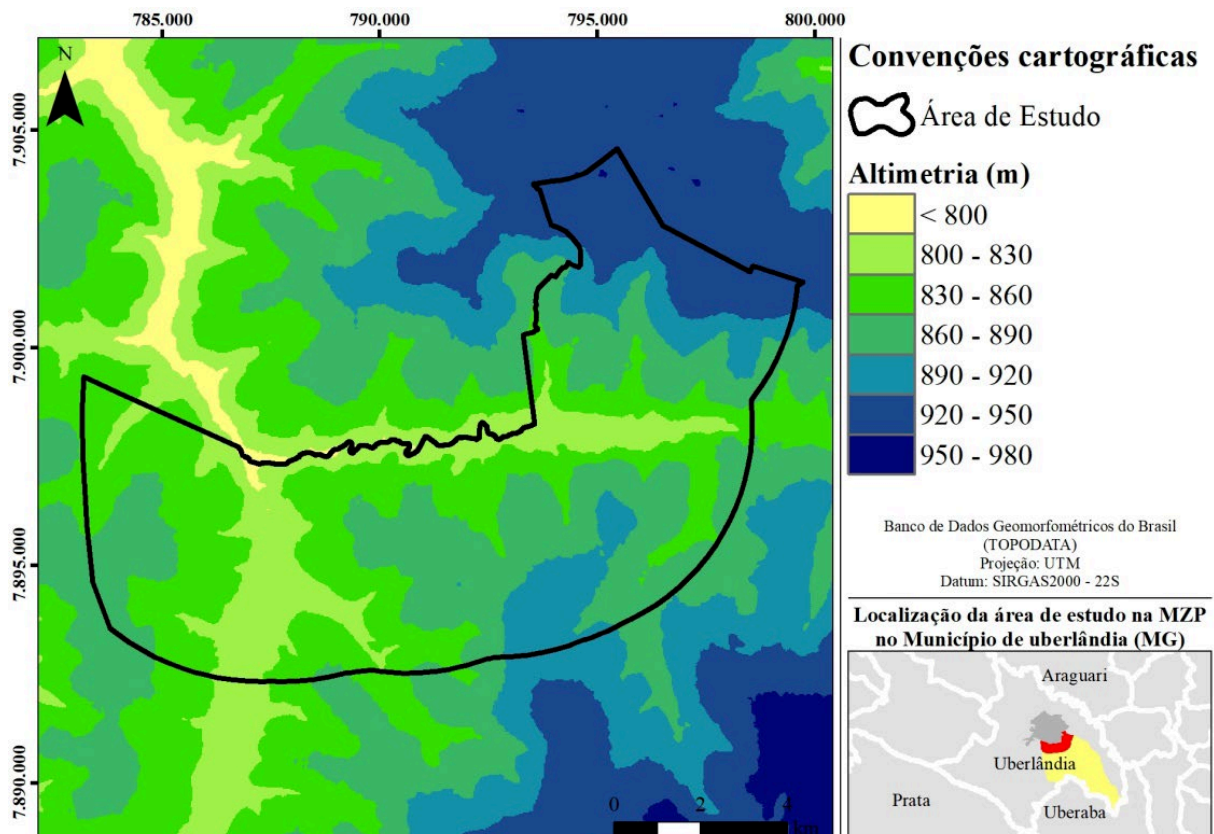
agrupamentos de formas de agradação (relevo de acumulação) e formas de denudação (relevo de dissecação).

Assim, Baccaro (1991) classificou o relevo da região em quatro categorias, sendo:

- Área de relevo intensamente dissecado – presente nas bordas da chapada Araguari/Uberlândia, estendendo-se até os rios Paranaíba e Grande. As morfologias nesse compartimento estão relacionadas à geologia, representada pelos basaltos da Formação Serra Geral e rochas do Grupo Araxá;
- Área de relevo medianamente dissecado – composta por formas levemente convexas, em altitudes entre 750 e 900 metros, declividades entre 3° e 15°. A Formação Vale do rio do Peixe, sobreposta aos basaltos da Formação Serra Geral, é a mais representativa na região, recoberta em grandes porções por sedimentos cenozoicos inconsolidados (Colúvios);
- Área de relevo residual – superfícies tabulares mantidas por bordas escarpadas de até 150 m, em contornos irregulares, com declividades que podem atingir 45°. Corresponde aos divisores de água das principais bacias.
- Áreas elevadas de cimeira entre 950 e 1050m, com topos planos, amplos e largos – baixa densidade de drenagem e vales com pouca ramificação, vertentes com baixas declividades (entre 3° e 5°), sustentadas pelas rochas da Formação Marília e recobertas por sedimentos cenozoicos.

Em uma área de drenagem de aproximadamente 100 km², a variação altimétrica dessa porção pertencente à bacia do rio Uberabinha vai de 950 metros a <800 metros, com as menores cotas relacionadas aos cursos d'água, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 Hipsometria da área de estudo.



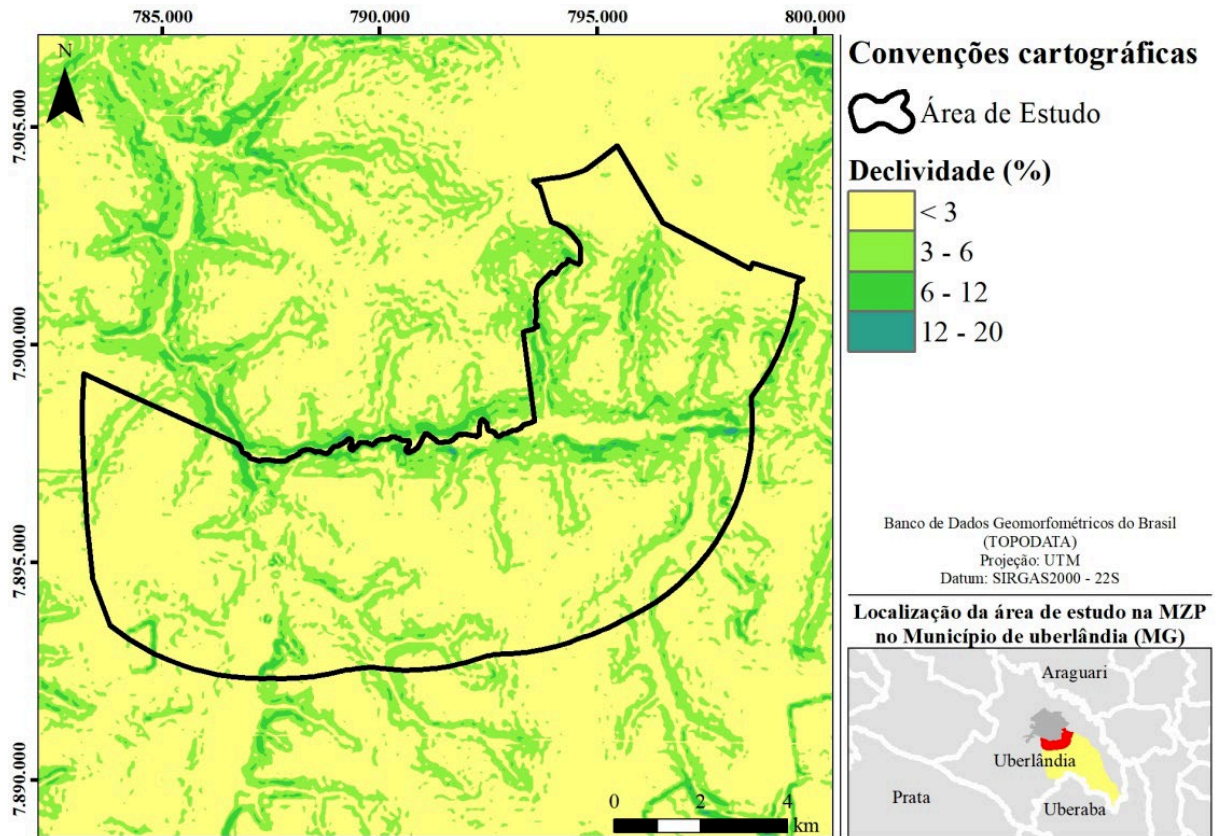
A velocidade de deslocamento de material e a capacidade de transporte de massas sólidas e líquidas estão diretamente relacionadas à declividade. Esta variável influencia nos processos geomorfológicos, quanto maior for à declividade maior será a energia concentrada no arraste de material. Sendo assim, em áreas onde a declividade é maior o processo erosivo é mais acentuado, ocorrendo movimentos de massa tipo escorregamentos e rastejos, causando o assoreamento do leito do córrego devido a grande quantidade de material erodido (SILVA, 2007).

De acordo com as classes de declividade, disposição do relevo e densidade de drenagem, o município de Uberlândia foi dividido nos seguintes domínios geomorfológicos, (1) a Chapada corresponde às feições de relevo plano, entre 0 e 5% de declividade e cotas altimétricas superiores a 930 m. (2) A feição de relevo suavemente ondulado compreende a classe de declividade entre 5 e 10%, ocupa as cotas entre 930 e 890 m. (3) O relevo medianamente dissecado ocorre nas declividades entre 10 e 40%. Nessa feição os leitos fluviais são mais bem definidos e entalhados que nas feições de relevo suavemente ondulado. (4) Em declividades superiores a 50% ocorrem as feições de relevo intensamente dissecado. Nessa feição, de modo geral, a erosão fluvial associada aos planos de falhas geológicas condicionam o desenvolvimento de vales profundos com pronunciado gradiente topográfico, ocorrendo inclusive fácies escarpadas (OLIVEIRA; VIEIRA, 2011).

As declividades da área de estudo são representadas pela medida de inclinação em percentual do relevo em relação ao plano do horizonte, estão representadas na Figura 7 que mostra que a área de contribuição está inserida predominantemente em área de relevo de 0 a 6% de declividade, sendo denominada de topo plano, e de 6 a 12% - suavemente ondulado em áreas que se aproximam dos cursos d'água, Nas áreas mais entalhadas com declividade de 12 a 20%, sendo denominadas de relevo medianamente dissecado.

Pode-se observar que a área de estudo está inserida em área de declividade predominantemente abaixo de 10%, de relevo plano a suavemente ondulado, estando as áreas com declividade entre 12 e 20%, relevo medianamente dissecado.

Figura 7 Declividade da área de estudo.



Trata-se de uma área predominantemente plana, com maiores percentuais de declividades vinculadas aos cursos d'água, como pode ser observado abaixo nos registros fotográficos realizados na área.

Figura 8 Relevo na área da ponte de ligação entre o setor sul e a área de estudo.



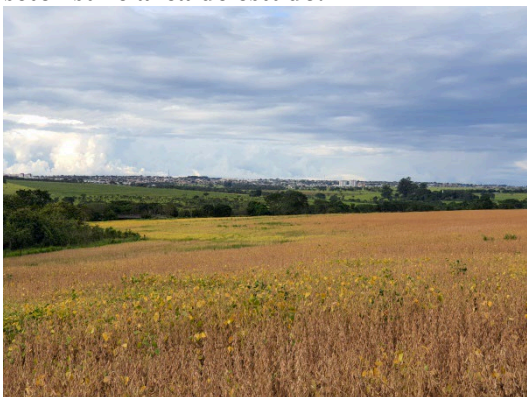
Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 9 Relevo suavemente ondulado no entorno de curso d'água.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 10 Relevo no entorno de curso d'água, setor sul e área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 11 Relevo no entorno de cursos d'água, suavemente ondulado.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 12 Relevo no entorno de curso d'água.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 13 Relevo plano.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 14 Rio Uberabinha à jusante da Cachoeira de Sucupira.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 15 Relevo na porção leste da área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

3.1.3 Classes de solos da área de estudo

O solo se constitui numa coleção de corpos naturais de superfície terrestre, que contém matéria orgânica e suporta, ou é capaz de suportar, as plantas. Inclui todos os horizontes, que

diferem do material rochoso subjacente, como resultado de interações entre o clima, os organismos vivos, os materiais de origem e o relevo.

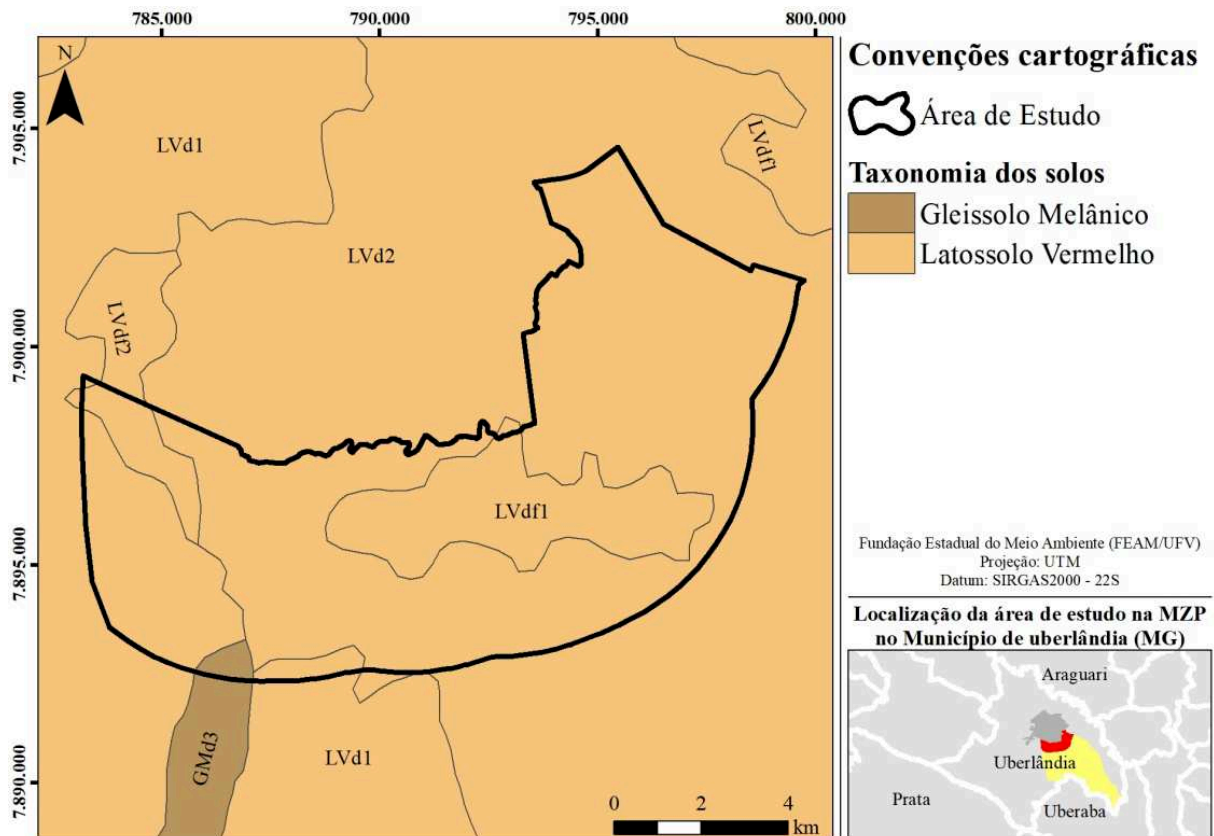
Determinado tipo de solo não se encontra como uma entidade descontínua, claramente separado de outros tipos, mas gradua em direção a outros indivíduos-solos com diferentes propriedades (ROSSETO; DIAS, 1996).

Na região do Triângulo Mineiro os solos caracterizam-se, de uma maneira geral, por apresentar forte intemperismo, grande profundidade, boa drenagem e permeabilidade e elevada fração de areia. São bastante uniformes no que se refere a esses aspectos e à coloração. Possuem baixa fertilidade natural, com exceção de algumas áreas onde afloram os basaltos da Formação Serra Geral. Apresentam baixos teores de matéria orgânica e elevada acidez. De acordo com o Projeto RADAMBRASIL (1983), na região do Triângulo Mineiro estão presentes os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo álico e distrófico; Latossolo Roxo distrófico e eutrófico; Terra Roxa Estruturada eutrófica; Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico; Areia Quartzosa álica; Cambissolo álico e distrófico; e Glei Húmico e pouco Húmico álico e distrófico (RODRIGUES; NISHIYAMA, 2001).

De acordo com Rosa (2017) os solos de maior representatividade na bacia do rio Uberabinha, são os Latossolos, porém, também são encontrados Argissolos, Cambissolos, Neossolos, Nitossolos, Gleissolos e Organossolos, cujas classes foram separadas basicamente pelo tipo e arranjo dos horizontes; atividade da fração argila; saturação por bases, alumínio ou sódio e/ou presença de sais solúveis; e ainda a presença de horizontes ou propriedades que possam restringir o desenvolvimento de raízes e afetar o movimento da água no solo.

As classes de solos existentes na área de estudo e entorno podem ser observadas na Figura 16.

Figura 16 Classes de solo na área de estudo.



Os tipos de solo presentes na área de estudo são predominantemente Latossolos, em geral constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Normalmente presente em áreas de relevo plano e suave ondulado (EMBRAPA, 2018).

De acordo com a Epamig (2010) e Rosa (2017) especificamente tem-se:

- **LVd1** - Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura média; fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.
- **LVd2** – Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.
- **LVdf2** - Latossolo Vermelho distroférico típico.
- **LVdf1** - Latossolos Vermelhos distroféricos + Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos
- **GMd3** - Gleissolo Melânico distrófico típico

Na área de estudo são encontrados Latossolos Vermelhos Distróficos associados principalmente nas áreas de relevo medianamente dissecado e Latossolos Vermelhos Distroféricos nas vertentes à jusante do reservatório de Sucupira (ROSA, 2017).

Já os Gleissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm desde

que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. . Em condições naturais, estes solos são mal ou muito mal drenados, com argila de atividade variável e ainda normalmente ácida. A saturação em água faz com que o ambiente seja redutor, resultando em cores acinzentadas, azuladas ou mesmo esverdeadas devido à redução e solubilização do ferro. Além disso, a água pode permanecer estagnada internamente ou ainda pode ocorrer fluxo lateral com a possibilidade de haver ascensão capilar até atingir a superfície em qualquer uma destas circunstâncias (EMBRAPA, 2018).

Estes solos estão presentes na porção da chapada Uberlândia-Uberaba, mais especificamente nos vales do ribeirão Beija-Flor e Bom Jardim, além de veredas encontradas em outras áreas da bacia (ROSA, 2017).

A ocorrência de Latossolos e Gleissolo pode ser observado abaixo nos registros fotográficos realizados na área.

Figura 17 Latossolo Vermelho na área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 18 Gleissolo na área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

3.1.4 Condições climáticas

De acordo com a classificação de Köppen, que baseia sua análise na distribuição pluviométrica anual e nas características adicionais de temperatura, o clima regional é do tipo Aw, um subtipo da classificação A, dada aos climas tropicais semi-úmidos, com verão chuvoso (MARTINS, 2005).

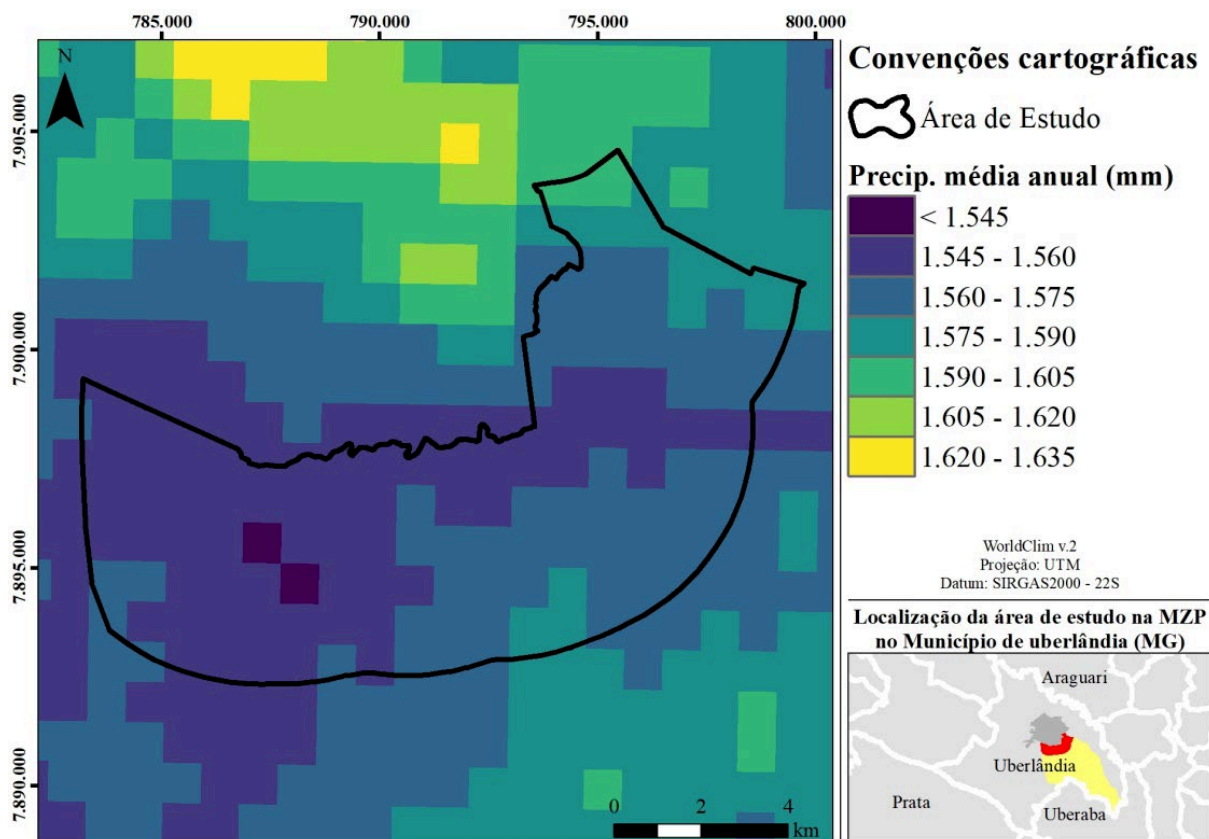
Segundo Carrijo e Baccaro (2000) o clima do município de Uberlândia é caracterizado por épocas sazonais bem definidas com concentração das chuvas no verão (novembro a março), e seca do inverno (maio a setembro). O município está sob a influência de circulação

dos sistemas atmosféricos tropicais. O clima é controlado pelas massas de ar continental (Equatorial e Tropical) e Atlântica (Polar e Tropical); os deslocamentos dessas massas de ar são responsáveis pela marcante alternância de estações úmidas e secas, e respondem, direta e indiretamente, pelas condições climáticas em nossa região.

Conforme dados registrados pelo posto meteorológico da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Santa Mônica, de 1981 a 2008, foi registrada precipitação média de 1583 mm ano, com concentração pluviométrica nos meses de Outubro a Abril, quando chove mais de 91,9% do total anual (SILVA, 2003).

A precipitação na área de estudo apresentada na Figura 19 está na média do município, porém, com menores números quando compactado com o entorno imediato.

Figura 19 Precipitação média anual na área de estudo.

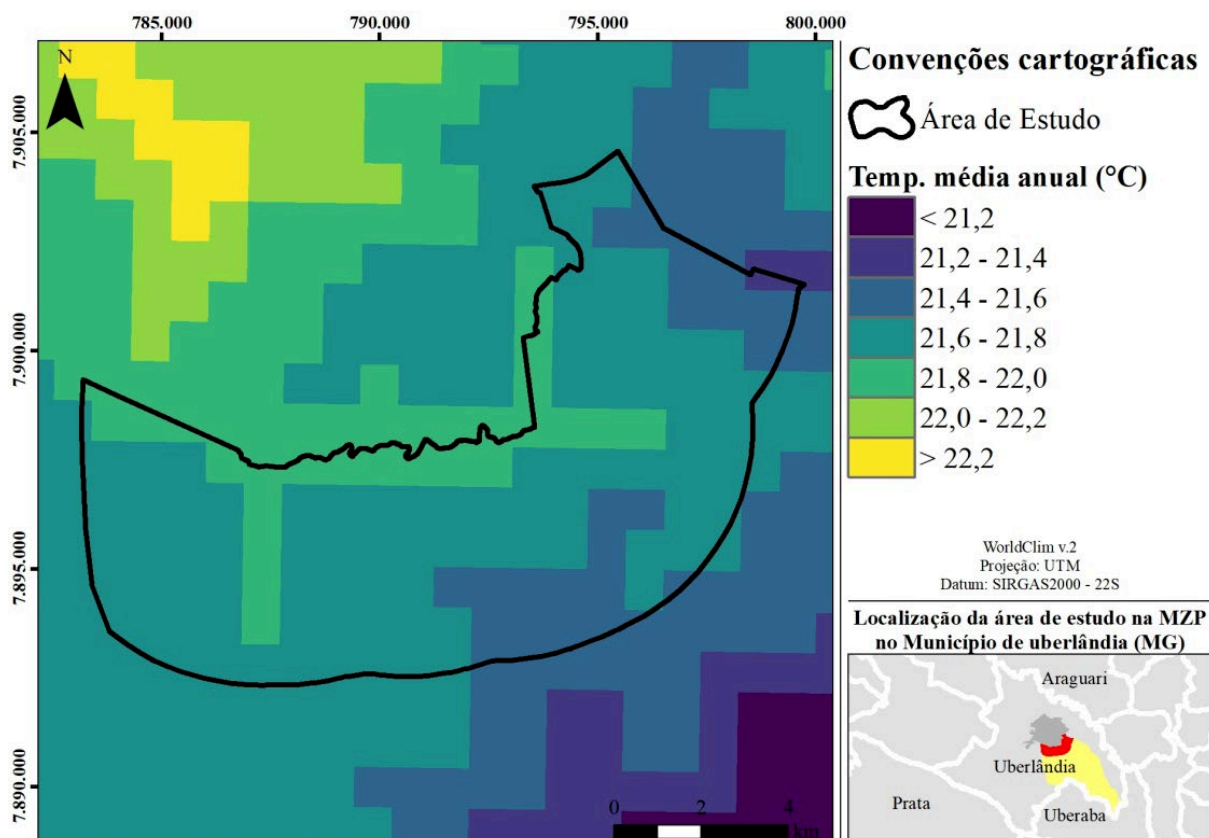


A temperatura média anual Em Uberlândia (MG) é de 22°C, sendo que os meses mais quentes são fevereiro (23,5°C), outubro e novembro (23,4°C) e os meses mais frios junho e julho (18,8°C) (ROSA, 1991).

