

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUALIDADE AMBIENTAL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LUCIANO MARAJÓ DE CARVALHO NETO

O RECUO DE ÁREAS ÚMIDAS NA CHAPADA DO RIO UBERABINHA, MG: CAUSAS
E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

UBERLÂNDIA-MG

2022

LUCIANO MARAJÓ DE CARVALHO NETO

O RECUO DE ÁREAS ÚMIDAS NA CHAPADA DO RIO UBERABINHA, MG: CAUSAS
E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental – Mestrado, área de concentração em Gestão e Monitoramento Ambiental, para a obtenção do título de Mestre em Qualidade Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa.

Coorientador: Dr. Guilherme de Castro Oliveira.

UBERLÂNDIA-MG

2022

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

C331
r2022 Carvalho Neto, Luciano Marajó de, 1994-
 O recuo de áreas úmidas na chapada do Rio Uberabinha, MG
 [recurso eletrônico] :causas e implicações ambientais / Luciano
 Marajó de Carvalho Neto. - 2022.

Orientador: Guilherme Resende Corrêa.

Coorientador: Guilherme de Castro
Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em:

<http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.5086>Inclui
bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Qualidade ambiental. I. Corrêa, Guilherme Resende, 1981-,
(Orient.). II. Oliveira, Guilherme de Castro, 1986-, (Coorient.). III.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Qualidade Ambiental. IV. Título.

CDU: 574

André Carlos Francisco
Bibliotecário - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental
BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 2512-6717 - www.ppgmq.iciag.ufu.br - ppgmq@iciag.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Qualidade Ambiental (PPGMQ)				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 06/2022, PPGMQ				
Data:	23 de setembro de 2022	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	18:30
Matrícula da Discente:	12012MQA009				
Nome da Discente:	LUCIANO MARAJÓ DE CARVALHO NETO				
Título do Trabalho:	O RECUO DE ÁREAS ÚMIDAS NA CHAPADA DO RIO UBERABINHA, MG: CAUSAS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS				
Área de concentração:	Meio Ambiente e Qualidade Ambiental				
Linha de pesquisa:	Monitoramento e Gestão Ambiental				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Sem vinculação				

Reuniu-se por meio de web conferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental (PPGMQ), assim composta: Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa (Orientador); Prof. Dr. Guilherme de Castro Oliveira (Coorientador); Prof. Dr. Alan Silveira (UFU); Prof. Dr. André Mundstock Xavier de Carvalho (UFV).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, 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 presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

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 **Guilherme Resende Correa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 29/09/2022, às 08:43, 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 **André Mundstock Xavier de Carvalho, Usuário Externo**, em 29/09/2022, às 10:13, 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 **Alan Silveira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 29/09/2022, às 10:55, 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 **Guilherme de Castro Oliveira, Usuário Externo**, em 03/10/2022, às 11:20, 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 **3746743** e o código CRC **59DCAF64**.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por me proporcionar essa experiência e por me dar forças para eu chegar nessa etapa tão importante da minha vida e por superar todas as dificuldades.

À minha mãe, Viviane Rossi Marajó Gerolin, e ao meu pai, Donizetti Gerolin (*in memoriam*), por me oferecer educação, amor, carinho e me formar como homem. Obrigado por tudo!

À minha irmã, Letícia Rossi Marajó Gerolin, pelo incentivo e por sempre me apoiar na realização do meu sonho.

À minha avó Florismar e à minha avó Terezinha (*in memoriam*) pelo carinho e por sempre rezarem para que tudo desse certo na minha vida. Meu muito obrigado, tenho vocês comigo para sempre. Agradeço também à minha madrinha Luciana Rossi Marajó e ao meu Padrinho José Marajó Neto pelo carinho e pelos conselhos.

À minha noiva, Camilla Abbadia dos Reis, por me auxiliar nos momentos de dificuldade e ser minha companheira. Agradeço muito a sua presença na minha vida.

À Fapemig (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro que me auxiliou na elaboração desta pesquisa.

Aos meus colegas da empresa Rochas Consultoria Ambiental, principalmente ao Alexandre Pereira, à Lara Sales e à Natália Santos, pela amizade e companheirismo. Aos meus supervisores Weder Oliveira Soidan e Arlene Cortês da Rocha pelo auxílio na pesquisa, com seus conhecimentos, experiências e pelo carinho. Meu muito obrigado.

Agradeço também à minha sogra, Shirley Aparecida da Rocha Reis, e ao meu sogro, Antônio Dercio dos Reis, por ceder a sua residência em Uberlândia, pela paciência e pelo carinho. Agradeço também às minhas cunhadas Marielle e Marcella por sempre me auxiliarem e torcerem por mim. Meu muito obrigado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental – PPGMQ e à Universidade Federal de Uberlândia - UFU pela oportunidade de realização do mestrado e pelo incentivo a pesquisa e ao desenvolvimento sustentável e ambiental.

Ao meu orientador e professor Dr. Guilherme Resende Corrêa e ao coorientador Dr. Guilherme de Castro Oliveira pela paciência, por sempre permanecer prestativo em todas as etapas da pesquisa e por me auxiliar na elaboração da pesquisa.

À equipe do Laboratório de Pedologia da UFU pela importante assistência para a concretização e escrita do trabalho, especialmente à Dra. Prímula Viana Campos e ao Ms. Rafael César Silva, e a todos que me apoiaram, torceram e contribuíram para eu chegar até este momento. Meu muito obrigado.

“São as nossas escolhas, que revelam quem realmente somos, muito mais que nossas qualidades” – Alvo Dumbledore.

(Harry Potter e a Câmara Secreta - J. K. Rowling)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	5
2.1 Objetivos específicos	5
3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	6
3.1 Cerrado: ações antrópicas e alterações climáticas	6
3.2 Áreas úmidas do cerrado: campo de murundus e veredas	8
3.2.1 Áreas úmidas.....	8
3.2.2 Campo de murundus	10
3.2.3 Veredas	12
3.3 Sistema de informação geográfica: monitoramento de uso e ocupação do solo	15
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	16
4.1 Caracterização da área de estudo	16
4.2 Compilação e processamento de dados	19
4.2.1 Delimitação bacia hidrográfica.....	19
4.2.2 Base cartográfica.....	19
4.2.3 Dados climáticos.....	23
4.2.4 Dados fluviométricos.....	24
4.2.5 Visitas <i>in loco</i> e levantamento fotográfico aéreo.....	25
4.3 Mapeamento dos pontos de outorgas.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
5.1 Mapas de uso e ocupação do solo	27
5.2 Comparativo de imagens 1964, 1979, 2002 e 2020 na bacia do rio Uberabinha	35
5.3 Cenário atual campo de murundus e veredas.....	43
5.4 Levantamento aéreo.....	46
5.5 Análise estatística dos parâmetros climáticos e fluviométricos.....	48
5.5.1 Precipitação.....	48

5.5.2 Temperatura média	51
5.5.3 Régua linimétrica	54
5.5.4 Vazão hídrica	57
5.6 Utilização do recurso hídrico na bacia hidrográfica do rio Uberabinha	60
6. CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	70

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Esquema do fluxo de água nos campos de murundus durante a estação seca e chuvosa.....	10
FIGURA 2. Esquema de caracterização de vereda – borda, meio e fundo.....	13
FIGURA 3. Localização da bacia do rio Uberabinha.....	16
FIGURA 4. Declividade em porcentagem da bacia do rio Uberabinha	18
FIGURA 5. Fotocarta da área de estudo (cenários 1964, 1979, 2002 e 2020).....	22
FIGURA 6. Estação meteorológica automática