O período mais seco ocorre entre os meses de junho a outubro, com umidade relativa compensada média de 62%. Segundo Ribeiro (2000), não são raros valores de umidade relativa inferiores a 20% nas tardes dos dias da estação seca.

Na área de estudo é possível observar que as temperaturas são mais baixas com relação à área que representa o perímetro urbano do município, ao norte da Figura 20. Isso ocorre devido à influência da vegetação e ausência de impermeabilização nos aspectos de conforto térmico/temperatura e umidade do ar.

Figura 20 Temperatura média anual na área de estudo.



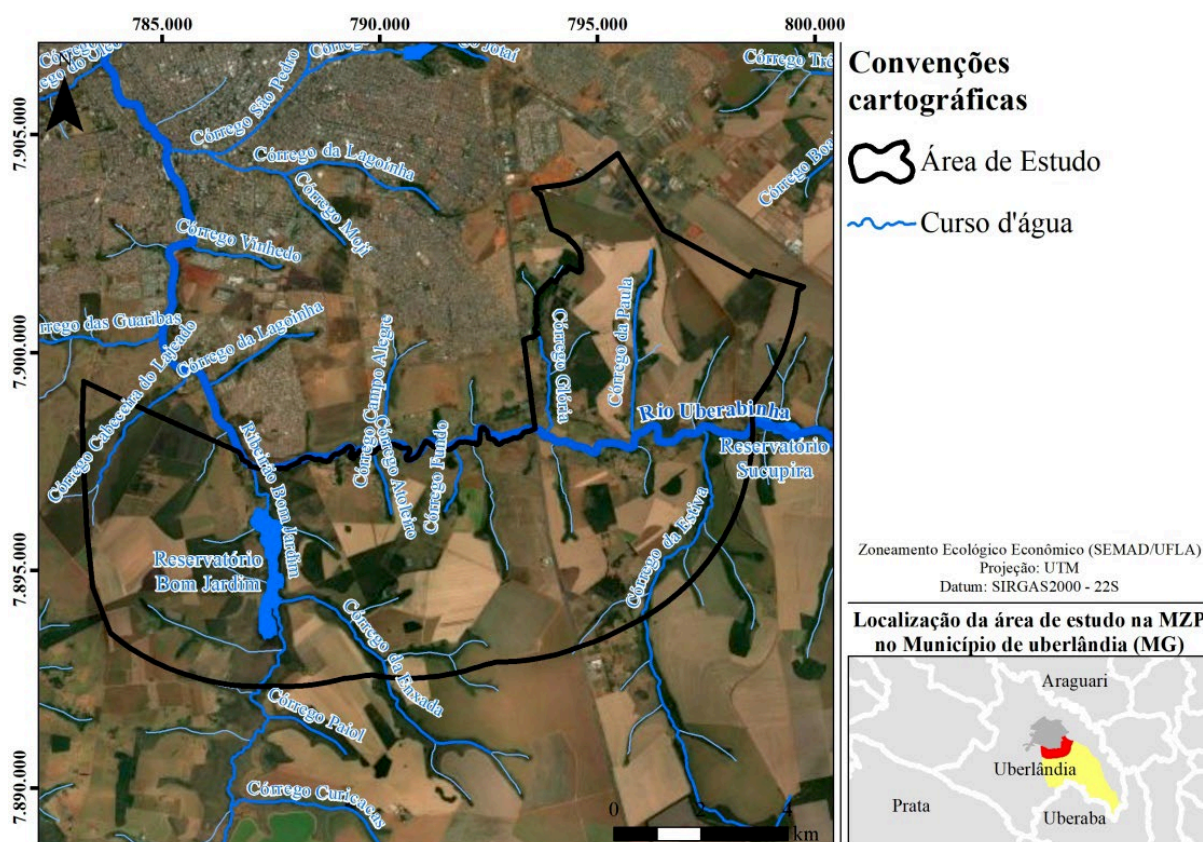
Em se tratando de direção dos ventos, a direção predominante no município de Uberlândia é Nordeste (NE), a área de estudo está localizada na direção sul e leste.

3.1.5 Recursos hídricos na área de estudo.

A área de estudo está inserida na bacia do rio Uberabinha, localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (estado de Minas Gerais). Conforme Rosa (2017), a bacia possui uma área de 2.190,65 km² distribuídos em três municípios, cerca de 20% em Uberaba, 70% em Uberlândia e 10% em Tupaciguara. O rio principal é afluente da margem esquerda do rio Araguari, que por sua vez deságua no rio Paranaíba. O rio Uberabinha é um importante manancial devido ao abastecimento público da cidade de Uberlândia, que segundo estimativas possui uma população superior a 700.000 habitantes (IBGE, 2021).

Na área de estudo (Figura 21) figura além do rio Uberabinha os seus afluentes, sendo eles os córregos da Estiva, córrego da Enxada, córrego da Paula, córrego Fundo, córrego Atoleiro, córrego Campo Alegre, córrego da Lagoinha, córrego dos Guaribas, córrego Cabeceira do Lajeado, aproximadamente 11 córregos sem denominação, e ao menos 18 nascentes. Também estão inseridos na área o reservatório de Bom Jardim, e a jusante do reservatório de Sucupira, que compõem o sistema de abastecimento público de água de Uberlândia, juntamente com o recente inaugurado sistema Capim Branco (rio Araguari).

Figura 21 Hidrografia na área de estudo.



Parte da hidrografia citada pode ser observada nos registros fotográficos abaixo.

Figura 22 Rio Uberabinha sobre a Ponte de Arame.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 23 Reservatório de Bom Jardim – Ribeirão Bom Jardim.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 24 Cachoeira de Bom Jardim.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 25 Barramento no córrego da Estiva.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 26 Cachoeira de Sucupira – Rio Uberabinha.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

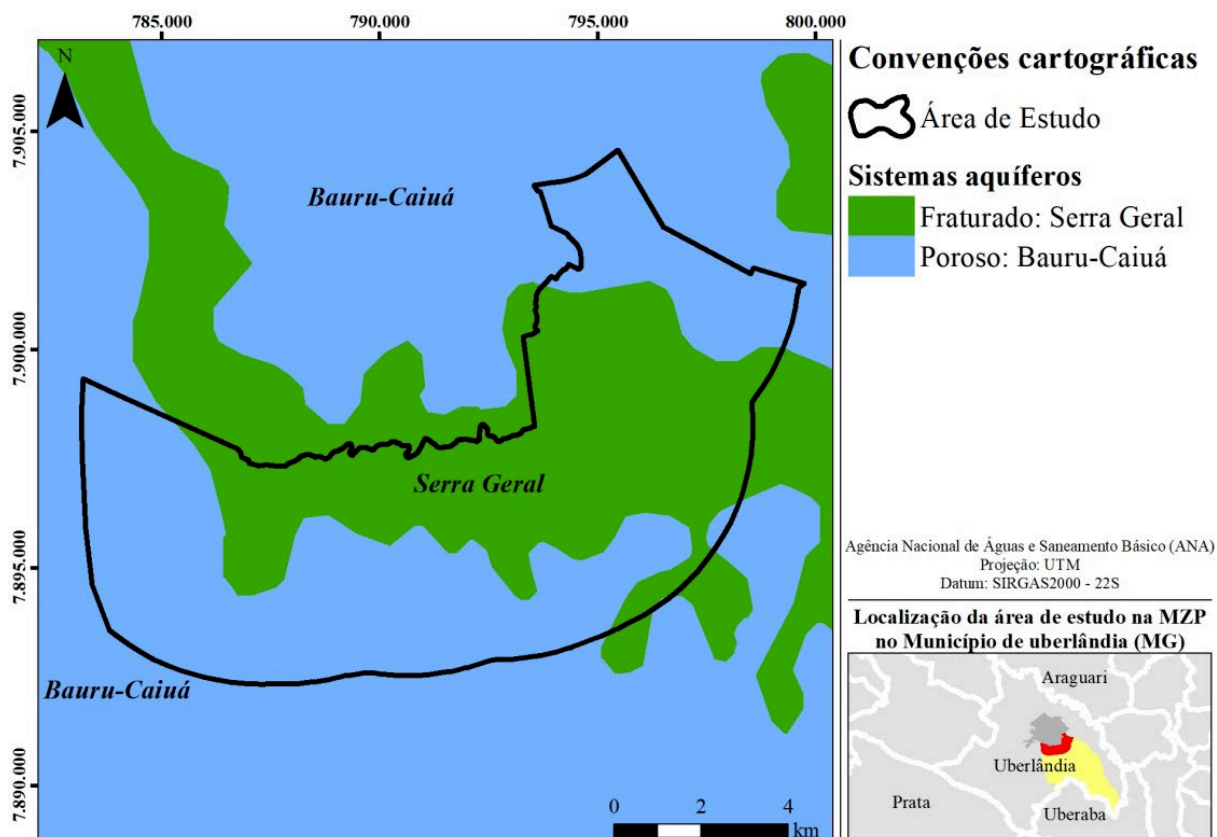
Figura 27 Represamento do rio Uberabinha para captação de água.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Com relação aos recursos hídricos subterrâneos estão presentes os aquíferos Serra Geral e Bauru, que são os principais mananciais de água subterrânea do Triângulo Mineiro (Figura 28).

Figura 28 Sistemas aquíferos na área de estudo.



As fácies sedimentares do Grupo Bauru compõem a cobertura de chapada, e por isso, a recarga do aquífero ocorre em toda à sua área de abrangência. Além deste fator, a eficiência da recarga, ainda é favorecida pela feição suave do relevo e pela porosidade dos materiais que constituem a zona vadosa do aquífero.

O aquífero fraturado dos basaltos Serra Geral é alimentado pelas águas de fluxos descendentes originadas no aquífero poroso, e por águas pluviométricas infiltradas em áreas de afloramento das rochas. A água que recarrega o aquífero fraturado de xistos, em sua maioria ocorre por infiltração de água pluviométrica em áreas de afloramento da unidade.

O Aquífero Bauru, na região de estudo, é constituído pela sequência areno-siltosa da Formação Marília. O sistema é caracterizado como um aquífero livre, isto é, a superfície que limita a zona saturada do aquífero coincide com a superfície do lençol freático, não apresentando camadas impermeáveis confinantes superiores. A formação possui alta a média porosidade e permeabilidade e também capacidade de armazenamento, segundo Velásquez e Romano (2004) apud Segantini (2010).

O Aquífero Bauru, na região de estudo, é constituído pela sequência areno-siltosa da Formação Marília. O sistema é caracterizado como um aquífero livre, isto é, a superfície que limita a zona saturada do aquífero coincide com a superfície do lençol freático, não

apresentando camadas impermeáveis confinantes superiores. A formação possui alta a média porosidade e permeabilidade e também capacidade de armazenamento, segundo Velásquez e Romano (2004) apud Segantini (2010).

As chuvas que iniciam na região entre os meses de outubro e novembro chegam ao aquífero em dezembro, mês em que o nível estático dos poços começa a subir. A elevação do nível estático ocorre até o mês de abril. Do mês de junho em diante, o nível estático da água nos poços começa a baixar.

Da totalidade de água que atinge a zona saturada do Sistema Aquífero Bauru, uma parcela será distribuída para o fluxo de base, uma parcela infiltrará para o aquífero fraturado subjacente e outra parcela será explorada por bombeamento de poços.

Regionalmente, Souza & Alamy Filho (2010) realizaram um monitoramento do nível do lençol em poços desativados, o que permitiu identificar a pequena profundidade da superfície freática na região de Araguari (MG), município limítrofe à zona norte de Uberlândia (MG). Tal proximidade observada com o nível do terreno torna o aquífero Bauru, numa análise preliminar, “moderadamente vulnerável” à poluição em 86,7% dos casos. O Aquífero apresenta também, 6,7% de “alta vulnerabilidade” à poluição e 6,7% de “baixa vulnerabilidade” à poluição.

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) de 2012, o Triângulo Mineiro é uma região vulnerável à contaminação, dada às características do aquífero Bauru e em virtude da intensa atividade agropecuária e existência de aglomerados urbanos expressivos, em franco crescimento, fomentados principalmente pela ampliação dos cultivos de cana, soja e café, e, conseqüentemente, pela instalação das indústrias de beneficiamento. Nos núcleos urbanos, os problemas de contaminação relacionam-se ao esgotamento sanitário, à disposição de resíduos sólidos, aos vazamentos em postos de combustível etc.

3.1.6 Uso do solo na área de estudo

O processo de ocupação do território, determinado por condicionantes naturais e sociais, e as suas conseqüências sobre os sistemas ecológicos, produzem efeitos na paisagem e no ambiente que precisam ser compreendidos para que possam ser oferecidas alternativas para o futuro.

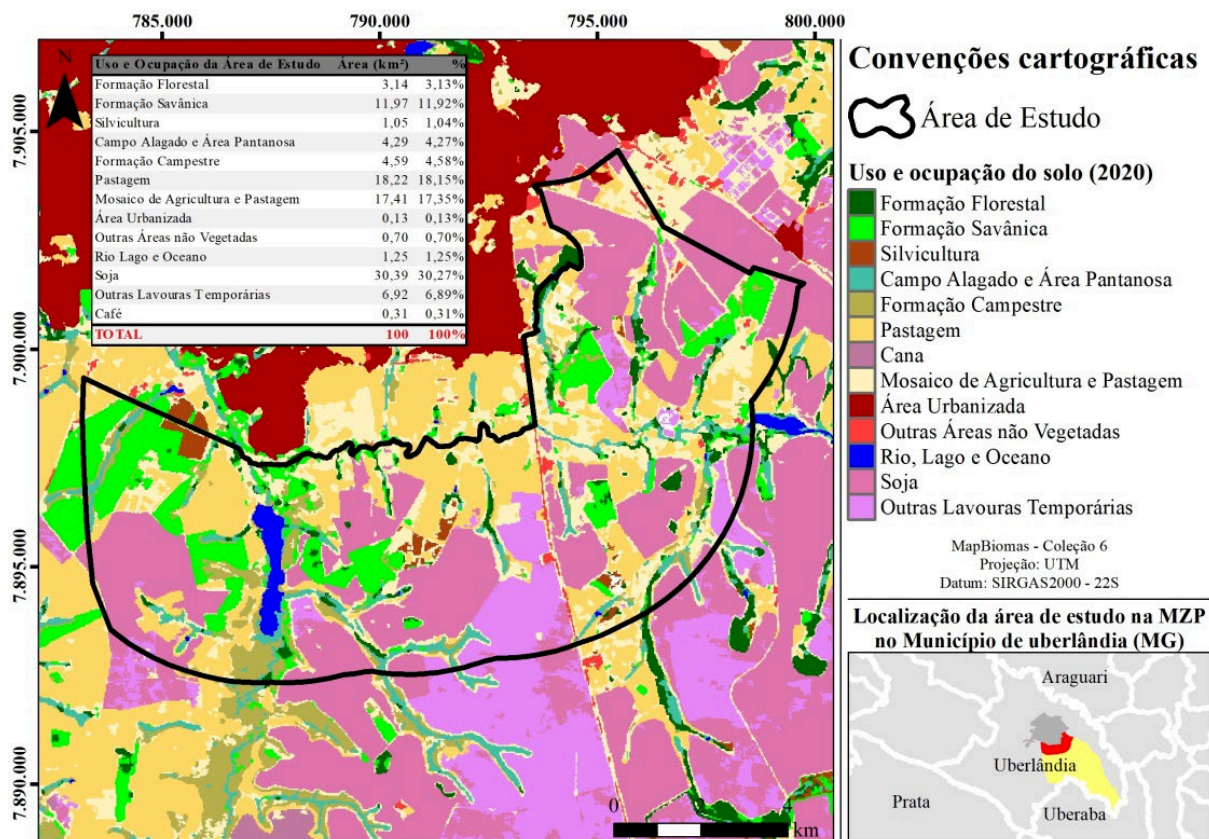
O levantamento do uso e ocupação do solo é imprescindível para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado, podendo este servir para planejadores e

legisladores, pois ao verificar a utilização do solo em determinada área, pode-se elaborar uma melhor política de uso da terra para desenvolvimento da região (PRUDENTE, 2007).

Assim como em toda a região do Triângulo Mineiro, a partir da década de 1970, com as políticas de ocupação dos cerrados brasileiros, Uberlândia assume a agropecuária como base de sua economia. Isso implicou na substituição de áreas de vegetação nativa por agricultura e pastagem no município.

A porcentagem ocupada por cada categoria de uso do solo na área de estudo pode ser observada na Figura 29, onde o mosaico de agricultura, pastagem, área urbanizada ou sem vegetação é responsável por 74,84% do uso do solo. Formações vegetais naturais somam 23,9% da área e os recursos hídricos 1,25%.

Figura 29 Uso do solo na área de estudo.



A dinâmica do uso e ocupação do solo no município apresenta-se materializada onde a intensa ocupação dos solos por atividades agropecuárias provocou alterações, na maioria das vezes, eliminando a antiga cobertura vegetal. Assim, os remanescentes de cerrado hoje existentes correspondem, em sua maioria, às áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente, espaços cuja proteção é exigida por lei.

Por ainda se tratar de uma área rural, observa-se aí também a vocação agropecuária do município que é resultado de um território que apresenta fatores favoráveis à atividade, tais como a baixa declividade que possibilita o manejo da área com maquinário agrícola e o manejo do gado sem obstáculos, solos profundos e bem drenados, clima adequado, além da disponibilidade hídrica e de mão de obra.

Dentre os empreendimentos existentes destacam-se pequenas propriedades rurais, agroindústria, duas estações de tratamento e distribuição de água, agroindústrias, a Penitenciária Professor João Pimenta da Veiga e o Centro Empresarial Leste.

Figura 30 Estação de Tratamento de Água Renato de Freitas, Unidade Sucupira.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 31 Reservatório de Bom Jardim – Ribeirão Bom Jardim.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 32 Criação de gado na área de estudo.



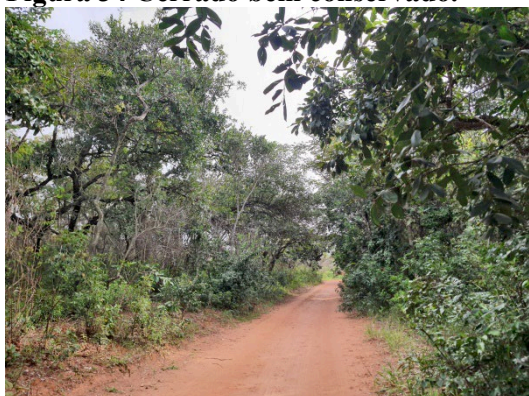
Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 33 Agricultura na área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 34 Cerrado bem conservado.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 35 Lazer na área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

Figura 36 Centro Empresarial Leste – venda de imóveis.



Fonte:

<https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-com-cozinha-loteamento-centro-empresarial-leste-iii-uberlandia-mg-1000m2-id-2606442917>.

Acesso em fev 2023.

Figura 37 Ação do Programa Buriti na área de estudo.



Fonte: SILVA, A.M.(2023).

3.2 Levantamento das vulnerabilidades ambientais

3.2.1 Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais

O Zoneamento Ecológico Econômico é um dos instrumentos previstos na Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Seguindo as diretrizes metodológicas estabelecidas no Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do Ministério de Meio Ambiente, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE-MG) é um zoneamento obtido a partir do cruzamento de informações sobre a potencialidade social e a vulnerabilidade natural de uma localidade.

Tem como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental, através

de um mecanismo de gestão ambiental que consiste na delimitação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características (potencialidades e restrições) de cada uma delas. Busca o uso sustentável dos recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas existentes (ZEE-MG).

Através da combinação da vulnerabilidade natural com a potencialidade social, é possível gerar um índice final que reflete essa combinação, subsidiando orientações quanto ao direcionamento da ocupação do território para áreas que sejam aptas para suportar determinado uso ou, ainda, indicando áreas que necessitam ser recuperadas antes da utilização, buscando orientar as atividades para os locais possivelmente mais adequados (ZEE-MG).

A caracterização realizada através do ZEE a partir da área de estudo apresentou os resultados contidos no Quadro 13.

Quadro 13 Classificação da área de estudo quanto aos componentes Geofísico e Biótico.

Camadas de informação do ZEE	Classificação da área de estudo referente à camada de informação	Área (km ²)	Percentual (%)
Integridade da flora	Baixa	65,92	65,76%
Integridade da fauna	Muito Baixa	64,26	64,11%
Risco potencial de erosão	Baixa	87,42	87,21%
Vulnerabilidade do solo à contaminação	Baixa	78,71	78,53%
Vulnerabilidade de recursos hídricos	Alta	95,55	95,32%
Vulnerabilidade natural	Baixa	71,49	71,32%
Qualidade ambiental	Média	51,37	51,24%
Risco ambiental	Média	71,49	71,32%

Existem dois tipos de vulnerabilidade: vulnerabilidade biótica e vulnerabilidade abiótica. Cada uma dessas vulnerabilidades é condicionada por um conjunto de fatores. O ZEE-MG considera como fatores condicionantes da vulnerabilidade biótica: (i) a integridade da flora (Figura 38); e (ii) a integridade da fauna (Figura 39).

No caso da área de estudo, com relação à vulnerabilidade biótica, a baixa integridade da fauna está intrinsecamente ligada à muito baixa integridade da flora, que assim se apresenta por se tratar de áreas historicamente antropizadas, seja pelo uso agropecuário ou atualmente pela conversão do uso do solo em áreas de urbanização específicas. Da mesma forma, as áreas cuja integridade da flora se apresenta como alta, a integridade da fauna também é alta, o que prova a importância dessas habitats para a preservação dos grupos de animais. Essas áreas

estão relacionadas à reserva legal, em especial a do Clube Caça e Pesca e à área de entorno do Reservatório de Bom Jardim.

Figura 38 Integridade da flora na área de estudo.

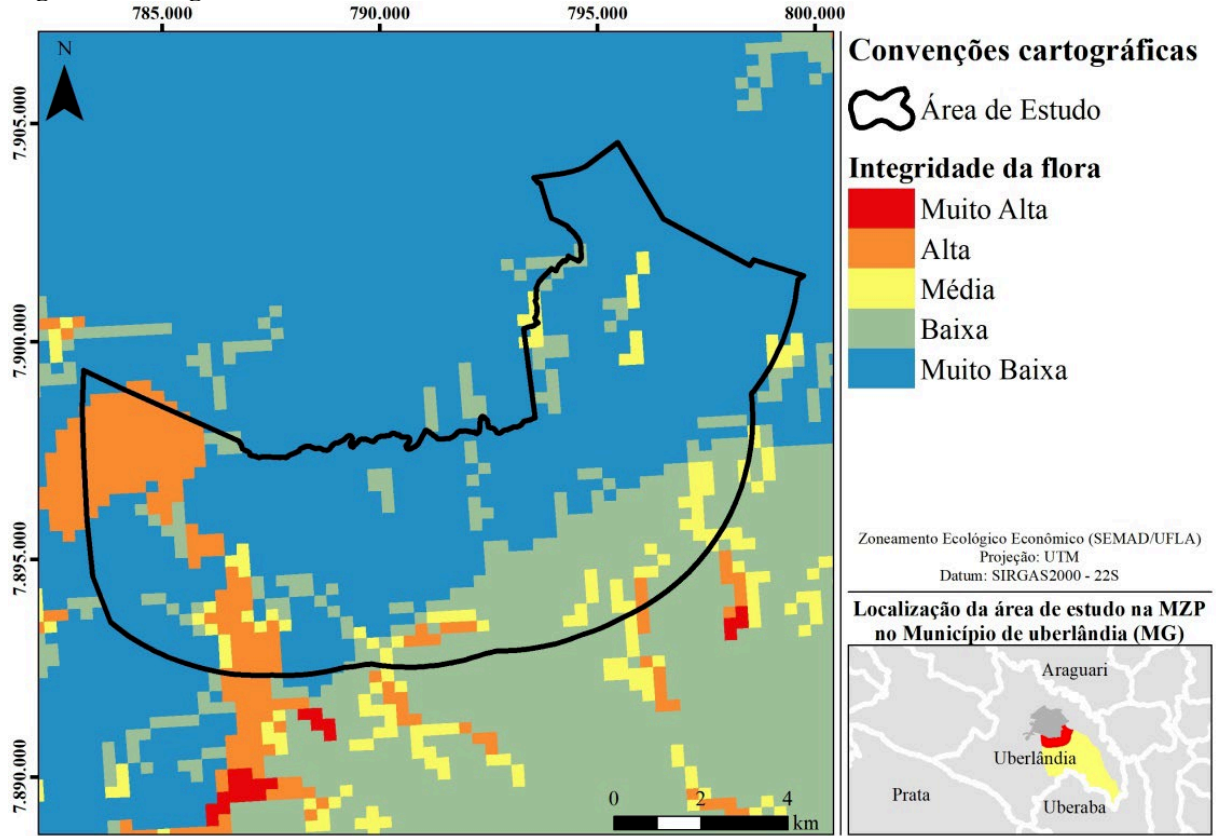
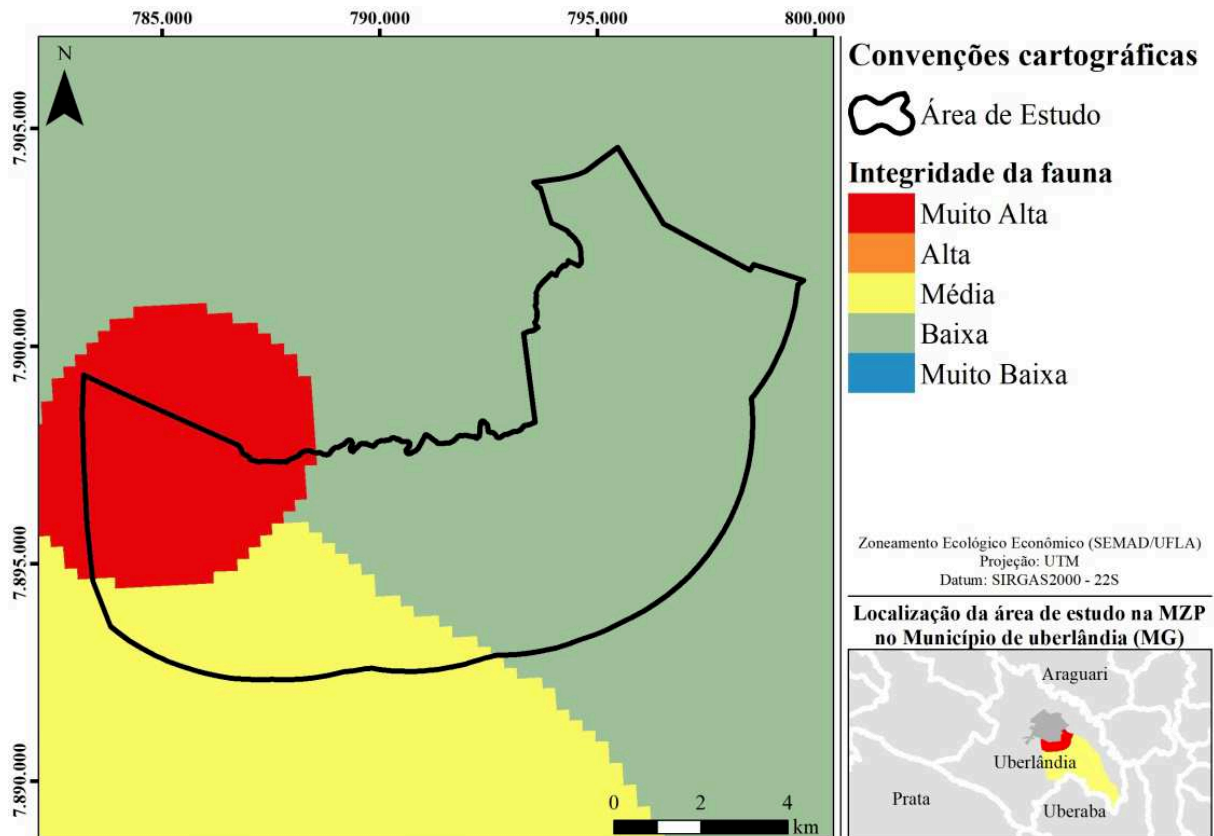


Figura 39 Integridade da fauna na área de estudo.



Já a vulnerabilidade abiótica está considerada em aspectos relativos a solos, clima, geologia, relevo e hidrologia. No caso da área de estudo, o risco potencial de erosão (Figura 40) nas condições atuais é considerado de baixo a muito baixo em sua maioria, já a vulnerabilidade do solo à contaminação (

Figura 41 é considerada baixa na maior parte da área, porém, média nas áreas próximas aos principais cursos d'água e média junto ao Reservatório de Bom Jardim. Vale ressaltar que o uso do solo hoje na área está relacionado em sua maioria à agropecuária, existindo também concessões de licenças de pesquisas de prospecção mineral junto a alguns cursos d'água, de acordo com dados obtidos junto à ANM.

Figura 40 Risco potencial de erosão na área de estudo.

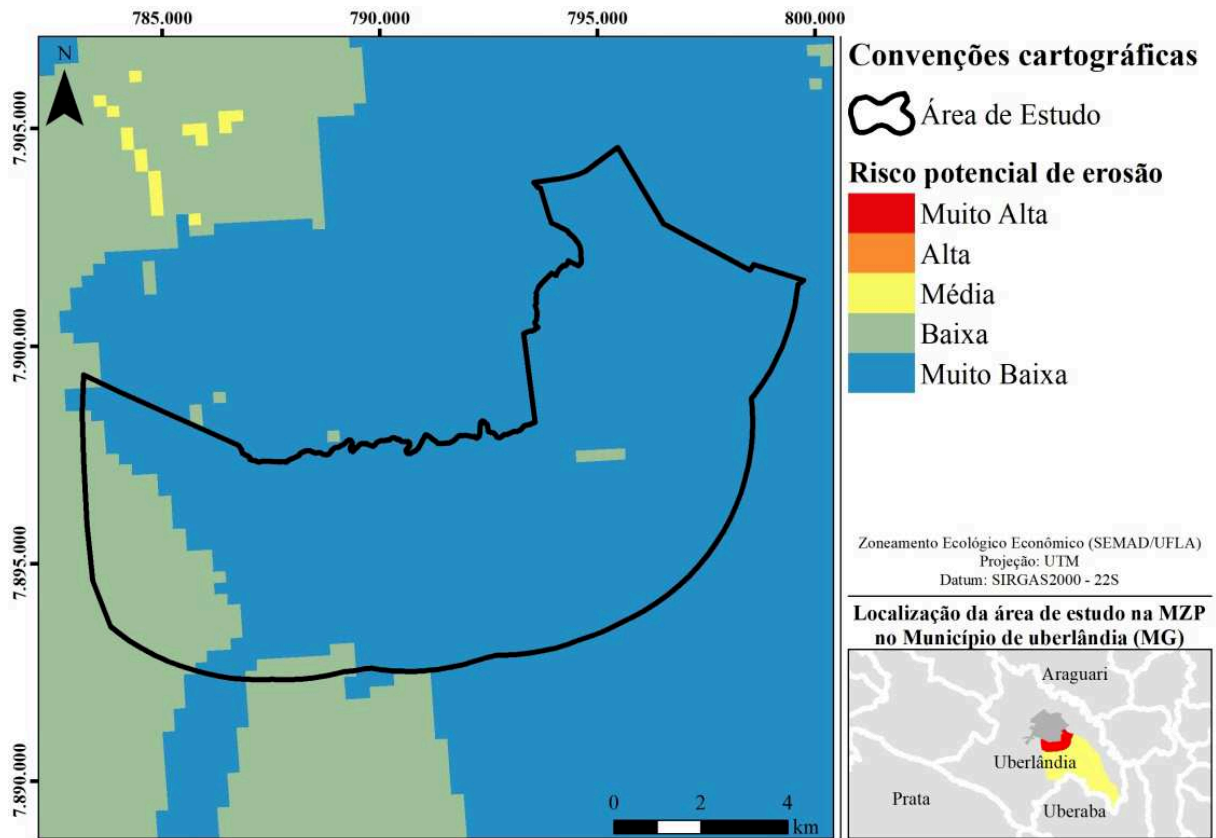
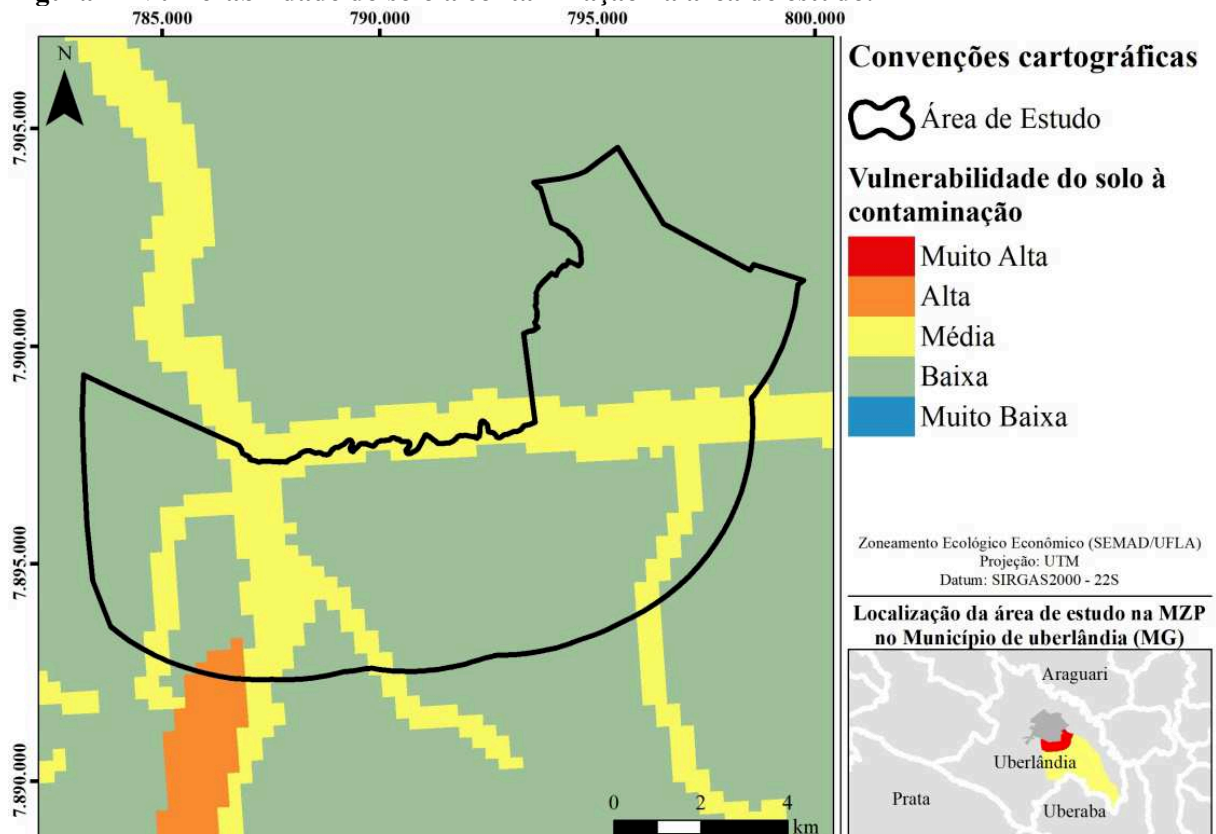
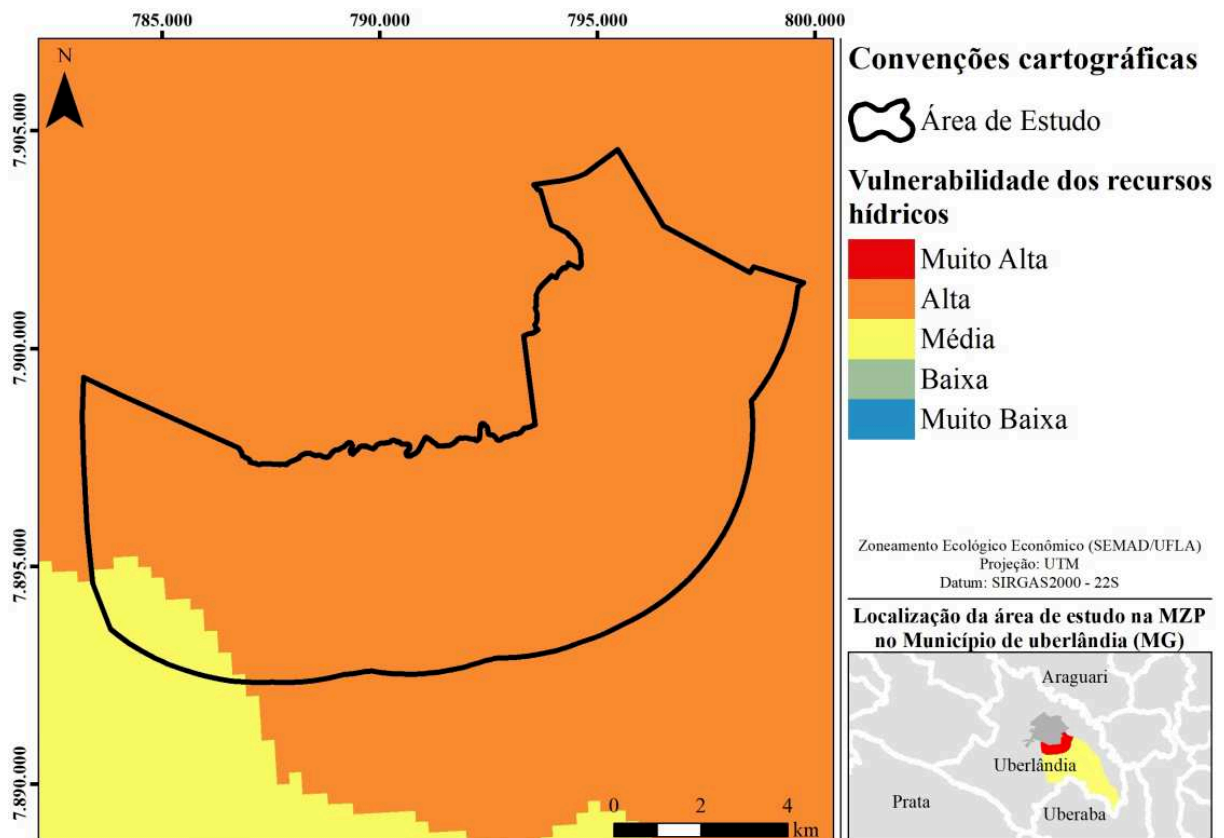


Figura 41 Vulnerabilidade do solo à contaminação na área de estudo.



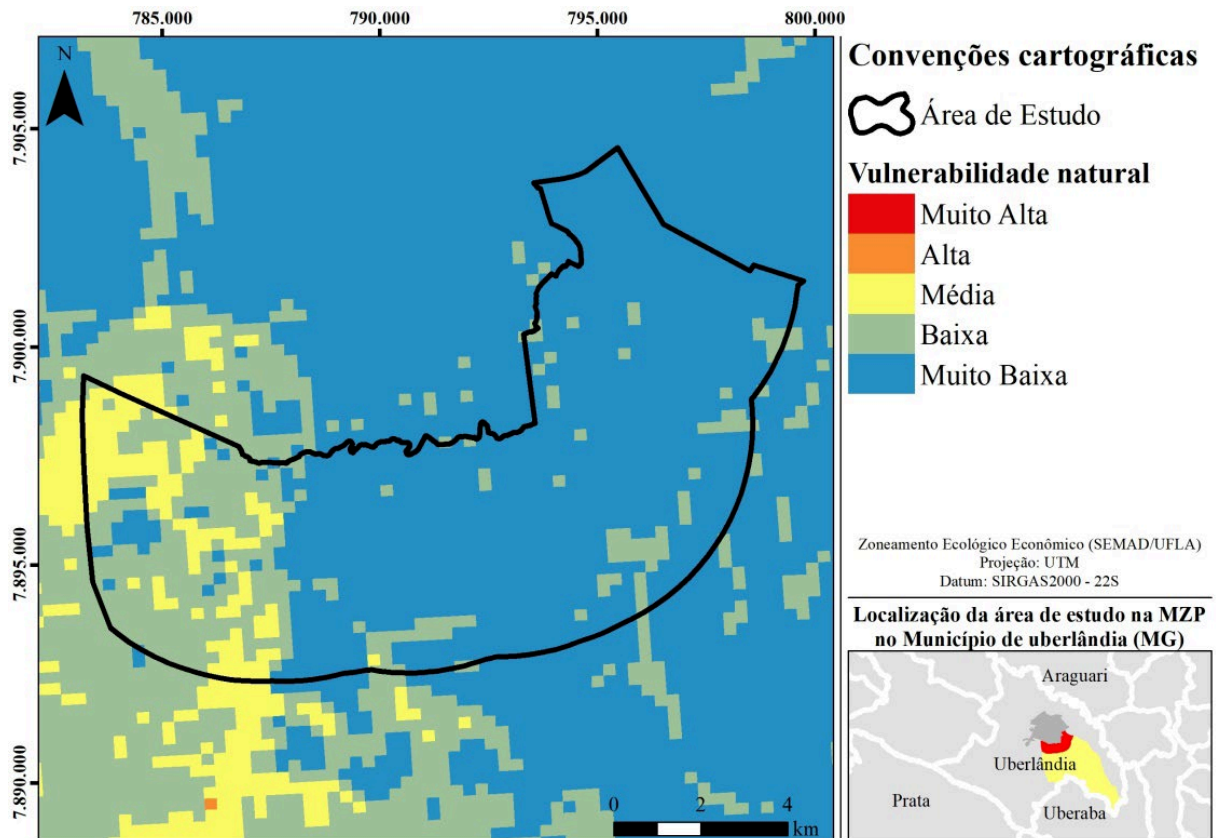
Já a vulnerabilidade dos recursos hídricos (Figura 42) na área é considerada de média a alta, a princípio ligada ao tipo de rocha, no caso os arenitos da Formação Marília e os basaltos da Formação Serra Geral. Considerando o atual uso do solo da área, também se deve considerar na análise a necessidade de adoção boas práticas produtivas, além do uso regularizado e racional dos recursos hídricos e a mitigação de impactos junto às áreas protegidas, sensíveis e de remanescentes de vegetação.

Figura 42 Vulnerabilidade dos recursos hídricos na área de estudo



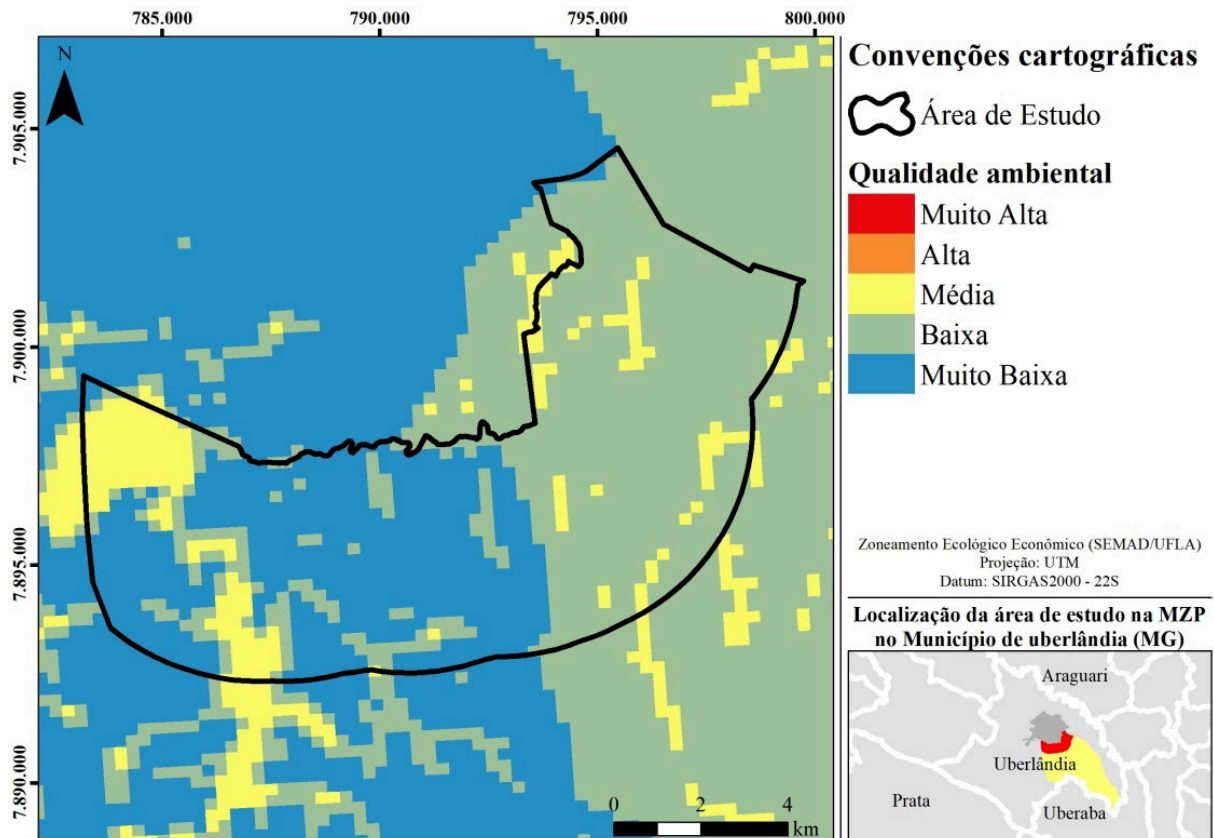
No caso da vulnerabilidade natural da área (Figura 43) ela apresenta-se em sua maioria como muito baixa, principalmente nas áreas de uso antropizado que não apresentam fragmentos importantes de preservação, e vulnerabilidade natural baixa a média nas áreas que apresentam áreas naturais ainda preservadas como já citada a Reserva do Caça e Pesca e o entorno do Reservatório de Bom Jardim. Vale ressaltar que o uso do solo atual da área é predominantemente rural, com áreas permeáveis, fator importante em áreas de mananciais e de recarga hídrica.

Figura 43 Vulnerabilidade natural da área.



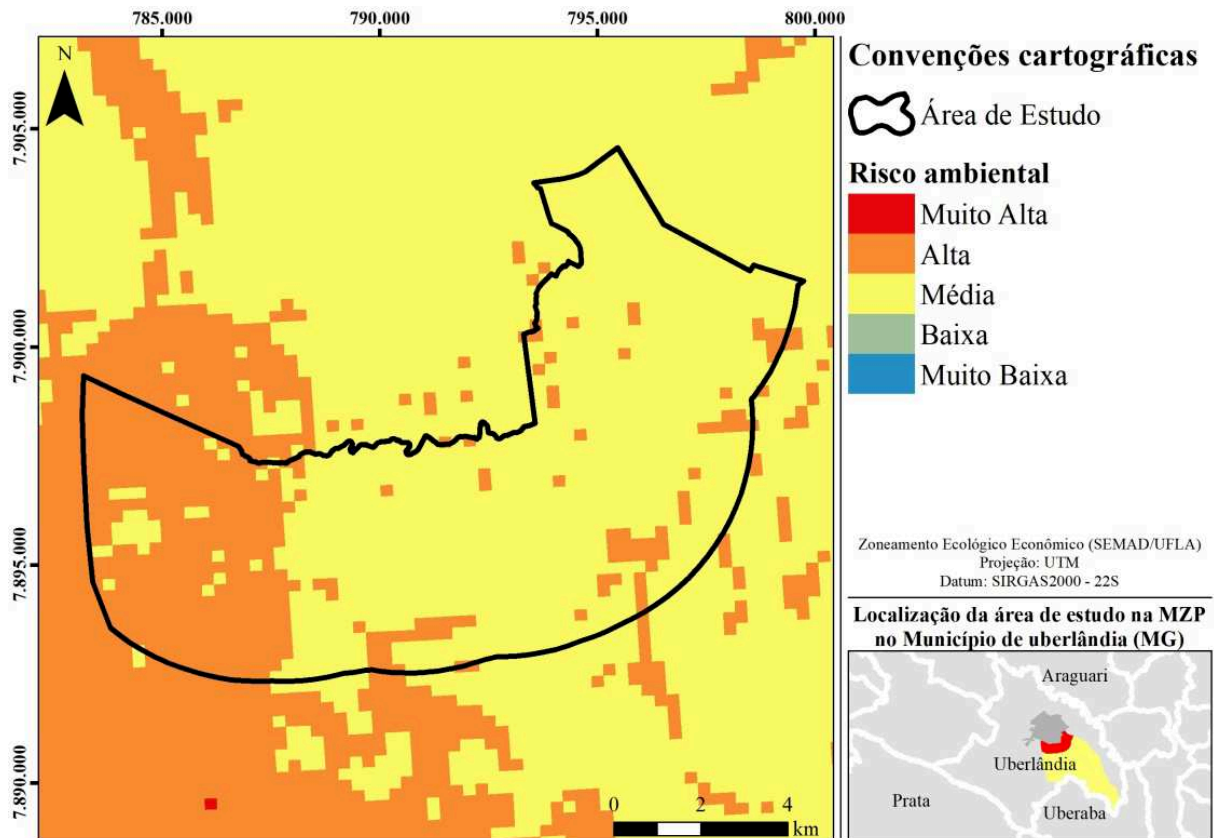
No caso da qualidade ambiental ela varia de muito baixa a média (Figura 44), estando relacionada a baixa qualidade às áreas mais antropizadas, e a média qualidade àquelas com maior presença de fragmentos florestais e, conseqüente, presença de fauna, assim como menor pressão por recursos hídricos.

Figura 44 Qualidade Ambiental na área de estudo.



Já o risco ambiental existe quando se fazem presentes ao mesmo tempo duas situações: vulnerabilidade natural significativa, que não é o caso atual da área de estudo e atividades humanas relativamente intensas. Considerando o grau de médio a alto risco ambiental na área (Figura 45) percebe-se o quanto a ação humana é um fato importante na análise e no aumento do risco ambiental, uma vez que a apropriação e uso de recursos naturais, mesmo que devidamente regularizados, geram impactos importantes, oferecendo riscos e prejuízos ambientais. O risco é observado mesmo em áreas de intensa ocupação antrópica, e aumenta nas áreas que ainda apresentam fragmentos de vegetação e refúgios de fauna.

Figura 45 Risco Ambiental da área de estudo



3.2.2 Vulnerabilidade natural à perda de solos CREPANI (2001)

De acordo com Crepani et al, (2001) a resistência de uma unidade de paisagem natural ao processo natural de erosão, sua vulnerabilidade ou estabilidade, é definida pela avaliação integrada do conjunto geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação e clima. A partir da análise desses fatores, é possível atribuir uma pontuação a cada um deles e, assim, definir uma classificação de vulnerabilidade natural à perda de solos para essa unidade.

Quanto ao Tema Geologia, a área de estudo (Figura 46) é composta em sua maioria por arenitos, cujo valor de estabilidade/vulnerabilidade de Crepani et al. (2001) é de 2,4, moderadamente vulnerável. Já os basaltos, são classificados como moderadamente estáveis. Por fim, os depósitos aluviais e as coberturas indiferenciadas, bem menos representativos na área, possuem o maior valor de vulnerabilidade: 3,0 (vulnerável).

Crepani et al. (2001) salientam que o Tema Solo participa da caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem fornecendo o indicador básico da posição ocupada pela unidade dentro da escala gradativa da Ecodinâmica, que é a maturidade dos solos. A maturidade dos solos indica, claramente, se prevalecem os processos erosivos da morfogênese que geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou se as condições de estabilidade permitem o

predomínio dos processos de pedogênese, gerando solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos, sendo atribuídos pesos para os grupos de classes de solo de acordo com sua maturidade. Os solos da maior parte da área são considerados estáveis por se tratar de Latossolos Vermelhos, cujo valor atribuído é 1. As áreas de maior vulnerabilidade são representadas pela associação dos Cambissolos Háplicos (2,5 - moderadamente vulnerável) e pela presença de Gleissolos, valor 3, vulnerável (Figura 46).

A partir do diagnóstico do Tema Clima, foi possível estabelecer as classes de intensidade pluviométrica por meio da relação entre a pluviosidade média anual e a duração do período chuvoso. Assim, a partir do cálculo da intensidade pluviométrica (mínima e máxima) em um período médio de 8 meses de chuva, foi atribuído o valor de 1,6, que é moderadamente estável (Figura 46).

Já o Tema Vegetação atribuiu valores de acordo com a cobertura vegetal, desde áreas de cerrado stricto sensu a áreas úmidas campestres. Mesmo ambientes com vegetação nativa a vulnerabilidade pode variar, uma vez que algumas fitofisionomias podem apresentar aspectos de sensibilidade quando analisadas na paisagem. As áreas com cobertura vegetal densa tendem a ser mais estáveis do que áreas desmatadas, e áreas antropizadas normalmente são classificadas como vulneráveis a perda de solos (Figura 46).

Para o Tema de Geomorfologia é feita uma ponderação entre as variáveis de dissecação do relevo, amplitude altimétrica e declividade.

O Tema Geomorfologia é composto por três componentes, sendo eles declividade, grau de dissecação e amplitude altimétrica, conforme Crepani et al. (2001), que estão relacionados à forma de relevo da unidade de paisagem natural, permitindo quantificar empiricamente a energia potencial disponível para o escoamento superficial (“*runoff*”), isto é, a transformação de energia potencial em energia cinética responsável pelo transporte de materiais que esculpe as formas de relevo. Em unidades de paisagem natural que apresentam valores altos de amplitude de relevo, declividade e grau de dissecação, prevalecem os processos morfogenéticos, enquanto que em situações de baixos valores para as características morfométricas prevalecem os processos pedogenéticos, sendo esse o caso da área de estudo (Figura 47).

Enquanto a geomorfologia, a maioria das classes de solos e a intensidade pluviométrica apresentaram tendência à estabilidade, parte da geologia e da cobertura vegetal tenderam à vulnerabilidade.

Figura 46 Vulnerabilidade dos Temas: Geologia, Solo, Vegetação e Clima.

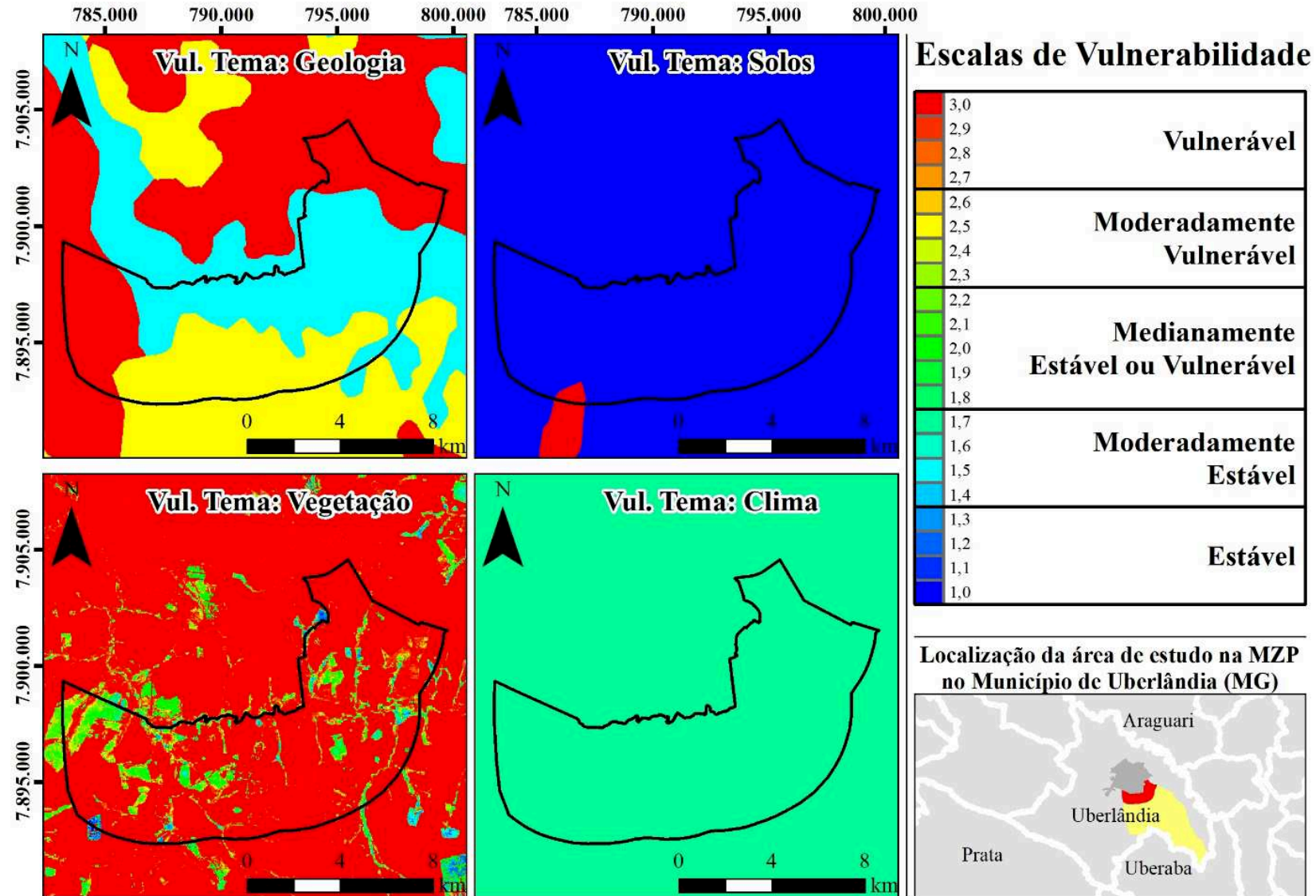
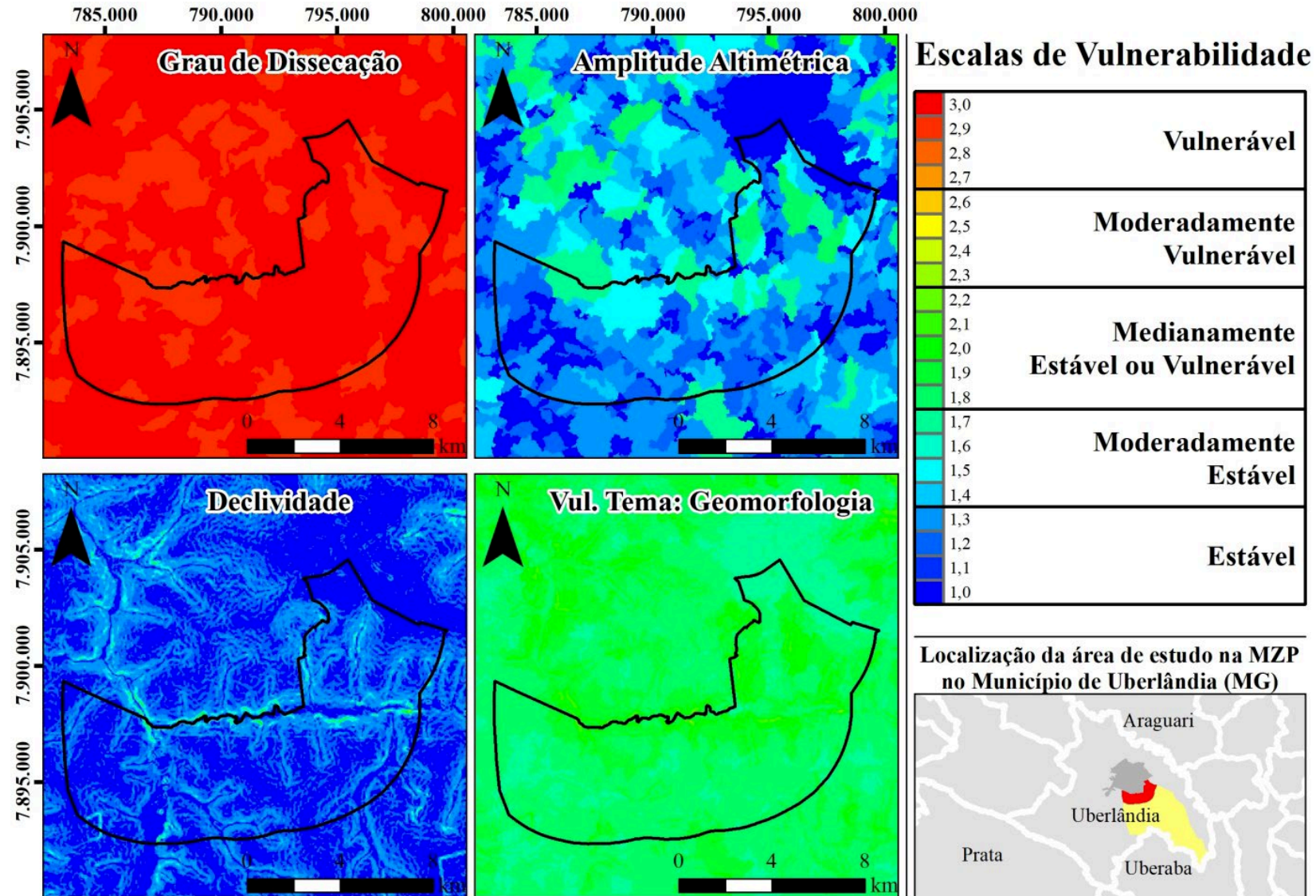


Figura 47 Vulnerabilidade do Tema Geomorfologia.

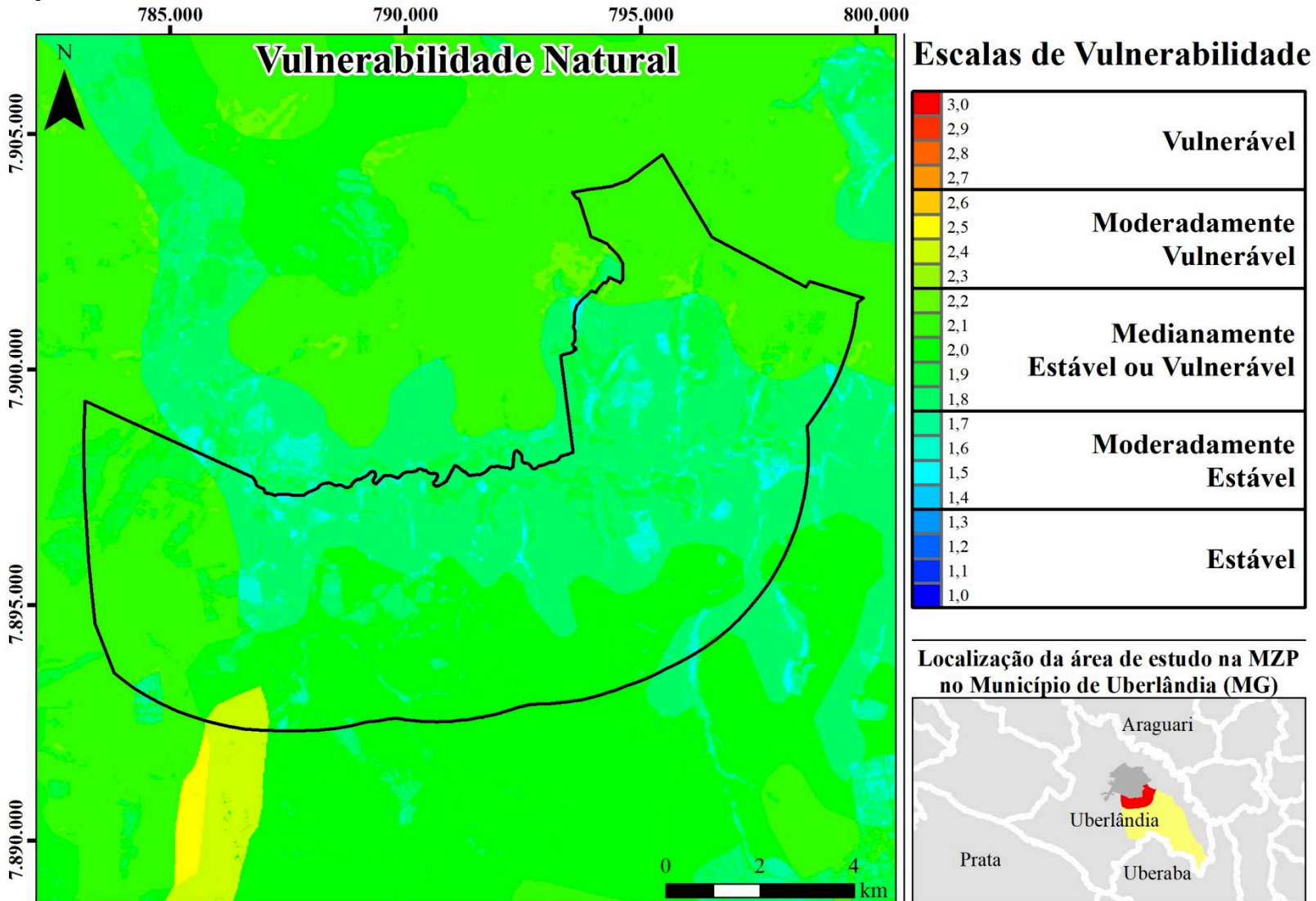


Com o estabelecimento das vulnerabilidades dos componentes e, posteriormente, o cálculo da média aritmética no software QGIS 3.22 foi possível estabelecer a vulnerabilidade natural à perda de solos da área (Figura 48). Observa-se que, de forma pontual, algumas variáveis foram decisivas para determinar a estabilidade/vulnerabilidade da área de estudo, como os diferentes tipos de rocha para definir as áreas moderadamente estáveis e medianamente estáveis/vulneráveis, e a classe de solo para obtenção da área moderadamente vulnerável

Os graus de maior ocorrência na área de estudo (moderadamente estável) possuem certa tendência a seguir limites estabelecidos pelos tipos de rochas e também pela cobertura vegetal nativa. As áreas medianamente estável/vulnerável estão relacionadas à ocorrência de arenitos e cobertura detrito-lateríticas. A área moderadamente vulnerável está localizada na ocorrência de gleissolo, o que confere à presença de latossolo em praticamente toda a área de estudo um fator importante na escala de vulnerabilidade moderadamente estável e medianamente estável/vulnerável.

Nesse sentido, a vulnerabilidade natural da área à perda de solos é relativamente estável quando analisada sob a ótica da interrelação dos seus componentes naturais. Os resultados confirmam o potencial de infiltração que os latossolos exercem e que, quando associado a um relevo predominantemente plano, e a alguns remanescentes de vegetação nativa, acabam por determinar uma área potencial e importante enquanto recarga de água. Os arenitos quando associados à vegetação nativa também contribuem para a estabilidade da área. O equilíbrio dinâmico desses componentes deve ser preservado para que a área cumpra sua função enquanto preservação de mananciais.

Figura 48 Mapa da Vulnerabilidade Natural a Processos Erosivos.



3.2.2.1 Conflito entre uso e cobertura da terra e a vulnerabilidade natural à perda de solos

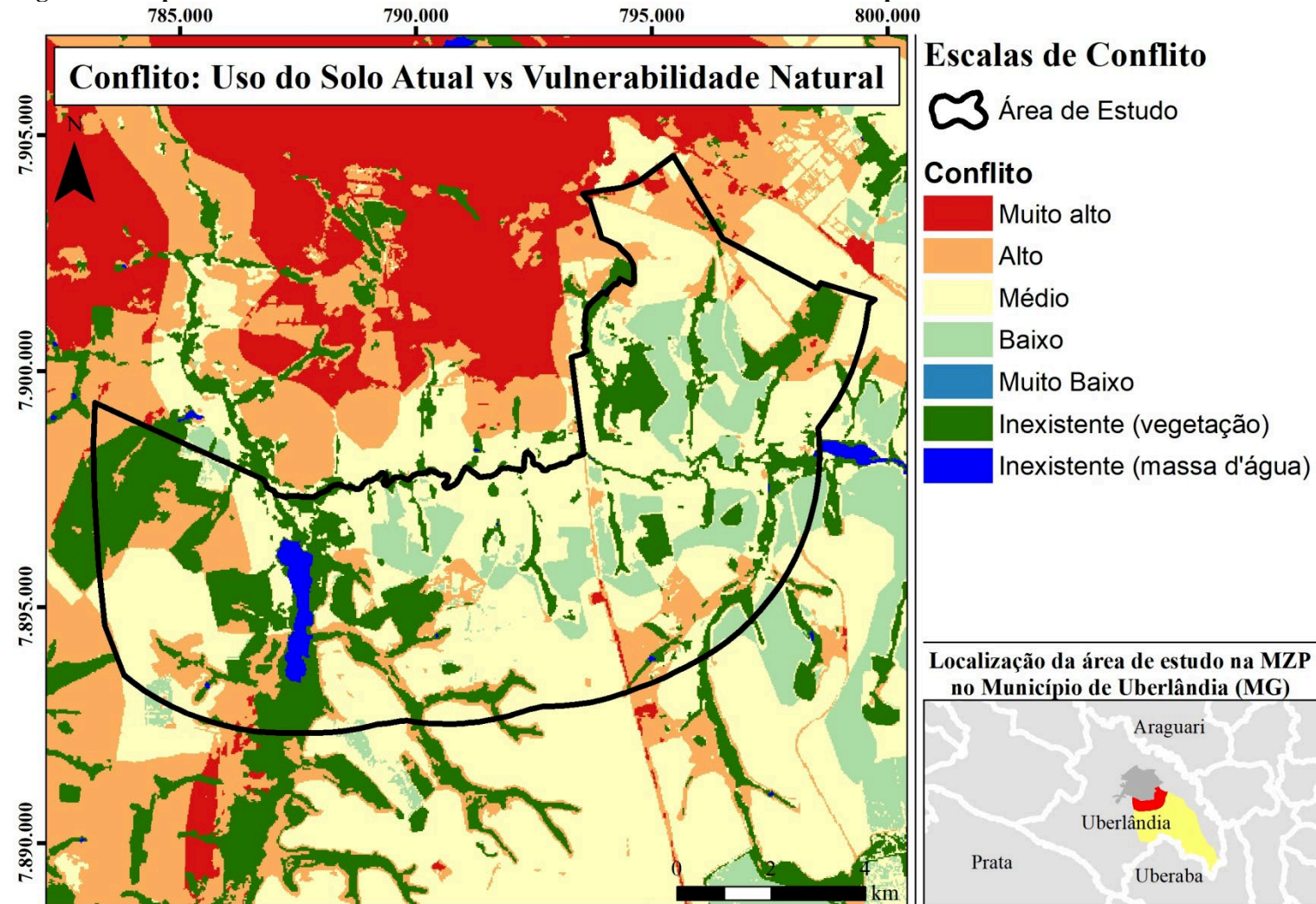
A exploração antrópica do território, ou seja, o uso das terras somado à vulnerabilidade natural revela o grau de conflito que se encontra o ambiente, induzido pelas dinâmicas espaciais mais expressivas e que provocam instabilidade, o que pode ser determinante para o desenvolvimento dos fenômenos das erosões e assoreamento dos cursos de água .

Ao se analisar o mapa de vulnerabilidade natural à perda de solos e o produto da interseção com o uso do solo atual (Figura 49) é possível observar que o conflito diminui nas áreas do entorno de fragmentos de vegetação nativa onde há ocorrência de basalto. Já nas áreas de ocorrência de arenitos, o maior conflito se estabelece justamente nas áreas próximas à vegetação nativa, considerado alto. Já nas áreas de ocorrência de arenito e distantes de fragmentos florestais o conflito estabelecido é médio. Na área urbanizada do centro empresarial leste o conflito é muito alto.

Considerando o resultado dos conflitos, convém destacar que o uso da terra interfere de algum modo na qualidade e/ou na quantidade das águas superficiais e, ao mesmo tempo, o quanto a qualidade e/ou a quantidade desse recurso pode comprometer o desenvolvimento de atividades econômicas, qualidade de vida da população e a segurança hídrica, uma vez que alguns fluxos de matéria quase incapazes de serem absorvidos pelo geossistema podem desestabilizar o ambiente, levando-o a um desequilíbrio, o que reflete em novas readaptações ambientais do geossistema.

Considerar a susceptibilidade de uma área não apenas pelo mapeamento de vulnerabilidade natural à perda de solos, mas também pelas influências das ações antrópicas na mudança da paisagem e na potencialização dos riscos ambientais é um instrumento importante para definição do planejamento urbano nas áreas de expansão urbana, principalmente nos casos de áreas de proteção de mananciais.

Figura 49 Mapa de conflito entre uso do solo atual e a vulnerabilidade natural à perda de solos.



3.2.3 Perspectiva do escoamento superficial da área utilizando dados do Método CN

Sendo o número da curva do escoamento superficial (CN) um índice que representa a combinação empírica de três fatores: grupo do solo, cobertura do solo, e condições de umidade antecedente do solo, esse estudo considerou informações obtidas na caracterização da área desse capítulo, sendo as classes de solo (Figura 16), uso do solo (Figura 29), tabelas específicas de valores de CN para bacias rurais (Quadro 9) e urbanas (Quadro 10), condições normais de umidade - condição II.

Na área de trabalho foram identificadas 05 classes de solo (Quadro 14).

Quadro 14 Grupo hidrológico dos solos na área de estudo.

Grupo Hidrológico do Solo	Classes gerais de solo
A	LVd1 - Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura média; fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado. LVd2 – Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado. LVdf1 - Latossolos Vermelhos Distrofêrricos + Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos (enquadramento pela prevalência do LV) LVdf2 - Latossolo Vermelho distrofêrrico típico
B	Sem ocorrência
C	Sem ocorrência
D	GMd3 - Gleissolo Melânico distrófico típico

Fonte: Adaptado de SARTORI, 2004.

Quadro 15 Valores CN para a área de estudo.

Uso do solo - Método	Superfície do solo - Método	Uso do Solo na Área de Estudo	Porcentagem em área %	Grupo do Solo na Área / CN			
				A	% área	D	
Plantações regulares	Em curvas de nível	Café	0,31	67	0,31	-	-
	Terraceado em nível	-		64			
	Em fileiras retas	Silvicultura	1,04	64	1,04	-	-
Plantações de cereais	Em curvas de nível	Soja	30,27	62	30,27	-	-
	Terraceado em nível	-		60			
	Em fileiras retas	-		62			
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	-		60			
	Terraceado em nível	-		57			
	Pobres	-		68			
	Normais	Outras Lavouras Temporárias	6,89	49	6,89	-	-
	Boas	-		39			
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	-		47			
	Normais, em curvas de nível	Mosaico de Agricultura e Pastagem		25	16,87	75	0,48
		Pastagem			16,18		1,97
Boas, em curva de nível	-		6				
Campos permanentes	Normais	Formação Campestre	4,59	30		78	
	Esparsas, de baixa transpiração	Campo Alagado	4,27	45		83	
	Normais	-		36			
	Densas, de alta transpiração	-		25			
Chácaras Estradas de terra	Normais	-		56			
	Más	-		72			
	De superfície dura	Áreas Não-Vegetadas, Área Urbanizada	0,83%	74	0,83	-	-
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	-		56			
	Esparsas	-		46			

	Densas, alta transpiração	-		26			
	Normais	Formação Florestal, Formação Savânica	15,05	36			

Fonte: Adaptado de Tucci et al, (1993).

Considerando a equação de média ponderada, o CN da área é de 42, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo rural.

Uso do Solo	Área km ²	CN	Área x CN
Formação Florestal	3,14	36	113,065
Formação Savânica	11,97	36	430,7803
Silvicultura	1,05	64	67,00146
Campo Alagado e Área Pantanosa A	4,28	45	192,6
Formação Campestre A	4,18	30	125,4
Pastagem A	17,87	25	446,75
Mosaico de Agricultura e Pastagem A	17,33	25	433,25
Campo Alagado e Área Pantanosa D	0,01	83	0,664
Formação Campestre D	0,41	78	31,98
Pastagem D	0,35	75	26,25
Mosaico de Agricultura e Pastagem D	0,08	75	6
Área Urbanizada	0,13	74	9,644663
Outras Áreas não Vegetadas	0,70	74	52,10623
Rio Lago e Oceano	1,25	SD	SD
Soja	30,39	62	1883,949
Outras Lavouras Temporárias	6,92	49	338,9732
Café beta	0,31	67	20,75346
Total	100,37		4179,167
MEDIA PONDERADA CN Σ Área Uso do Solo x CN / Área Total		42	

Utilizando a equação de capacidade de armazenamento (S) a capacidade da área considerando o uso do solo de 2020 é de 350 mm. Vale ressaltar que a área é composta predominantemente pelo grupo de solos da classe hidrológica A, que possuem maior capacidade de infiltração perante as outras classes, e o uso e ocupação apresenta pequena área impermeabilizada, que é o uso do solo com maior potencial de escoamento.

No caso da hipótese de conversão do uso do solo para urbanizado, algumas premissas foram adotadas como a transformação das áreas úteis atualmente ocupadas pela agropecuária em áreas urbanizadas, a manutenção das áreas de preservação permanente já existentes, e a incorporação das exigências contidas na Lei Complementar Municipal nº 523, de 07 de abril de 2011 e suas atualizações, que dispõem sobre o parcelamento do solo no município de Uberlândia e trazem as seguintes exigências nos processos de parcelamento:

Art. 14. O parcelamento do solo voltado para uso habitacional deverá destinar ao Município os seguintes percentuais, calculados sobre a área total loteável:

- I - 20% (vinte por cento) de área para o sistema viário;
- II - 8% (oito por cento) de área para uso institucional; (Redação dada pela Lei Complementar nº 632/2017)
- III - 9% (nove por cento) de área verde pública; (Redação dada pela Lei Complementar nº 632/2017).

O Quadro 16 traz as os usos do solo encontrados na área através da base de dados do MapBiomias em 2020, e a alteração dessas áreas no caso de uma possível conversão do uso do solo atualmente rural para urbano. As áreas de preservação permanente foram mantidas.

Sabe-se que na conversão do uso do solo rural para urbano, as formações florestais naturais correspondentes às áreas chamadas de preservação permanente (destaque para as matas ciliares), não podem ter seus usos convertidos, devendo ser consideradas como áreas verdes urbanas. No melhor cenário de conversão do uso do solo rural para urbano, mantendo foram mantidas além das APPs, as formações florestais naturais identificadas como campo alagado e área pantanosa. Sem acordos de conversão desse uso através de pagamento de compensações, e os cursos d'água sem canalizações (1,25% da área), mais a destinação fixada de 9% de área verde pública² obrigatória, tem-se um total de 15,46% de área protegida permeável, e 83,29% de área a ser urbanizada.

Para essa área a ser urbanizada, utilizou-se como critério a Zona Residencial 2 (ZR2) que é a zona residencial predominante no município de Uberlândia. Trata-se de uma das categorias de zoneamento definidas pelos instrumentos e legislação urbanísticos municipais. A ZR2 é uma zona predominantemente residencial, com possibilidade de uso comercial e de serviços de baixo impacto. Essa zona é destinada à implantação de moradias, comércio de bairro, pequenas lojas e serviços de apoio à residência. É uma das zonas de média densidade populacional em Uberlândia, sendo caracterizada por lotes menores e edificações multifamiliares de até quatro pavimentos e 60% de taxa de ocupação. Assim ficou estabelecido lotes de até 500m².

Quadro 16 Conversão do uso do solo de 2020 para predominantemente urbanizado.

Uso do solo atual	Possível Uso do solo urbanizado, baseado nos usos das tabelas CN (Tucci et al, 1993)
-Silvicultura -Pastagem A -Mosaico de Agricultura e Pastagem A -Pastagem D	-Zonas comerciais e de escritórios -Zonas residenciais: Lotes <500 (m ²), com 65% de média impermeável. -Arruamentos e estradas: asfaltadas e com

² Área Verde Pública é a área de domínio público municipal que desempenhe as funções ecológica, paisagística e recreativa com predominância de áreas permeáveis e plantadas. As áreas verdes públicas poderão ser impermeabilizadas no máximo 35% (trinta e cinco por cento), para a implantação de equipamentos de lazer (culturais, cívicos, esportivos e contemplativos), apoio e caminhos. (Redação dada pela Lei Complementar nº 632/2017)

-Mosaico de Agricultura e Pastagem D -Área Urbanizada -Outras Áreas não Vegetadas -Soja -Outras Lavouras Temporárias -Café beta	drenagem de águas -Baldios em boas condições -Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições: Com relva de 50% a 75% da área
Formação Florestal Formação Savânica	- Floresta: cobertura boa
Formação Campestre A Formação Campestre D Campo Alagado e Área Pantanosa A Campo Alagado e Área Pantanosa D	-Bosques ou zonas com cobertura ruim

Fonte: MapBiomias (2020), Adaptado de Tucci et al, (1993).

Para a tabela de valores do CN, além das áreas de vegetação natural (7,24%), área verde pública (9% do total loteável), área institucional (8% o total loteável) adotou-se 20% da área para arruamentos, conforme prevê legislação municipal, e o restante foi dividido entre residencial (78%) e comercial/escritórios (19%), usos permitidos na ZR2 em uma proporção de razoabilidade, e terrenos baldios (3%). A distribuição desses usos também foi realizada para os grupos hidrológicos de solo (Quadro 17).

Quadro 17 Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas – projeção de urbanização ZR2 para a área de estudo.

Utilização ou cobertura do solo: Método e projeção de urbanização		Porcentagem em área %	Grupo do Solo na Área / CN			
			A	B	C	D
Zonas residenciais	Lotes <500m ² - 65% média impermeável	44,97	77	-	-	92
Misto	Zonas comerciais e de escritórios	18,28%	89	-	-	95
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas	18,30%	98	-	-	98
Floresta	Cobertura boa	5,08%	25	-	-	77
	Bosques ou zonas com cobertura ruim	2,16%	45	-	-	83
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições	Com relva de 50% a 75% da área	8,24%	49	-	-	84
Outros	Baldios em boas condições	1,73	39	-	-	80

Fonte: Adaptado de Tucci et al, (1993).

Considerando a equação de média ponderada, o CN da área é de 59, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes <500m².

Uso do solo distribuído pelos grupos de solo A e D	Área km ²	% Área Km ² Total	CN	Área x CN
Arruamentos e estradas A	18,22	18,15%	98	1785,403
Arruamentos e estradas D	0,16	0,16%	98	15,2684
Baldios em boas condições A	1,72	1,72%	39	67,14391
Baldios em boas condições D	0,01	0,01%	80	1,177848
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área A	8,20	8,17%	49	401,7157
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área D	0,07	0,07%	84	5,88924
Floresta: Cobertura boa APP A	5,07	5,06%	25	126,8725
Floresta: Cobertura boa APP D	0,02	0,02%	77	1,617
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim A	2,14	2,13%	45	96,4395
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim D	0,02	0,02%	83	1,743
Lotes Residenciais <500m ² , 65% impermeabilização A	44,76	44,59%	77	3446,721
Lotes Residenciais <500m ² , 65% impermeabilização D	0,38	0,38%	92	35,21766
Rio Lago e Oceano	1,25	1,25%	SD	SD
Zonas comerciais e de escritórios A	18,19	18,12%	89	1619,005
Zonas comerciais e de escritórios D	0,16	0,15%	95	14,7788
TOTAL	100,37	100,00%		5949,991
MEDIA PONDERADA CN Σ Área Uso do Solo x CN / Área Total	59			

Notas: Vegetação Natural Cobertura Boa = Área de Preservação Permanente (APP)

Vegetação Natural Cobertura Ruim = Campo Alagado e Área Pantanosa

Área Total Urbanizada = Área Loteável, sem APP

Espaços Abertos com Relva de 50% a 75% = Área Verde Pública

Comerciais/Escritório= Comerciais/escritório + Área Institucional

Utilizando a equação de capacidade de armazenamento (S) a capacidade da área urbanizada nos parâmetros estabelecidos é de 161mm. Pode-se observar que a quantidade de vegetação nativa diminui consideravelmente, mesmo mantendo as áreas úmidas no cômputo total da projeção. Na prática essa capacidade de armazenamento tende a diminuir uma vez que urbanizada a área, uma prática comum é a impermeabilização total dos lotes, o que acarreta em maior escoamento, diminuição da infiltração e problemas relacionados a enchentes.

A fim de minimizar a diminuição da capacidade de armazenamento da área de estudo frente à conversão do uso do solo de rural para urbano, foi simulado um cenário que utilizasse os dados da tabela para bacias urbanas adaptada de Tucci et al (1993) e possibilitasse uma maior capacidade de armazenamento, uma vez que com os parâmetros da Zona Residencial 2, a mais comum adotada em Uberlândia, houve uma diminuição de 168mm, praticamente a metade da capacidade da área enquanto uso rural. Nesse sentido foram alterados os

parâmetros de tamanho e impermeabilização dos lotes, mantendo o uso comercial que posteriormente deve ser ajustado de acordo com os objetivos de preservação de uma área de proteção de mananciais. Para isso foi adotado o maior parâmetro de tamanho de lotes e taxa de impermeabilização, que são 4000m² e 20%.

Considerando a equação de média ponderada, o CN da área é de 48, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes 4.000m².

Uso do solo distribuído pelos grupos de solo A e D	Área km ²	% Área Km ² Total	CN	Área x CN
Arruamentos e estradas A	18,22	18,15%	98	1785,403
Arruamentos e estradas D	0,16	0,16%	98	15,2684
Baldios em boas condições A	1,72	1,72%	39	67,14391
Baldios em boas condições D	0,01	0,01%	80	1,177848
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área A	8,20	8,17%	49	401,7157
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área D	0,07	0,07%	84	5,88924
Floresta: Cobertura boa APP A	5,07	5,06%	25	126,8725
Floresta: Cobertura boa APP D	0,02	0,02%	77	1,617
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim A	2,14	2,14%	45	96,4395
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim D	0,01	0,01%	83	0,6806
Lotes Residenciais 4.000m ² , 20% impermeabilização A	44,76	44,60%	51	2282,893
Lotes Residenciais 4.000m ² , 20% impermeabilização D	0,38	0,38%	84	32,15525
Rio Lago e Oceano	1,25	1,25%	SD	SD
Zonas comerciais e de escritórios A	18,19	18,12%	89	1619,005
Zonas comerciais e de escritórios D	0,16	0,15%	95	14,7788
TOTAL	100,37	100,00%		4785,101
MEDIA PONDERADA CN Σ Área Uso do Solo x CN / Área Total	48			

Notas: Vegetação Natural Cobertura Boa = Área de Preservação Permanente (APP)

Vegetação Natural Cobertura Ruim = Campo Alagado e Área Pantanosa

Área Total Urbanizada = Área Loteável, sem APP

Espaços Abertos com Relva de 50% a 75% = Área Verde Pública

Comerciais/Escritório= Comerciais/escritório + Área Institucional

Com o CN de 48, a capacidade de armazenamento de água nesse cenário de lotes mínimos de 4.000m² e taxa de 20% de impermeabilização, é de 256mm, ainda assim bem abaixo dos 329mm atuais.

Na tentativa de estabelecer valores de referência, utilizando a metodologia de Rawls et al., (1996) apud Sartori (2004) que traz parâmetro CN para lote acima de 8.000m² com taxa de impermeabilização de 12%, foi simulada a ocupação do solo nos mesmos usos da ZR2, e a capacidade de armazenamento dessa simulação ficou em 290mm, ainda abaixo da capacidade atual da área. O resultado pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes 8.000m².

Uso do solo distribuído pelos grupos de solo A e D	Área km ²	% Área Km ² Total	CN	Área x CN
Arruamentos e estradas A	18,22	18,15%	98	1785,403
Arruamentos e estradas D	0,16	0,16%	98	15,2684
Baldios em boas condições A	1,72	1,72%	39	67,14391
Baldios em boas condições D	0,01	0,01%	80	1,177848
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área A	8,20	8,17%	49	401,7157
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área D	0,07	0,07%	84	5,88924
Floresta: Cobertura boa APP A	5,07	5,06%	25	126,8725
Floresta: Cobertura boa APP D	0,02	0,02%	77	1,617
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim A	2,14	2,14%	45	96,4395
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim D	0,01	0,01%	83	0,6806
Lotes Residenciais 8.000m ² , 12% impermeabilização A	44,76	44,60%	46	2059,08
Lotes Residenciais 8.000m ² , 12% impermeabilização D	0,38	0,38%	82	31,38965
Rio Lago e Oceano	1,25	1,25%	SD	SD
Zonas comerciais e de escritórios A	18,19	18,12%	89	1619,005
Zonas comerciais e de escritórios D	0,16	0,15%	95	14,7788
TOTAL	100,37	100,00%		4561,288
MEDIA PONDERADA CN Σ Área Uso do Solo x CN / Área Total	45			

Notas: Vegetação Natural Cobertura Boa = Área de Preservação Permanente (APP)

Vegetação Natural Cobertura Ruim = Campo Alagado e Área Pantanosa

Área Total Urbanizada = Área Loteável, sem APP

Espaços Abertos com Relva de 50% a 75% = Área Verde Pública

Comerciais/Escritório= Comerciais/escritório + Área Institucional

Já os chamados Condomínios Ecológicos implantados no município através de Zonas de Urbanização Específica, em uma proposta teoricamente de preservação, com lotes de 300m² e uma área verde pública expandida de 9% para 20%, foi simulado um cenário somente de lotes residenciais e 5% de área institucional (categorizadas na simulação como áreas comerciais e de escritório), baseado nos dados de Tucci et al (1993). O CN apresentado é maior que todos os outros simulados, até mesmo o da ZR2, e, conseqüentemente, apresentando um maior escoamento e uma menor capacidade de armazenamento de 106mm (Tabela 5).

Tabela 5 Média ponderada CN área de estudo: uso do solo urbano, lotes 300m².

Uso do solo distribuído pelos grupos de solo A e D	Área km ²	% Área Km ² Total	CN	Área x CN
Arruamentos e estradas A	18,22	18,15%	98	1785,403
Arruamentos e estradas D	0,16	0,16%	98	15,2684
Baldios em boas condições A	0,00	0,00%	39	0
Baldios em boas condições D	0,00	0,00%	80	0
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área A	18,22	18,15%	49	892,7016
Espaços abertos: Com relva de 50% a 75% da área D	0,16	0,16%	84	13,0872

Floresta: Cobertura boa APP A	5,07	5,06%	25	126,8725
Floresta: Cobertura boa APP D	0,02	0,02%	77	1,617
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim A	2,14	2,13%	45	96,4395
Floresta: Bosques ou zonas com cobertura ruim D	0,02	0,02%	83	1,743
Lotes Residenciais <500m ² , 65% impermeabilização A	50,10	49,91%	77	3857,746
Lotes Residenciais <500m ² , 65% impermeabilização D	0,43	0,43%	92	39,4174
Rio Lago e Oceano	1,25	1,25%	SD	SD
Zonas comerciais e de escritórios A	4,55	4,54%	89	405,3594
Zonas comerciais e de escritórios D	0,04	0,04%	95	3,70025
TOTAL	100,37	100,00%		6790,879
MEDIA PONDERADA CN Σ Área Uso do Solo x CN / Área Total	68			

Notas: Vegetação Natural Cobertura Boa = Área de Preservação Permanente (APP)
Vegetação Natural Cobertura Ruim = Campo Alagado e Área Pantanosa
Área Total Urbanizada = Área Loteável, sem APP
Espaços Abertos com Relva de 50% a 75% = Área Verde Pública
Comerciais/Escritório= Área Institucional

Conclui-se que o tamanho do lote e variação da taxa de impermeabilização influencia diretamente na capacidade de armazenamento da área. Lotes maiores e menores taxas de ocupação apresentaram números maiores de capacidade de armazenamento de água em mm, sendo o lote de 8.000m² com 12% de taxa de ocupação a simulação mais aproximada do que hoje a área contribui para o abastecimento do lençol freático. No caso de lotes menores e taxas de ocupação maiores, mesmo com o aumento da área verde pública obrigatória, não foi possível sequer uma aproximação dos dados atuais de armazenamento.

3.3 Análise de Cenários

3.3.1 Cenário 1: Preservação da Área. Diretrizes subsidiadas pelo diagnóstico de vulnerabilidade natural, conflitos e aspectos do zoneamento ambiental ecológico (ZEE-MG)

3.3.1.1 Riscos, vulnerabilidade natural e conflitos de uso

De acordo com o ZEE-MG a área de estudo apresenta aspectos importantes referentes aos aspectos bióticos e abióticos vinculados aos seus riscos naturais. Além do fator natural, tem-se na análise a vinculação da antropização consolidada, que modificou consideravelmente o uso do solo e os habitats. Trata-se de uma área com uso predominantemente rural, que

apresenta baixa integridade de flora e, conseqüentemente, muito baixa integridade de fauna. Não apresenta boa qualidade ambiental e possui alta vulnerabilidade para os recursos hídricos.

No diagnóstico da vulnerabilidade natural à perda de solos, na análise estabelecida através das variáveis definidas pela metodologia de vulnerabilidade de Crepani et al, (2001), é possível constatar que a área em seus aspectos naturais apresenta escalas de vulnerabilidades entre moderadamente estável e medianamente estável/vulnerável, conferindo à área um bom perfil enquanto área de recarga e proteção de mananciais. Ocorre que o peso da ação antrópica que modifica o uso do solo a uma velocidade bastante diferente das alterações naturais altera fluxos de energia e imputa à área conflitos de uso, gerando instabilidades e riscos ambientais.

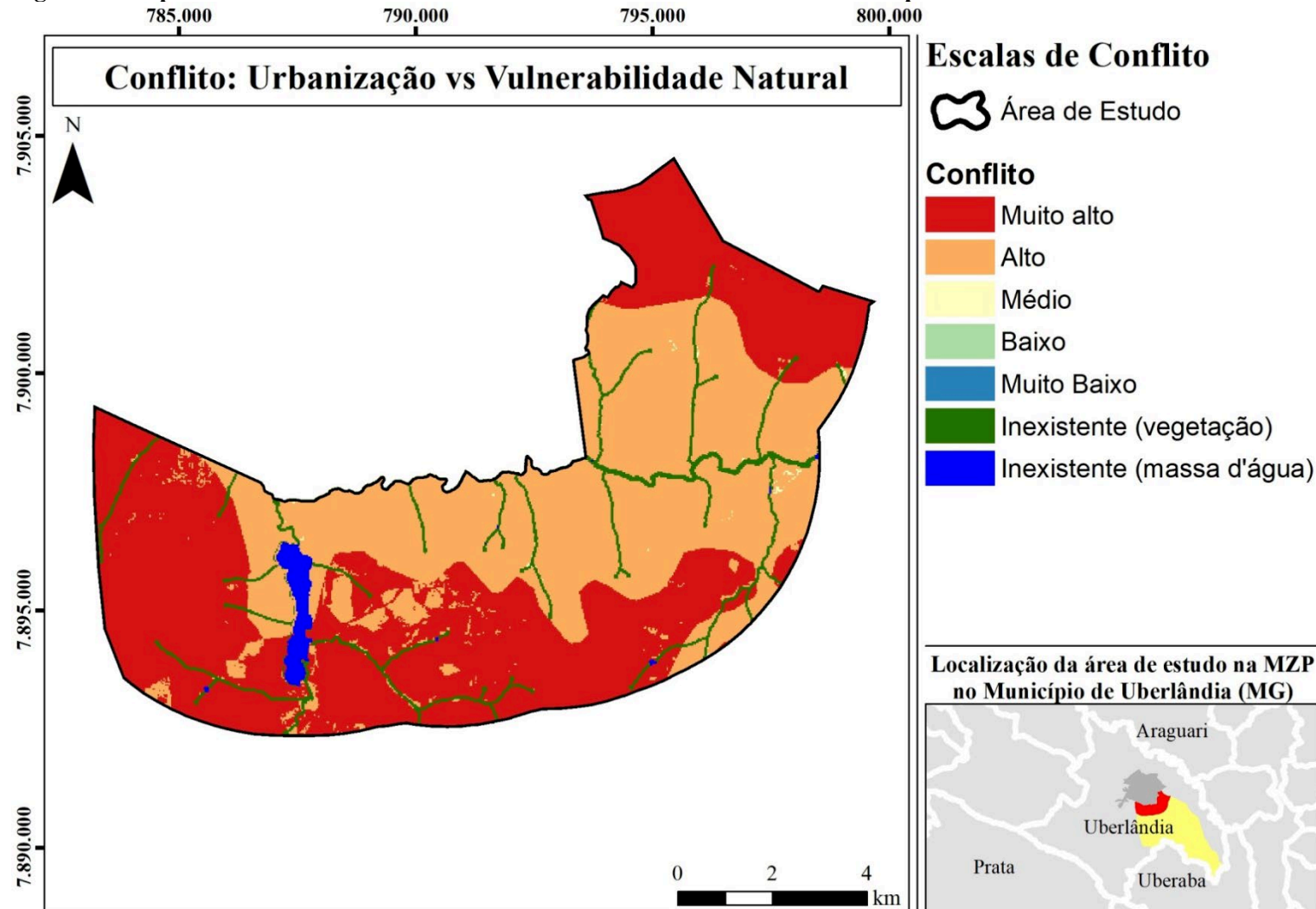
Tem-se uma área que mesmo apresentando solos com bom perfil de infiltração, a alteração do seu uso estabeleceu conflitos altos nas áreas de ocorrência de arenito próximas aos remanescentes de vegetação nativa, e riscos baixos nas áreas de ocorrência de basalto próximas aos remanescentes de vegetação nativa. Hoje a área apresenta conflitos que podem ser analisados na perspectiva de riscos à estabilidade dessa vegetação nas áreas de arenito, e riscos ambientais nas demais áreas em que há conflito médio, antropizadas pela agropecuária, em um uso do solo rural (Figura 49).

Compreender as condições atuais com base em sua evolução espaço-temporal, analisar e localizar esse sistema e suas vulnerabilidades em uma zona de proteção de mananciais, o comparando com uma condição hipotética de uma possível urbanização, traz subsídios para hierarquização de prioridades para essa área.

Assim, na simulação de uma área totalmente urbanizada (Figura 50), foi possível observar o estabelecimento de conflitos médios nas áreas de basalto e alto nas áreas de arenito. Esses conflitos demonstram que a urbanização aceleraria as vulnerabilidades naturais da área, implicando em perdas ambientais.

Pode-se observar que a diminuição dos fragmentos de vegetação nativa, mantidas somente as APPs, e a conversão do uso do solo de rural para urbano condicionam à área alterações acima da capacidade de resiliência do ambiente, o que vem a afetar diretamente a quantidade e disponibilidade de água, superficial e subterrânea, assim como sua qualidade.

Figura 50 Mapa de conflito entre uso do solo urbano e a vulnerabilidade natural à perda de solos.



Em bacias urbanas, a retirada quase completa da cobertura vegetal para dar lugar a atividades antrópicas, como canalizações, impermeabilização, pavimentação, aterros e edificações, resulta em uma redução significativa da infiltração de água no solo, o que leva a uma diminuição da retenção de água nas bacias e aumenta a tendência de esgotamento das nascentes e ressecamento dos córregos (BOTELHO, 2011).

O aumento de áreas com superfície impermeável é uma consequência da urbanização, com efeitos correspondentes e significantes no ciclo hidrológico. Uma das consequências mais intuitivas é que com o aumento das superfícies impermeáveis há uma ampliação no pico de vazão e uma redução no tempo de retardo, alterando assim a dinâmica dos processos hidrológicos, e afetando a paisagem e o funcionamento dos geossistemas (SHUSTER et al., 2005).

Atualmente isso pode ser observado em uma bacia confrontante à área de estudo. O córrego Campo Alegre (18°58'15.11"S / 48°14'19.00"O), afluente direto do rio Uberabinha, margem direita, está localizada no bairro Laranjeiras, setor sul de Uberlândia, e há décadas sofre impactos relacionados ao mau dimensionamento da drenagem pluvial, à perda de vegetação nativa e invasão de espécies exóticas em suas APPs, assim como recorrência de incêndios florestais e aspectos relacionados à poluição por ligações clandestinas de esgoto (Figura 51, Figura 52).

Além do volume considerável de drenagem pluvial do bairro Laranjeiras, ele também recebe a drenagem pluvial dos novos loteamentos instalados em seu entorno. O grande volume de água direcionado para essa bacia, acima da sua capacidade, e por dispositivos pouco eficientes, recentemente, foi responsável por romper a manilha de passagem do córrego abaixo do Anel Viário Sul, causando estragos e transtornos para toda a população.

A degradação do córrego Campo Alegre é um exemplo clássico de conflitos gerados entre a vulnerabilidade natural e a ocupação sem planejamento e medidas de controle, comprometendo a resiliência da área e a função ambiental anteriormente exercida por essa bacia hidrográfica.

Figura 51 Córrego Campo Alegre, impactos causados pela urbanização do entorno e falta de medidas de controle.



Fonte: Google Earth (2023)

Figura 52 Córrego Campo Alegre, perda de solo, mata ciliar altamente impactada, assoreamento e poluição.



Fonte: Silva, A.M. (2022)

3.3.1.2 Proposta de diretrizes para a manutenção do uso do solo rural e preservação da área

Ao se analisar o mapa de conflitos estabelecidos com a urbanização da área (Figura 50), se verifica que para uma área inserida em uma zona de proteção de mananciais, que engloba reservatórios de abastecimento público de água do município, e frente à crise hídrica enfrentada nos últimos anos, um cenário de manutenção do uso do solo rural aliado a práticas de preservação ambiental é o cenário mais apropriado.

Enquanto ação para efetivação dessa diretriz, a fim de complementar a preservação da área em seus aspectos físicos e bióticos, a manutenção do uso do solo rural, a ocupação de vazios urbanos, a proibição de supressão de vegetação, a formação de corredores ecológicos e boas práticas agropecuárias se fazem condizentes com propostas de preservação, uso sustentável da área e preservação dos recursos hídricos.

3.3.1.2.1 Proibição de conversão do uso do solo para urbano e ocupação dos vazios urbanos

A ocupação de vazios urbanos é uma estratégia para o aproveitamento de áreas ociosas em áreas urbanas já consolidadas. Essa prática pode contribuir para a redução do déficit habitacional, a revitalização de áreas degradadas, a melhoria da qualidade de vida dos moradores e o desenvolvimento sustentável da cidade.

Essa ocupação pode ser realizada tanto pelo poder público quanto pela iniciativa privada, desde que estejam em conformidade com as leis e regulamentos locais.

Estrategicamente, a ocupação de vazios urbanos deve sobressair à alteração do perímetro urbano, uma vez que a possibilidade de aproveitar áreas já dotadas de infraestrutura básica, como rede de água e esgotamento sanitário, asfalto, energia elétrica e iluminação pública, transporte público, pode reduzir os custos e o impacto ambiental da expansão urbana.

Em Uberlândia, assim como em outras cidades brasileiras, os vazios urbanos em sua maioria são resultado da especulação imobiliária, que consiste na compra de áreas com o objetivo de obter lucro por meio da sua valorização no mercado imobiliário. A especulação imobiliária pode levar à subutilização de áreas urbanas, uma vez que o proprietário pode optar por não construir enquanto aguarda a sua valorização, gerando prejuízos para a cidade e para a população local.

Além disso, a especulação imobiliária pode contribuir para a gentrificação de áreas urbanas, que consiste na valorização de bairros e áreas populares em decorrência da especulação imobiliária e da atração de uma população com maior poder aquisitivo, o que pode levar ao deslocamento dos moradores de baixa renda que antes habitavam essas áreas, muitas das vezes para as periferias da cidade, algumas delas criadas estrategicamente próximas à área de expansão urbana.

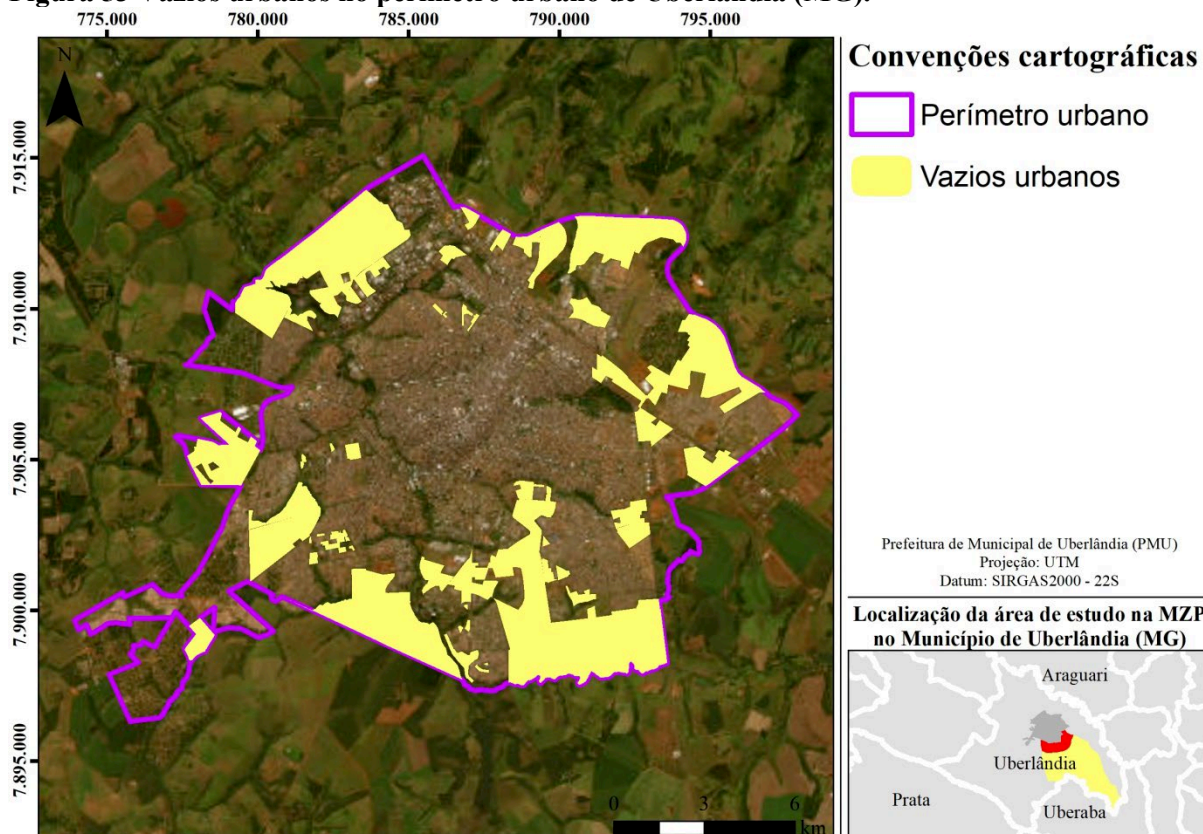
Para combater a especulação imobiliária em vazios urbanos, é importante que o poder público adote medidas de regulação e controle do mercado imobiliário, como a aplicação de impostos progressivos sobre imóveis ociosos e a criação de incentivos para a ocupação planejada e sustentável dessas áreas. Além disso, é fundamental que haja uma política de planejamento urbano que promova a inclusão social e a utilização racional do espaço urbano, visando a garantia do direito à cidade para toda a população.

A diretriz de ocupação dos vazios urbanos se sustenta na quantidade de áreas ainda disponíveis dentro do perímetro urbano (Figura 53) e nos instrumentos legais contemplados pelo plano diretor e leis específicas que a prefeitura de Uberlândia pode fazer uso para pressionar a ocupação dessas áreas, como o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios; o direito de preempção, o IPTU progressivo, concessão de uso especial para fins de moradia e programas de incentivo à construção e ocupação de áreas vazias. Esses instrumentos podem ser utilizados em conjunto ou isoladamente, dependendo das características e necessidades específicas de cada zona urbana e do contexto socioeconômico e cultural em que se inserem.

Já a proibição de loteamentos e atividades impactantes na área de expansão urbana sobreposta à área de proteção de mananciais se sustenta na atual oferta de áreas vazias dentro do perímetro urbano de Uberlândia, nos conflitos existentes entre vulnerabilidade natural e uso e ocupação da área, e na importância de se preservar áreas sensíveis para a manutenção de mananciais e que impactam diretamente no abastecimento público.

Ao proibir a conversão do uso do solo para urbano, é necessário que sejam criados mecanismos de fiscalização e controle para evitar a ocupação irregular dessas áreas e garantir o cumprimento das normas ambientais e de conservação do patrimônio natural.

Figura 53 Vazios urbanos no perímetro urbano de Uberlândia (MG).



3.3.1.2.2 Formação de corredores ecológicos e implantação de unidades de conservação

A fragmentação de habitats é uma das mais importantes e disseminadas consequências da atual dinâmica do uso da terra pelo homem. Embora possa ser ocasionada por processos naturais, nos últimos tempos tem sido intimamente relacionada a atividades humanas, como agropecuária, exploração florestal, mineração, urbanização, construção de barragens e estradas, entre outras. (TABARELLI1; CLAUDE GASCON, 2005),

Além da perda de cobertura florestal, a fragmentação de habitat também tem um impacto direto no ciclo hidrológico e na qualidade da água disponível para consumo, o que é especialmente preocupante em meio à atual crise hídrica.

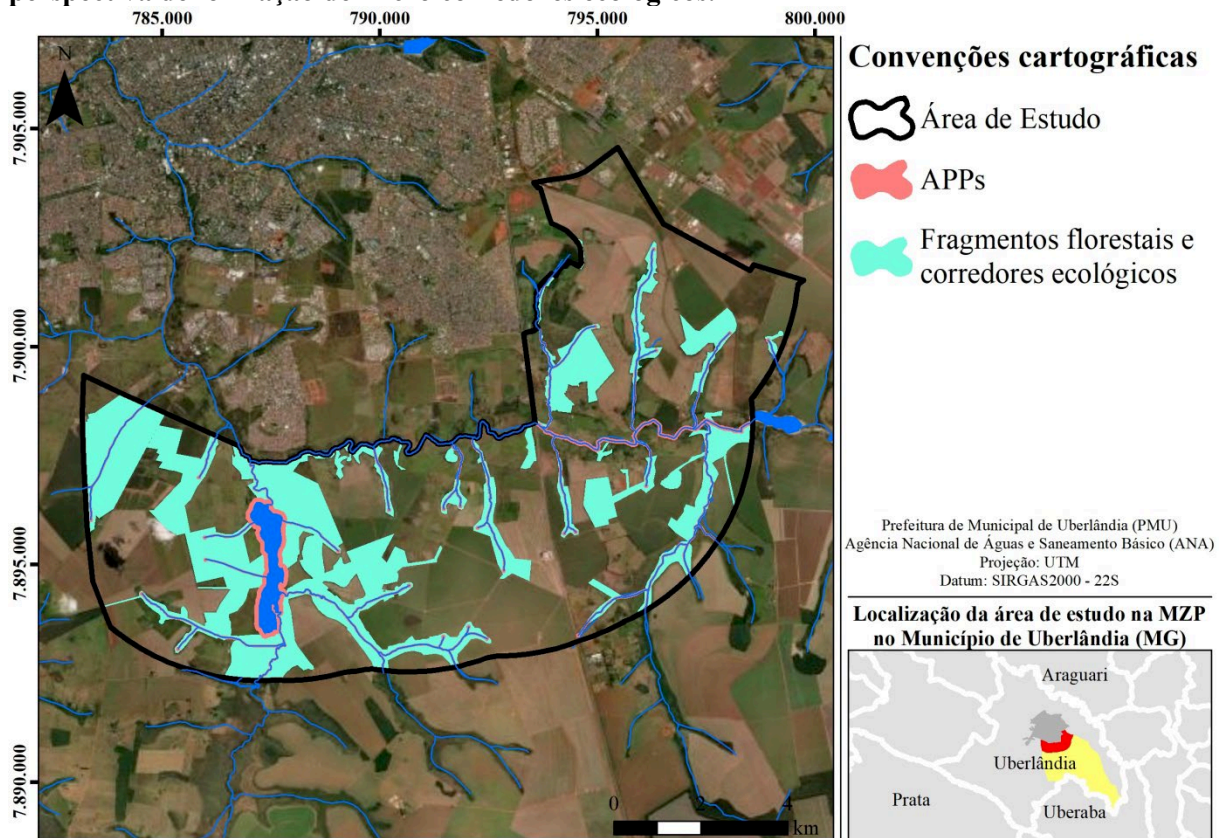
A Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, seguindo as diretrizes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, determina em seu Art. 2º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: (...) XIV - corredores ecológicos as porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando as Unidades de Conservação ou outras áreas de vegetação nativa, que possibilitam entre si o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que os remanescentes individuais. Assim, os corredores ecológicos devem ter a função não apenas de conectar UCs, mas também de interligar fragmentos florestais significativos, que podem ser representados também por RLs, APPs, ou demais formações florestais que mereçam atenção especial.

De acordo com o IEF (2017) considerando suas áreas de abrangência, os corredores ecológicos dessa proposta podem ser classificados como micro corredores, implantados em escala municipal e/ou intermunicipal, possuindo a função essencial de conectar fisicamente pequenos fragmentos florestais, Reservas Legais, APPs, Unidades de Conservação e outras áreas especialmente protegidas.

Na prática nem todas as propriedades possuem esse percentual de área de reserva legal, assim como não necessariamente aquelas que possuem o percentual exercem a preservação conforme preconiza o código florestal. O mesmo vale para as Áreas de Preservação Permanentes, com destaque para as metragens das áreas de nascentes que normalmente são inferiores aos 50 metros de raio exigidos. Sendo assim, a proposta de criação de corredores ecológicos na área pode vir a contribuir para a correta demarcação e manutenção dessas áreas legalmente protegidas.

No escopo de micro corredores, a proposta de conectividade dos fragmentos de vegetação existentes na área ficou vinculada às áreas de preservação permanente, uma vez que elas garantem a manutenção dos processos ecológicos essenciais, como a proteção de nascentes e cursos d'água e a conservação habitats naturais. A conectividade dos fragmentos foi realizada sem estabelecimento de metragens fixas, somente o desenho de conexão, de forma a não comprometer de forma significativa ou inviabilizar as áreas úteis hoje existentes (Figura 54).

Figura 54 Conectividade entre fragmentos florestais e áreas de preservação permanentes na perspectiva de formação de micro corredores ecológicos.

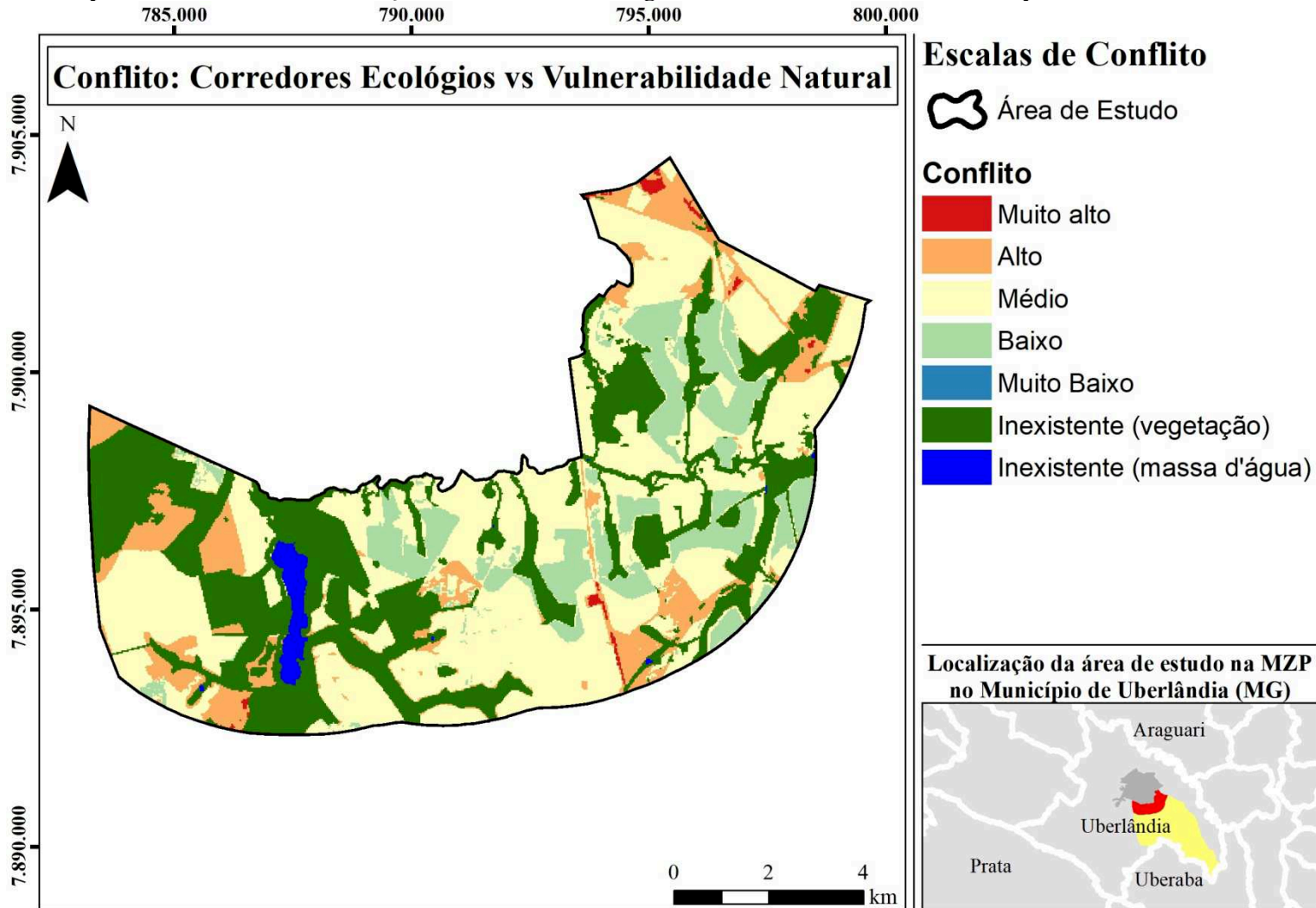


Além da conectividade dos fragmentos às APPs também foi gerado o mapa de conflito entre o aumento de vegetação nativa na área e a vulnerabilidade natural à perda de solos (Figura 55). Como o conflito nas áreas de vegetação nativa é inexistente, houve diminuição de parte de conflitos médios e altos. Na hipótese de conectividade também entre fragmentos, o que não foi proposto nesse estudo, a área de conflitos diminuiria mais ainda.

Já a criação de unidades de conservação no entorno dos reservatórios deve partir de análise de viabilidade e estudos técnicos, consulta pública, a denominação, a categoria de manejo (para desapropriação ou não), os objetivos, os limites, a área da unidade e o órgão responsável por sua administração, decreto de criação e plano de manejo. Observa-se que a área do entorno do reservatório de Bom Jardim apresenta significativa concentração de vegetação nativa, facilitando o processo de criação de uma UC.

As desapropriações e a manutenção dessas UC podem vir a ser suportadas com financiamento do Programa Buriti e pelo recurso oriundo da cobrança pelo uso da água, através de projetos junto ao CBH Araguari.

Figura 55 Mapa de conflito entre a formação de corredores ecológicos e a vulnerabilidade natural à perda de solos.



Já a criação dos corredores ecológicos deve ser negociada junto aos produtores rurais, tanto a implementação que pode ser alvo das ações do Programa Buriti que já atua na recuperação de áreas de preservação permanente degradadas, quanto o pagamento por serviços ambientais enquanto produtores de água.

3.3.1.2.3 Diretrizes de preservação ou recuperação para fins de preservação dos recursos hídricos

Em áreas cobertas por vegetação, a precipitação geralmente não ultrapassa a capacidade de infiltração do solo, a menos que o solo esteja completamente saturado. Já em áreas com solo exposto, há uma maior vulnerabilidade à geração de escoamento superficial, pois a energia das gotas de chuva pode desorganizar as partículas de solo na superfície, formando uma crosta que veda os poros maiores. No entanto, uma pequena camada de vegetação pode proteger a superfície e criar caminhos através de suas raízes que permitem a infiltração de água (BEVEN, 2011 apud PEZAN, 2021).

Além do incentivo e políticas de preservação das áreas de cerrado, assim como o incremento da área vegetada, outras ações de preservação relacionadas ao uso do solo da área de estudo precisam ser consideradas, com o objetivo de preservar a quantidade e a qualidade do recurso hídrico, subterrâneo e superficial. Majoritariamente ocupada por atividades ligadas à criação de gado, granjas, culturas anuais, perenes e horticulturas, a área também conta um centro empresarial instalado através do instrumento de zoneamento urbanístico específico.

No caso das atividades agropecuárias, o manejo das atividades voltado às boas práticas agropecuárias, assim como a regularidade das atividades e captações de água junto aos órgãos ambientais na obtenção de licenças e outorgas, e o cumprimento de condicionantes ambientais, são primordiais no controle e mitigação de possíveis impactos ambientais.

A prefeitura municipal através de programas de suporte e apoio aos produtores rurais deve atuar de forma a orientar os produtores rurais que exercem suas atividades em áreas de proteção de mananciais, assim como os órgãos competentes devem fiscalizar o cumprimento das práticas e obrigações necessárias a uma produção que preza pela preservação dos recursos naturais.

O manejo sugerido está listado no Quadro 18.

Quadro 18 Ações para preservação ambiental e redução de impactos na área de estudo.

Aspecto	Manejo
Florestas	Proteção dos fragmentos florestais; cercamento de vegetação nativa confrontantes à área de pecuária; criação e manutenção de aceiros; proibição de caça; criação de corredores ecológicos; criação de unidades de conservação.
Água	Captações regularizadas, com horímetro e hidrômetro, e pagamento pelo uso da água; proteção de nascentes e áreas úmidas; aumento das áreas de vegetação nativa; manejo ambiental das atividades.
Solo	Recuperação de pastagens degradadas; rotação do solo; recuperação de áreas degradadas, manejo ambiental das atividades.
Atividades	Licenciamento/regularização das atividades, com condicionantes relacionadas à gestão de resíduos sólidos, manejo de produtos químicos; resíduos oleosos; manejo de dejetos da criação de animais (bovino de corte, bovino leiteiro, suínos, aves). Definição de atividades não compatíveis com áreas de proteção de mananciais, a exemplo mineração em curso d'água e áreas úmidas.
Uso do solo	Monitoramento regular através de imagens de satélite de uso gratuito de intervenções em áreas protegidas, de parcelamentos irregulares, com ação imediata da polícia visando a mitigação do impacto e a aplicação das sanções pertinentes; proibir a criação de ZUEs na MZP. Ocupação dos vazios urbanos.
Incentivo	Incentivo da Ecoturismo; turismo de aventura; turismo rural.

3.3.1.2.4 Pagamento por serviços ambientais

Tem-se na área de estudo a proposta de manutenção das áreas de vegetação nativa, formação de corredores ecológicos e instituição de unidades de conservação no entorno dos reservatórios de abastecimento de água, Bom Jardim e Sucupira. Uma forma de incentivar os proprietários de imóveis rurais localizados na macrozona de proteção de mananciais a preservar suas áreas com vegetação nativa é o pagamento por serviços ambientais, uma vez que ele pode ser reconhecido como produtor de água em uma área de manancial de abastecimento público.

O pagamento por serviços ambientais (PSA) ao produtor de água é uma estratégia que tem ganhado destaque no Brasil e em outros países como uma forma de incentivar a conservação de áreas de mananciais. Esse modelo de pagamento consiste em compensar financeiramente os proprietários rurais que mantêm a vegetação nativa em suas propriedades, contribuindo assim para a proteção dos recursos hídricos e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Os produtores de água são responsáveis por manter e preservar as áreas de mananciais, as quais são fundamentais para a regulação dos regimes hidrológicos e para a garantia do abastecimento de água para as populações urbanas e rurais. O PSA ao produtor de água é uma forma de reconhecer o papel desses produtores na conservação dos recursos naturais e incentivar práticas de conservação em suas propriedades.

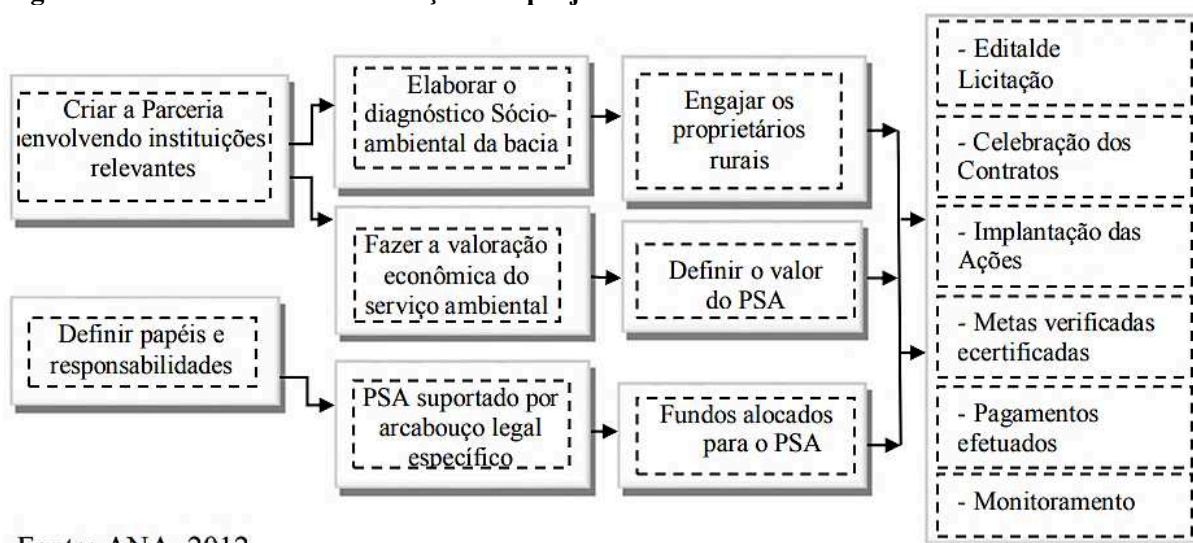
O PSA pode ser implementado por meio de diferentes mecanismos, como contratos de pagamento direto, concessão de créditos de carbono, incentivos fiscais, entre outros. Esses mecanismos são importantes para garantir a viabilidade financeira do programa de PSA e para assegurar que os benefícios sejam compartilhados entre os proprietários rurais e as empresas ou governos que utilizam os recursos hídricos

Existem diversos PSA em execução no país, em vários formatos e diferentes remunerações. Os projetos de Pagamento por Serviços Ambientais em áreas de mananciais nascem, geralmente, por meio de iniciativas de prefeituras municipais, comitês de bacia ou empresas de saneamento interessadas em manter ou aumentar sua disponibilidade hídrica. Em todos os formatos o produtor rural é soberano quanto à participação e efetivação do programa.

Nesse sentido, para que se possa incentivar a preservação da área, as práticas conservacionistas e a segurança hídrica, torna-se fundamental que a prefeitura de Uberlândia desenvolva alguma das modalidades de PSA a fim de garantir a manutenção desse uso do solo rural e a preservação ambiental. Caberá ao poder público mobilizar os produtores rurais, garantir a fonte de recursos, seja ele através de recursos do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas, seja pelo recurso oriundo da cobrança pelos recursos hídricos, créditos de carbono ou mesmo a possibilidade de execução do PSA pelo Programa Buriti³, que já atua na recomposição de vegetação na área de estudo, e desenvolver o PSA na macrozona de proteção de mananciais (Figura 56).

³ Programa Buriti criado em 2008 pela Prefeitura Municipal de Uberlândia atendendo ao Art. 2º da Lei Estadual 12.503/97: as empresas concessionárias de serviços de abastecimento de água e de geração de energia elétrica, públicas e privadas, ficam obrigadas a investir, na proteção e na preservação ambiental da bacia hidrográfica em que ocorrer a exploração, o equivalente a, no mínimo, 0,5% (meio por cento) do valor total da receita operacional ali apurada no exercício anterior ao do investimento.

Figura 56 Modelo básico de execução dos projetos de PSA Hídricos



Fonte: ANA, 2012.

Fonte: SOUZA, 2021. < <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/33919/1/TCC%20-%20GENECI%20BRAZ%20DE%20SOUSA.pdf> >.

3.3.1.2.5 Fomento ao ecoturismo, turismo de aventura e o turismo rural

Em Uberlândia e região, o turismo rural tem se destacado como uma opção de lazer para quem busca contato com a natureza e atividades que envolvam o campo e a cultura local. Algumas das atividades disponíveis incluem visitas a propriedades rurais para conhecer a produção de alimentos e a rotina no campo, passeios a cavalo, trilhas ecológicas, pesca esportiva, entre outras. Além disso, é possível experimentar pratos e produtos típicos da região. O turismo rural é uma oportunidade para vivenciar a cultura e a história da região, além de valorizar os produtores locais e suas tradições.

Já o Ecoturismo e o Turismo de Aventura se tornaram seguimentos importantes no cenário regional nos últimos anos, as mesmas atividades passaram a ser comercializadas por empresas e profissionais que utilizam de áreas com belezas naturais onde seja possível a prática de diversificadas atividades. Sendo uma das propostas desse estudo a criação dos corredores ecológicos e a criação das unidades de conservação no entorno dos reservatórios de Sucupira e Bom Jardim, tem-se aí diversas possibilidades.

Nos corredores ecológicos, baseado no uso sustentável das APPs, a criação de trilhas para caminhadas, trekking ou bike, criando um roteiro, ou não, para acesso às cachoeiras e reservatórios das áreas. Nas cachoeiras, além da contemplação da paisagem natural, diversas modalidades esportivas podem ser realizadas, desde rapel, cabo aéreo, tirolesa e pêndulo. Nos reservatórios, desde que respeitados limites de segurança da área de captação, e no rio

Uberabinha, podem ser desenvolvidas atividades como stand up, remada, caiaque, boia cross e canoagem.

No caso da instituição das unidades de conservação o plano de manejo determinará as atividades permitidas nas áreas. Mesmo que ocorram restrições, o ecoturismo prevalece uma vez que a contemplação das belezas naturais também é um atrativo considerável.

Todas essas modalidades podem ser objeto de investimentos dos produtores rurais, seja individualmente, seja em parcerias com vizinhos para a criação de circuitos, seja pela articulação de parcerias com empresas do setor. O plano diretor de Uberlândia contempla em seu capítulo 3 o desenvolvimento do turismo sustentável e o poder público pode vir a ser um grande incentivador do turismo nessa área.

3.3.2 Cenário 2: Ocupação da Área. Diretrizes baseadas nos dados de escoamento superficial da área (CN)

3.3.2.1 Alteração do uso do solo e o escoamento superficial

Ao se trabalhar a curva de escoamento baseada nos aspectos relacionados à metodologia CN, uso do solo, grupo hidrológico dos solos e curva número de escoamento, foi possível observar o comportamento da capacidade de armazenamento de água da área frente a possíveis alterações/conversões do uso do solo. O uso do solo rural apresenta hoje uma capacidade de armazenamento de 329mm. A conversão desse uso do solo para urbano, baseada nos parâmetros de zoneamento residencial predominante no município de Uberlândia ZR2, com lotes abaixo de 500m² e taxa de ocupação média de 65%, reduz pela metade essa capacidade. Utilizando a metodologia de Tucci et al, (1993), em uma possível conversão de uso do solo para uma zona também residencial, mas com lotes acima de 4.000m² e taxa de impermeabilização de 20%, é possível aumentar essa capacidade de armazenamento, porém, sem igualar com o uso rural (Quadro 19).

A fim de chegar a um resultado mais aproximado foi utilizado dado de CN de Rawls et al., (1996) apud Sartori (2004), para lotes de 8.000m² e taxa de ocupação de 12%, sendo a simulação que mais se aproximou da capacidade atual da área. A título de comparação também foi simulado a conversão do uso do solo para a categoria de Condomínios Ecológicos, que apresentam lotes de 300m², taxa de ocupação de 55% e área verde pública de 20%, e foi a simulação com maior resultado para escoamento e conseqüentemente menor capacidade de armazenamento.

Quadro 19 Uso do solo e capacidade de armazenamento de água.

Uso do solo	Tamanho do Lote	Taxa de Ocupação	Capacidade de infiltração
Rural – regra atual majoritária	20.000m ²	70%	329mm
Urbano – Condomínio Ecológico	300m ²	55%	106mm
Urbano – ZR2	500m ²	65%	161mm
Urbano– Similar a Chácaras de Recreio	4.000m ² *	20%	256mm
Urbano – s/referência	8.000m ²	12%	290mm

*os parâmetros urbanísticos também permitidos para o uso atual da área trata de lotes de 5000m².

A análise baseada na metodologia CN demonstrou que a urbanização da área através de regramentos gerais determina uma perda significativa da capacidade de armazenamento e o aumento do escoamento. Isso significa menor disponibilidade de água subterrânea e maior exposição dos cursos d'água à ação de agentes erosivos e intervenções. Além de comprometer a capacidade de infiltração de uma área de proteção de mananciais, os parâmetros de conversão do uso do solo de rural para urbano permitidos hoje na área através do estabelecimento de zonas de urbanização específicas e que são gerais para toda a área de expansão urbana, significam degradação de ambientes, uma vez que não levam em consideração os aspectos de preservação que a área exige e admitem modificação dos parâmetros, de acordo com as necessidades acordadas entre empreendimento e poder público (Quadro 20).

Quadro 20 índices Urbanísticos incidentes na Zona de Expansão Urbana.

Uso do Solo: Zona Rural e Zona de Expansão Urbana	Zona Rural	Sítios de Recreio	Sítios de Recreio na Zona de Expansão Urbana em até 2 km a contar do perímetro urbano	Loteamento Fechado Ecológico	Condomínios Empresariais	Condomínios Empresariais	Loteamentos Empresariais	Zona De Expansão Urbana, Glebas Lindeiras Ao Perímetro Urbano E Rodovias
Uso Permitido	Atividades rurais, comércios, serviços, indústrias e equipamentos sociais	Habitação unifamiliar, permitida a coexistência de residência de funcionário; áreas institucionais: equipamento social e comunitário	Habitação unifamiliar, permitida a coexistência de residência de funcionário	Habitação unifamiliar, sendo permitida a coexistência de residência de funcionário	Lote	Unidade Autônoma	-	Atividades rurais, comércios, serviços, indústrias e equipamentos sociais
Taxa de Ocupação	70%	20%	60%	55%	70%	-	70%	70%
Coefficiente de aproveitamento	1,4	0,2	1,2	1	1,4	-	1,4	1,4
Afastamento frontal mínimo	5,0m	5,0m	3,0m	5,0m	5,0m	10,0m	5,0m	5,0m
Afastamento Lateral e Fundo Mínimo	3,0m	5,0m	1,5m	1,5m	3,0m	3,0m	3,0m	3,0m
Testada Mínima do Lote	20,0m	50,0m	20,0m	10,0m	20,0m	20,0m	20,0m	20,0m
Área Mínima do Lote	20.000,0m ²	5.000,0m ² *	1.000,0m ²	300,0m ²	Máxima 250.000,00m ²	Mínima 1.000,0m ²	2.500,0m ² Loteamento Convencional	20.000,0m ²

Fonte: Lei Municipal 525/2011, Lei Municipal 523/2011.

*o desdobro será permitido quando formar lote maior ou igual a 5.000,00 (cinco mil) metros quadrados ou quando a área do lote for igual à do loteamento original.

Considerando os índices urbanísticos existentes para a área, nem os índices para zona rural e sítios de recreio com distância superior a 02 km do perímetro urbano se aproximariam dos parâmetros aproximados de ocupação para que se mantenha na área uma ocupação com impacto reduzido na capacidade de armazenamento de água. E mesmo assim, ainda há a brecha de desdobro da área.

3.3.2.2 Proposta de diretrizes para conversão do uso do solo para urbano

Considerando os parâmetros existentes hoje, não somente a perda da capacidade de armazenamento de água, a área também sofreria a perda de habitats, uma vez que as áreas de reserva legal não são protegidas na conversão do uso do solo, o que comprometeria substancialmente a fauna da região, terrestre e aquática.

Não sendo possível a manutenção do Cenário 1, que frente às vulnerabilidades e conflitos à importância da área enquanto área de recarga em uma zona de proteção de mananciais, a conversão do uso do solo para urbano precisa ser pautada em critérios bastante diferentes daqueles hoje observados.

A proposta de ocupação, baseada nos dados de escoamentos levantados para a área e na importância dela na preservação dos recursos hídricos, considerou a simulação de áreas mínimas de lotes e porcentagens de ocupação, parâmetros que influenciam consideravelmente o índice de escoamento. A atual capacidade de armazenamento de água da área é influenciada negativamente pela antropização exercida pelas atividades nela desenvolvida, assim como a presença do Centro Empresarial Leste. Ainda assim, dos 329mm apresentados, a única simulação aproximada foi a de lotes acima de 8.000m² e taxa de ocupação de 12%. Dos índices urbanísticos existentes para a área, nenhum deles apresenta índices com esses parâmetros. Além disso, empreendimentos/loteamentos lindeiros ao perímetro urbano apresentam índices urbanísticos bem menos restritivos.

Na proposta de urbanização da área, as diretrizes de ocupação baseadas no escoamento superficial da área baseadas na redução de impactos negativos junto aos recursos hídricos estão descritas no Quadro 21.

Quadro 21 Diretrizes urbanísticas e ambientais para conversão do uso do solo rural para urbano na área de expansão urbana que se sobrepõe à área de proteção das áreas de mananciais.

Aspecto	Manejo
Área Mínima do lote	8.000m ²
Taxa de	12%

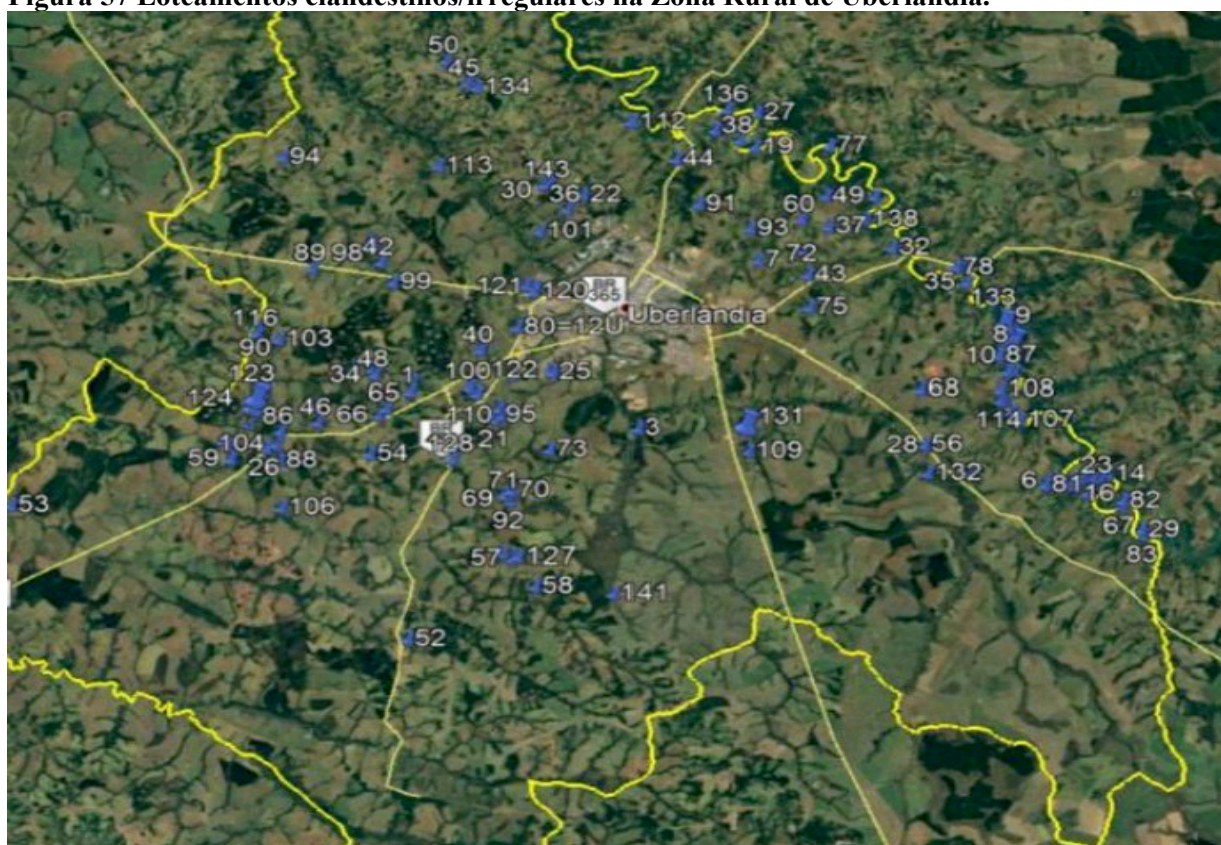
Ocupação	
Atividades Permitidas	Habitação unifamiliar, sendo permitida a coexistência de residência de funcionário. Equipamentos Sociais Turismo e recreação Educação
Infraestrutura	Drenagem pluvial, bolsões de retenção de água à montante da área de escoamento pluvial junto aos cursos d'água, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar, vias de circulação, áreas verdes públicas e institucionais, mobilidade urbana, saúde, educação.
Medidas de Controle	Fiscalização: in loco e imagens de satélite Recuperação de áreas degradadas Ações de educação ambiental Medidas de controle e combate a incêndios
Medidas de Mitigação (perda de habitats, diminuição da capacidade de armazenamento)	Criação de Unidades de Conservação no entorno dos reservatórios de Bom jardim e Sucupira. Legislação municipal que determine o aumento das faixas obrigatórias de preservação permanente (APPs) dos cursos d'água presentes em área a ser urbanizada na Macrozona de Proteção de Áreas de Mananciais Monitoramento de fauna para possíveis ações de preservação de espécies

Essas regras visam a integração da urbanização e a manutenção da função ambiental dessa área definida no macrozoneamento do município. A proposta de aumento das faixas de APPs é indicada enquanto medida de compensação pela supressão dos fragmentos florestais existentes para a conversão do uso do solo. Enquanto área urbana, o município tem competência para legislar nessa matéria. A criação de unidades de conservação no entorno dos reservatórios também visa a preservação de fragmentos enquanto medida de compensação para a fauna, preservação das margens e da área de recarga.

Todavia o que se observa atualmente são aprovações de condomínios ecológicos e empresariais na Macrozona de Expansão Urbana, através do dispositivo de Zona de Urbanização Específica, loteamentos de chácaras de recreio e um esforço do poder público em regularizar loteamentos na zona rural criados de forma irregular. Desde 2019 foram observadas três ações consideráveis nesse sentido, (1) em 2019 foi criado o Programa de Regularização de Núcleos Urbanos Irregulares – PROURBI, através da Lei Complementar Municipal nº 670, de 02 de maio de 2019 que regularizou loteamentos irregulares até 22 de dezembro de 2016, através do novo regramento trazido pela Lei Federal nº 13.465, de 11 de julho de 2017, que alterou várias outras leis, mas, sobretudo, reformou profundamente o sistema de regularização fundiária urbana (Reurb); (2) também em 2019 foi criada através da Lei Complementar nº 671, de 06 de maio de 2019 a Zona de Urbanização Específica 5 - ZUE 5 - Complexo Turístico Interlagos, regularizando ocupações ao longo do entorno dos Rios Uberabinha e Araguari, à jusante do Distrito Sede do Município de Uberlândia, nas suas áreas

contíguas situadas em até 1,5 (um quilômetro e meio) a contar das margens, ao longo do entorno dos lagos Capim Branco I e II e Miranda, nas suas margens em até 1,5 Km (um quilômetro e meio) a contar da cota máxima de inundação dos respectivos lagos, estabelecendo metragem mínima de lotes de 1.000m² e taxa de ocupação de 60%. Recentemente foi promulgada pelo município (3) a Lei Complementar Municipal nº 738, de 17 de outubro de 2022, que disciplina os núcleos urbanos informais consolidados, oriundos de parcelamentos clandestinos e irregulares em áreas particulares existentes no município de Uberlândia até outubro de 2022, com previsão de regularização de mais de 100 loteamentos consolidados irregularmente na zona rural⁴ (Figura 57).

Figura 57 Loteamentos clandestinos/irregulares na Zona Rural de Uberlândia.



Fonte: NAPSIDU/SEPLAN-PMU

<<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/planejamento-urbano/loteamentos-irregulares/>>

Além da ausência de diretrizes para a ocupação da área de proteção de mananciais, prevalece no município ausência de fiscalização e a impunidade. Além das áreas no entorno dos reservatórios de Miranda e Capim Branco terem tido suas áreas de preservação permanente (APP) ocupadas de forma irregular ao longo dos anos, sem grandes

⁴ <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2022/10/06/projeto-de-lei-pode-permitir-que-mais-de-100-loteamentos-na-zona-rural-sejam-regularizados-em-uberlandia/>

consequências para os interventores, a criação da ZUE 5 regularizou essas ocupações e reduziu o a metragem das APPs, que desempenham papel importante e primordial na estabilidade das margens e vertentes, redução de processos erosivos e assoreamento dos reservatórios, além da recarga de água subterrânea. Prevaleceu nesse caso o interesse dos agentes econômicos e imobiliários.

Para piorar o cenário de preservação de áreas com funções ambientais do município, é possível observar alterações dos parâmetros urbanísticos na Zona Residencial de Proteção Ambiental, ZRPA, que contempla parte da margem direita do rio Uberabinha no setor sul, e os condomínios Morada do Sol no setor oeste e Mansões Aeroporto no setor leste. Segundo a lei de parcelamento do solo de Uberlândia, Morada do Sol e Mansões Aeroporto possuem regras de ocupação com lotes mínimos de 5.000m², taxa de ocupação de 20% e habitação unifamiliar. Ao se analisar imagens de satélite através do Google Earth é possível observar que as regras não são cumpridas conforme preconiza a legislação, com ocupações acima do permitido e desdobro (Figura 58, Figura 59, Figura 60). Outro problema é a ocupação irregular de áreas de preservação permanente para moradias por população de menor renda, o que reflete a fragilidade da política habitacional popular do município e falta de fiscalização de áreas legalmente protegidas (Figura 61)

Figura 58 Mansões Aeroporto, lote com taxa de ocupação acima de 20% e habitação multifamiliar.



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 59 Mansões Aeroporto, lote com taxa de ocupação acima de 20%, impermeabilizado e um possível estacionamento de caminhões.



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 60 Morada do Sol, lotes com ocupação acima de 20%.



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 61 Ocupação irregular de área de preservação permanente da margem direita do córrego Sem Denominação no bairro Shopping Park, setor sul.



Fonte: Google Earth, 2023.

Nesse sentido, além de estabelecer regras de ocupação que visem a preservação da função ambiental da área de proteção de mananciais, que deve prevalecer diante de qualquer interesse individual, é fundamental e imperativo que haja fiscalização, com o agravante de crime ambiental em casos de descumprimento/inobservância das diretrizes urbanísticas e responsabilização do município em casos de omissão, considerando a natureza difusa do direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

3.3.3 Instrumentos urbanísticos e a viabilidade das diretrizes propostas

O artigo 182 da Constituição da República Federativa do Brasil, estabelece que a política de desenvolvimento urbano tem como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar dos seus habitantes. Essa política é executada pelo poder público municipal, que tem competência para legislar normas referentes ao seu espaço urbano, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. As diretrizes são disciplinadas pelo Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10257, de 10 de julho de 2001, e ligadas a princípios de respeito e manutenção de um ambiente ecologicamente saudável, de garantias de direito a uma cidade sustentável, dentre outros. No mesmo regramento destaca-se o Plano Diretor.

O Estatuto da Cidade dispõe também no seu artigo 42 B que, os Municípios que queiram ampliar o seu perímetro urbano devem elaborar projeto específico que contenha, no

mínimo: a) demarcação de novo perímetro urbano; b) delimitação dos trechos com restrições a urbanização e dos trechos sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais; c) definição de diretrizes específicas e de áreas que serão utilizadas para infraestrutura, sistema viário, equipamentos e instalações públicas, urbanas e sociais; d) definição de parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e contribuir para a geração de emprego e renda; e) previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, quando o uso habitacional for permitido; f) definição de diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental e do patrimônio histórico e cultural e; g) definição de mecanismos para garantir a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização do território de expansão urbana e a recuperação para a coletividade da valorização imobiliária resultante da ação do Poder Público.

Seguindo essas diretrizes, o Plano Diretor é o principal instrumento da política de desenvolvimento e expansão. Os demais planos, normas e projetos urbanísticos têm a função de detalhar o Plano Diretor e devem ser coerentes com ele

A normatização dos dois Cenários previstos nesse estudo encontra respaldo tanto na Constituição Federal quanto no Estatuto da Cidade. Mais que respaldo, a preservação ambiental é considerada premissa na definição de estratégias de ocupação dos espaços e urbanização, e na elaboração do Plano Diretor. Além da preservação, o Estatuto da Cidade ainda afirma que para o desenvolvimento das cidades, é essencial que o planejamento evite e corrija as distorções do crescimento urbano e seus impactos negativos no meio ambiente, sendo mais vantajoso prevenir impactos do que remediar suas consequências.

De acordo com a NBR 12267 de 1992, a instrumentação do Plano Diretor serve para integrar programas, orçamentos e investimentos do município com as suas diretrizes, viabilizando sua implantação, sendo:

A Instrumentação Legal mínima estabelecida a partir das diretrizes do Plano Diretor compõe-se da Lei do Plano Diretor, da Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo e do Código de Obras e Edificações.

A Instrumentação Técnica refere-se a programas, planos setoriais, projetos e planos de ação correspondentes à implementação e aplicação das diretrizes do Plano Diretor.

A Instrumentação Orçamentária e Financeira refere-se ao plano plurianual, às diretrizes orçamentárias e aos orçamentos anuais, inclusive vinculações de dotações no período de vigência do Plano Diretor.

A Instrumentação Administrativa refere-se ao aparelhamento dos agentes executivos necessários à implementação e aplicação das diretrizes do Plano Diretor e ao desempenho das funções administrativas da Prefeitura.

Nesse contexto foi realizada análise das instrumentações previstas atualmente pelo município de Uberlândia e que sustentam a aplicabilidade dos dois Cenários e suas diretrizes. Vale ressaltar que muitas diretrizes indicadas pelo plano diretor são genéricas, mas o tema possibilita o enquadramento da proposta através de alinhamento para aquelas propostas que não possuem planos específicos de execução.

O plano diretor de 2006 previu diversos planos que não foram sequer elaborados. Já a revisão do plano diretor realizada em 2017 contempla um número maior de ações, com prazos de elaboração/implementação, que é um fator bastante positivo. Uma vez que o instrumento é elaborado e implementado, suas revisões abrem espaço para refinamentos e novos direcionamentos. Na relação realizada abaixo para cada cenário, Quadro 22 e Quadro 23, alguns planos indicados estão em vermelho por serem previstos, porém, ainda não elaborados/aprovados.

- **Cenário 1**

Quadro 22 Diretrizes propostas para o Cenário 1 e instrumentos urbanísticos de consolidação.

Cenário 1 Diretrizes Propostas	Instrumento Legal	Instrumento Técnico	Instrumento Orçamentário	Instrumento Administrativo	Previsto no Plano Diretor 2006	Previsto na proposta de Plano Diretor 2017
Extinção da Expansão Urbana Sobre a Macrozona Área de Proteção de Mananciais	Plano Diretor; Lei de Zoneamento; Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo; Mapa de Macrozoneamento; Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo.	Mapa de Macrozoneamento; Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo		Fiscalização através de produtos de sensoriamento remoto Fiscalização in loco – patrulha rural e técnicos PMU	Não	Sim, diretriz genérica quanto a ordenamento do território baseado em fatores ambientais
Restrição de usos que comprometam a qualidade e quantidade de água	Lei de Zoneamento; Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo;			Análise de Usos para processos de Declaração Ambiental Licenças Municipais	Não	Não
Criação de Corredores Ecológicos	Lei Complementar	Plano Municipal de Meio Ambiente	Programa Buriti Projetos CBH Araguari Convênios MP Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA	Plano de Manejo	Não	Sim, diretrizes genéricas e indicação de elaboração de Plano Municipal de Meio Ambiente
Instituição de Unidades de Conservação	Lei Complementar	Plano Municipal de Meio Ambiente	Programa Buriti Projetos CBH Araguari Convênios MP Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA	Plano de Manejo	Não	Sim, diretriz genérica
Recuperação de Áreas Degradadas		Plano Municipal de Meio Ambiente	Programa Buriti Projetos CBH Araguari Convênios MP Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA		Sim, Diretrizes Genéricas	Sim, Diretrizes Genéricas
Brigada de Incêndio Aceiros	Plano Diretor	Plano Municipal de Meio Ambiente	Programa Buriti Projetos CBH Araguari Convênios MP Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA		Não	Não
Ocupação dos Vazios Urbanos	Plano Diretor; Lei Complementar Lei Ordinária Portarias			Parcelamento, edificação ou utilização compulsórios; Direito de preempção, IPTU progressivo, Concessão de uso especial para fins de moradia, Programas de	Sim	Sim, mas isenta da aplicação dos dispositivos legais os lotes de um proprietário cuja área total seja de até 8.000 m2. Já no caso das glebas, que são as áreas não loteadas, o projeto amplia a faixa de

Cenário 1 Diretrizes Propostas	Instrumento Legal	Instrumento Técnico	Instrumento Orçamentário	Instrumento Administrativo	Previsto no Plano Diretor 2006	Previsto na proposta de Plano Diretor 2017
				incentivo à construção e ocupação de áreas vazias Determinar subutilização de imóveis		isenção de 6.000 m2 para até 20.000 m2.
Atividades rurais		Programa de Desenvolvimento de Infraestrutura Rural		Cobrança do estado quanto à fiscalização das atividades licenciadas nessa esfera Apoio técnico aos produtores rurais quanto a boas práticas agrícolas e inovação Manutenção de estradas Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável Conselhos Comunitários de Desenvolvimento Rural	Sim, Diretrizes Genéricas	Sim, Diretrizes Genéricas
Ações de educação ambiental	Plano Diretor	Plano Municipal de Meio Ambiente				Diretrizes de Educação Ambiental
Programa de Pagamento por Serviços Ambientais	Plano Diretor Lei Orgânica Plano Plurianual		Programa Buriti Projetos CBH Araguari Convênios MP Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA		Não	Não
Ecoturismo, turismo rural, turismo de aventura	Plano Diretor			Apoio técnico aos empresários rurais de ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura. Manutenção periódica das estradas rurais Educação ambiental nas áreas dos reservatórios e cachoeiras Execução dos planos e programas referenciados a cada tema	Sim, Diretrizes Genéricas	Sim, Diretrizes Genéricas

- **Cenário 2**

Quadro 23 Diretrizes propostas para o Cenário 2 e instrumentos urbanísticos de consolidação.

Cenário 2 Diretrizes Propostas	Instrumento Legal	Instrumento Técnico	Instrumento Orçamentário	Instrumento Administrativo	Previsto no Plano Diretor 2006	Previsto na proposta de Plano Diretor 2017
Normatização Específica da Expansão Urbana Sobre a Macrozona Área de Proteção de Mananciais	Plano Diretor; Lei de Zoneamento; Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo; Mapa de Macrozoneamento; Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo.	Mapa de Macrozoneamento; Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo			Não	Não
Parâmetros Urbanísticos Específicos da Expansão Urbana Sobre a Macrozona Área de Proteção de Mananciais	Lei de Zoneamento; Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo; Mapa de Macrozoneamento; Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo.			Fiscalização através de produtos de sensoriamento remoto Fiscalização in loco	Não	Diretriz genérica sobre considerar a proteção dos mananciais nos critérios de uso e ocupação do solo
Aumento da metragem de APPs	Lei Orgânica Municipal Lei Complementar				Não	Não
Instituição de Unidades de Conservação no entorno dos reservatórios Bom Jardim e Sucupira	Lei Complementar	Plano Municipal de Meio Ambiente	Programa Buriti Projetos CBH Araguari Convênios MP Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA	Plano de Manejo	Sim, diretrizes genéricas	Sim, indicação de estudos para viabilização
Medidas de controle e combate a incêndios	Plano Diretor	Plano Municipal de Meio Ambiente			Não	Não
Infraestrutura Básica	Plano Diretor Lei Complementar	Plano Diretor de Drenagem Plano Municipal de Saneamento Básico		Licenciamento	Sim	Sim

As diretrizes propostas nos cenários não fogem do direcionamento dado pelo plano diretor. Esse alinhamento dos cenários com as políticas públicas urbanas traz embasamento de aplicabilidade, porém, qualquer evolução dependerá dos atores envolvidos na elaboração e execução desses instrumentos. As audiências públicas também são fundamentais uma vez que abrem espaços para debates e propostas da sociedade civil.

Percebe-se que planos estratégicos relacionados à preservação do meio ambiente, que deveriam nortear todo e qualquer uso e ocupação do solo no município, rural e urbano, com destaque para a expansão urbana e zoneamentos sensíveis, não saem do papel, seja pela falta de compromisso do poder público em estabelecer regras que ele próprio deverá cumprir e fazer cumprir, seja pelo desembolso que o tema provavelmente exigirá, seja pela pressão da especulação imobiliária.

Nesse horizonte a cidade cresce orientada por forças do mercado, que ditam regras que lhe favorecem, cujas consequências afetam a todos, seja pelos custos de infraestrutura urbana, seja pela acentuação da segregação social, seja pela incompatibilidade de usos pré estabelecidos e os riscos gerados, seja pelo dano ao meio ambiente e o comprometimento dos recursos hídricos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou resultados de uma proposição metodológica que contemplou vulnerabilidades, conflitos e escoamento superficial relacionados aos aspectos naturais e ao uso e ocupação do solo na macrozona de proteção da área de mananciais do município de Uberlândia, sobreposta pela macrozona de expansão urbana, e uma projeção de urbanização da área, a fim de avaliar os impactos junto aos recursos hídricos. A metodologia foi aplicada para fins demonstrativos, mas também como uma contribuição às futuras revisões do Plano Diretor de Uberlândia, assim como as revisões das leis de zoneamento e parcelamento do solo.

A integração de componentes físico-geográficos e ambientais, vulnerabilidades e conflitos, é uma ferramenta importante no direcionamento da expansão urbana e deve ser um dos princípios que orientem metodologias que se estabeleçam como norteadoras de regras ou direcionamentos de ocupação ou restrição de áreas junto ao planejamento urbano.

Da mesma forma o estabelecimento de cenários de ocupação e seus possíveis impactos pode contribuir para o planejamento urbano frente à necessidade de preservação dos recursos hídricos, principalmente como o caso da área de estudo que abriga duas das três captações existentes em Uberlândia, sendo capaz de identificar características importantes da relação uso do solo e vulnerabilidade, assim como no comportamento do escoamento superficial e capacidade de armazenamento.

O resultado de vulnerabilidade natural à perda de solos quando analisado sozinho determina uma área em sua maioria estável, o que é positivo para a manutenção da recarga hídrica, mas que ao ser antropizada gera conflitos crescentes e significativos quando se compara o uso do solo rural e o urbano. Da mesma forma o comportamento do escoamento na área, quanto menores os lotes e maiores as taxas de ocupação, maior é o escoamento superficial da área, refletindo um percentual menor de armazenamento subterrâneo através da infiltração.

O desafio é despertar o poder público para a relevância da adoção de critérios específicos de ordenamento territorial nessa sobreposição, e quais articulações seriam necessárias para a incorporação dos resultados obtidos nessa pesquisa na discussão e regramentos.

É importante ressaltar que as metodologias aplicadas aqui e os resultados obtidos não inviabilizam a realização de outros diagnósticos ambientais para a área, podendo ser tratados

como uma complementação ou mesmo um norteamento, desde que se utilizem critérios técnicos como direcionadores, e não em flexibilizações de pura ordem política ou econômica

Além do estabelecimento de diretrizes de ocupação que visem a preservação dos recursos hídricos é muito importante que se estabeleçam ações de fomento e retorno financeiro aos proprietários rurais que mantiverem suas APPs e fragmentos florestais preservados, pratiquem as boas práticas agropecuárias, e adotem medidas periódicas de combate a incêndios.

Outro fator imprescindível é a fiscalização de ocupações e supressão de vegetação nativa na área, agindo de forma anterior à consolidação das ocupações clandestinas que se legalizam ao longo do tempo. É preciso punir, nos parâmetros da lei de crimes ambientais, as ações contrárias às de preservação dos mananciais e estabelecer sanções que intimidem aqueles que burlam as regras de uso e ocupação do solo. Para isso, fiscalização por imagens de satélite e in loco, e ações de educação ambiental junto aos proprietários de terra e àqueles que frequentam a área das cachoeiras e trilhas podem ajudar na conservação da área, protegendo os recursos hídricos e a fauna já ameaçada.

Outro ponto relevante é a execução dos planos e ações previstos no Plano Diretor de Uberlândia. Importante que os prazos de elaboração e implementação sejam cumpridos para os planos já previstos, e que se estabeleçam metas para as diretrizes gerais dos temas contemplados, gerando resultados que contribuam para a implementação das políticas públicas urbanas que beneficiem toda a população, através do estabelecimento de prioridades coletivas, e não de privilégios.

Entende-se que o diagnóstico realizado pode ser uma ferramenta útil de planejamento e gestão da área de estudo, principalmente se integrada com outros instrumentos de política urbana e ambiental. De qualquer modo, ressalta-se que as possíveis críticas deste trabalho são indispensáveis para o aperfeiçoamento dos procedimentos metodológicos e, por conseguinte, para o avanço das pesquisas que visam a preservação de recursos a fim de evitar crises hídricas severas que possam vir a colocar em risco o bem estar do homem, a economia e o equilíbrio do ecossistema.

Por fim, espera-se que as ideias aqui desenvolvidas sejam instrumento de aplicabilidade ou mesmo de resistência frente às pressões e influências que o planejamento urbano sofre e à existência de alternativas de ocupações como os vazios urbanos, que devem ser anteriores à expansão do perímetro urbano e à conversão do uso do solo rural para urbano em áreas distantes do centro da cidade e dos equipamentos urbanos necessários ao bem estar da população.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normas para elaboração de Plano Diretor**. NBR 12267. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Programa Produtor de Água: projetos**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua/projetos>. Acesso em: 10 mar 2023.

ALVES DA SILVA, M. R.; MACIEL, L. S. C.; SOBRAL, L. B. S.; MOREIRA, M. F.; DE FARIA, R. V. R. A.; SIMÕES, U. O. **Zoneamento Ambiental: Um estudo de caso do processo de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia**. Geoaraguaia, v. 3, n. 2, 2013. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4867>.

ALVIM, A. T. B.; KATO, V. R. C.; ROSIN, J. R. de G.. **A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais**. Cadernos Metrópole, [S. l.], v. 17, n. 33, p. 83–107, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2015-3304>. Acesso em 29 out 2020.

ANDRADE, L. M. S.; ROMERO, M. A. B. **A importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades**. In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, 2005, Salvador, BA. p. 1 – 20.

BOTELHO, R. G. M. **Bacias Hidrográficas Urbanas**. In: Antônio José Teixeira Guerra. (Org.). Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, v., p. 71-115.

BRAGA, Roberto. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. In: CARVALHO, Pompeu Figueiredo de; BRAGA, Roberto (org.). **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. p. 95–109.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Diário Oficial, 1988.

BRASIL. **Lei nº 14.119**, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n os 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm.

BRASIL. **Lei nº 6.766**, de 19 de Dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 26 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº. 10.257**, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em 27 out 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Adendo a Nota Técnica nº 46/2018/SPR/ANA** de 28 de jun. de 2018. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d1c36d85-a9d5-4f6a-85f7-71c2dc801a67/attachments/Adendo_a_Nota_Tecnica_SPR_ANA_46_2018.pdf> . Acesso em: 12 dez. 2022.

CINTRA, A. O. Zoneamento: análise política de um instrumento urbanístico. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, [S. l.], v. 3, n. 6, 1988. Disponível em: http://anpocs.com/images/stories/RBCS/06/rbcs06_03.pdf. Acesso em 28 de out. de 2020.

CLEPS, Geisa Daise Gumiero. A produção do espaço urbano de Uberlândia e as políticas públicas de planejamento. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 9, n. 28, p. 26–41, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/RCG92815870>.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; **Curso de Sensoriamento Remoto aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1996. Disponível em : <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/05.13.15.34/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 20 jun 2022.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001. Disponível em: <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em 01 jun 2022.

SILVA, M. R. A., COSTA MACIEL, L. S., SOBRAL, L. B. S., MOREIRA, M.F, FARIA, R. V. R., SIMÕES, U. O. **Zoneamento ambiental: Um estudo de caso do processo de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia**. *Revista Geoaraguaia*, v. 3, n. 2, p. 318-342, 2013. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4867/3277>. Acesso em: 06 out 2021.

DUARTE, C. C. ; CORREA, A. C. B. ; GIRAO, O. . **Utilização do Processo Analítico Hierárquico como metodologia alternativa para a elaboração de Mapa de Distribuição do Escoamento Superficial Hortoniano na Bacia Hidrográfica do Rio Una - Pernambuco**. In: 9 Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro. Anais do 9 Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012.

FAILACHE, Moisés Furtado. **Proposta de procedimentos para a estimativa da infiltração potencial e do escoamento superficial Hortoniano potencial baseada em dados geológicos, geotécnicos, de uso e ocupação e eventos de chuva**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FARIAS, Talden. **Os 40 anos da Lei de Parcelamento do Solo**. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-dez-21/ambiente-juridico-40-anos-lei-parcelamento-solo>. Acesso em: 20 out. 2020.

FEAM-Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de Solos de Minas Gerais: legenda expandida**. UFV/CETEC/UFLA/FEAM. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010, 49p. Acesso em 02 mai 2022.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Brasília (DF), EMBRAPA, 2017, 78 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160960/1/Manual-PSA-hidricos-2017.pdf>. Acesso em 22 mai 2022.

FIERZ, M. S. M.; ROSS, J. L. S. **O Uso da Metodologia De Fragilidade Ambiental Como Subsídio À Implantação de Plano de Manejo de Parques Estaduais: O Parque Intervales-SP**. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia - II Encontro Latino Americano de Geomorfologia, Anais. Belo Horizonte (MG), 2008. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0284.pdf>. Acesso em 08 de jul 2022.

FORGIARINI, F. R., SOUZA, C. F., SILVEIRA, A. L. L. D., SILVEIRA, G. L. D., TUCCI, C. E. (2007). **Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007**. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/55b2dbdc20f9553fb1300001aa3a0038_a170c3606f95dd26759369ddbb2e5fb2.pdf. Acesso em 12 mar 2023.

FURTADO, D.A.; KONIG A. **Gestão Integrada de Recursos Hídricos**. Campina Grande: Gráfica Agenda, 2008. 115 pp.

HORN, J. F. C. ; TAMIOSSO, M. F. ; SILVEIRA, G. L. ; CRUZ, Jussara Cabral ; SANAGIOTTO, D. G. ; PADILHA, D. G. ; Elisandra Maziero ; SILVA, R. L. L. . **Coefficientes de escoamento superficial: Estudo comparativo entre dados observados e literatura**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011.

IBGE. **Uberlândia**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberlandia.html>.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS. **Corredores Ecológicos**. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/florestas/corredores-ecologicos>>. Acesso em 18 mar 2023.

LIMA, C. D. A.. Considerações sobre ocupações irregulares e parcelamento urbano em áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba-PR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 3, p. 97–114, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v3i0.3031>

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C.. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S. l.], v. 11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180037>

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZI JÚNIOR, R.; GALETI, P. A.; BERTOLINI, D.; LEPCH, I. F.; OLIVEIRA, J.B. **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre**

terraços. In: Simpósio sobre terraceamento agrícola, 1989, Campinas-SP. Anais. Fundação Cargill, 1989. p.99-124.

MICHELOTTO, L. G.; ARAÚJO SOBRINHO, F. L. . **A urbanização dispersa da cidade de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.** Para Onde!?, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 61-67, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1982-0003.82789>

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. **Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.** Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso em 12 mar 2023.

MMA. **Mananciais.** [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/8047-mananciais.html>.

MONTE-MÓR, R. L. As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. In: DINIZ, C. C.; CROCCO, M. B. (org.). **Economia regional: contribuições teóricas recentes.** Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 61–85. E-book. Disponível em: https://www.academia.edu/26051160/AS_TEORIAS_URBANAS_E_O_PLANEJAMENTO_URBANO_NO_BRASIL

MUCHAILH, M. C. et al. **Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos.** Floresta, [S.l.], mar. 2010. ISSN 1982-4688. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/ufv.v40i1.17106>

NAGEL, G. W. et al. **Cálculo da curva número para bacia hidrográfica urbana utilizando diferentes abordagens de classificação para imagem orbital RapidEye: estudo de caso para o arroio Pepino (Pelotas, RS).** Pesquisas em Geociências, v. 47, n. 2, p. e092016, 22 out. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.108583>. Acesso em: 07 dez. 2022.

NISHIYAMA, L.; BACCARO, C. A. D.. **Aproveitamento dos recursos minerais nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba–Uma agressão ao meio ambiente.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 49-52, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v1-1989-61560>

OLIVEIRA, I. C. E. de. **Estatuto da Cidade para compreender.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2001. Disponível em: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/estatuto_cidade.pdf.

PEREIRA, M. Ângelo S.; NEVES, N. A. G. de S.; FIGUEIREDO, D. F. C. **Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos.** GEOGRAFIA (Londrina), [S. l.], v. 16, n. 2, p. 5–24, 2010. DOI: 10.5433/2447-1747.2007v16n2p5. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/5492>. Acesso em: 16 abr. 2023.

PEREIRA, V. H. C.; CESTARO, L. A. **Corredores ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais.** Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 17, n. 58, p. 16–33, 2016. DOI: 10.14393/RCG175802. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/RCG175802>. Acesso em: 16 abr. 2023.

PEZAN, Victor Faria. **Determinação do SCS-Curve Number usando dados hidrológicos observados de bacias hidrográficas brasileiras.** Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-14062022-163223/publico/DissertacaoVictorFariaPezanVersaoCorrigida.pdf>. Acesso em: 12 jan 2023.

PINA, M. F.; SANTOS, S. M. (Orgs.). **Conceitos básicos de Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia, aplicados à saúde**. Brasília: Organização Panamericana de Saúde/Ministério da Saúde, 2000.

Prefeitura Municipal de Uberlândia. Uberlândia. Notícias. **Uberlândia sobe em ranking e se torna a 22ª cidade do Brasil com maior potencial de consumo**. Uberlândia, 24 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2022/05/24/uberlandia-sobe-em-ranking-e-se-torna-a-22a-cidade-do-brasil-com-maior-potencial-de-consumo/>. Acesso em 05 de mai 2023.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2022. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/.

ROSA, R. M. **Unidades de paisagem e zoneamento: subsídios para o planejamento ambiental na bacia do rio Uberabinha-MG**. (Mestrado em Geografia) – Uberlândia: UFU (2021). Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18419>. Acesso em: 28 fev 2023.

ROSA, R. M. **Zoneamento ambiental de bacias hidrográficas: estudo demonstrativo na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba**. Tese (Doutorado em Geografia) – Uberlândia: UFU (2017). Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33852/4/ZoneamentoAfluentesBaixo.pdf>. Acesso em: 03 mar 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>. Acesso em: 26 de junho 2022.

SANTOS, J. DE O.; ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental Urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 08, n. 10, p. 127–144, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5418/RA2012.0810.0009>

SILVA, J. R. F. da. **Zoneamento e forma urbana: ausências e demandas na regulação do uso e ocupação do solo**. 2014. - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.16.2014.tde-30062014-114611>

SILVA, K. N. da. **Expansão urbana do setor sul da cidade de Uberlândia-MG: um estudo dos processos de exclusão e segregação socioespacial**. 2012. - Universidade Federal de Uberlândia, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16132/1/d.pdf>

SILVA, M. R. A.; MACIEL, L. S. C.; MOREIRA, M. F. Zoneamento Ambiental: Um estudo de caso do processo de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia. **Geografia em Atos**, v. 1, n. 13, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.35416/geoatos.v1i13.1735>>.

SIQUEIRA, C.; SEABRA, R. **Sancionada lei de pagamento por serviços ambientais**. In: Meio Ambiente e Energia: Agência Câmara de Notícias. 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/721368-sancionada-lei-de-pagamento-por-servicos-ambientais/>.

SPRÖL, C.; ROSS, J. L. S. **Análise Comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), [S. l.], v. 8, n. 1, p. 39-49, 2004. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.123868. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123868>. Acesso em: 26 abr. 2023.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. Megadiversidade, 2005. Disponível em: <https://repositorio.sistemas.mpba.mp.br/jspui/handle/123456789/322>. Acesso em 13 mar 2023.

TAGNIN, R. A.; MAGALHÃES, E. W. **O tratamento da expansão urbana na proteção aos mananciais: o caso da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Usp, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2001.

TÖNNIES, F.; LOOMIS, C. P. **Community & Society**. Mineola, NY: Dover Publications, 2002. E-book. Disponível em: <https://search.library.wisc.edu/catalog/999468572802121>. Acesso em 15 mar 2023.

TORRES, R.; ALVES, A. C.; TELES, V. **Aumento da vulnerabilidade decorrente do processo de urbanização no concelho de Santo Tirso**. In: XIV Colóquio Ibérico de Geografia. 2014. Disponível em: http://www.lasics.uminho.pt/conferences/index.php/CEGOT/XIV_ColoquioIbericoGeografia/paper/view/2210. Acesso em: 20 fev 2023.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREM, 91p, 1977. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv9679.pdf>. Acesso em 15 mar 2023.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, ABRH, 1993.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>. Acesso em 23 jul 2022.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. **Apostila de gerenciamento da drenagem urbana**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, ed. Porto Alegre: UFRS, 2001. E-book.

UBERLÂNDIA. **Lei Complementar nº523**, de 07 de abril de 2011. Dispõe sobre o parcelamento do solo do município de Uberlândia e de seus distritos e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-uberlandia-mg>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

_____. **Lei Complementar nº 525**, de 14 de abril de 2011. Dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo do município de Uberlândia. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a1/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-uberlandia-mg>>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

_____. **Lei Complementar nº 668**, de 23 de abril de 2019. Altera a Lei Complementar nº 523, de 7 de abril de 2011 e a Lei Complementar nº 525, de 14 de abril de 2011. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-complementar/2019/66/668/lei-complementar-n-668-2019-altera-a-lei-complementar-n-523-de-7-de-abril-de-2011-e-suas-alteracoes-que-dispoe-sobre-o-parcelamento-do-solo-do-municipio-de-uberl-ndia-e-de-seus-distritos-e-da-outras-providencias-e-a-lei-complementar-n-525-de-14-de-abril-de-2011-e-suas-alteracoes-que-dispoe-sobre-o-zoneamento-do-uso-e-ocupacao-do-solo-do-municipio-de-uberl-ndia>>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

_____. **Lei Complementar nº 432**, de 19 de outubro de 2006. Aprova o plano diretor do município de Uberlândia, estabelece os princípios básicos e as diretrizes para sua implantação, revoga a lei complementar nº 78 de 27 de abril de 1994 e dá outras providências. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-uberlandia-mg>>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

_____. Projeto de **Lei Complementar nº 023**, de 2017. Dispõe sobre a revisão Plano Diretor do município de Uberlândia, Revoga A Lei Complementar nº 432, de 19 de Outubro de 2006, e dá outras providências. Disponível em <http://servicos.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/18270.pdf>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

_____. Portal da Prefeitura de Uberlândia. Notícias. **Uberlândia sobe em ranking e se torna a 22ª cidade do Brasil com maior potencial de consume**. Disponível em: <<https://www.uberlandia.mg.gov.br/2022/05/24/uberlandia-sobe-em-ranking-e-se-torna-a-22a-cidade-do-brasil-com-maior-potencial-de-consumo/>>. Acesso em: 10 jan 2023.

WIPPRICH, S. H.; ROCHA, I. O. Plano Diretor De Araquari-SC: **A flexibilização como estratégia da cidade-mercadoria**. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico. Anais. Salvador (BA), UCSal, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/xicbdu2022/485483-plano-diretor-de-araquari-sc-a-flexibilizacao-como-estrategia-da-cidade-mercadoria>>. Acesso em: 03/08/2022.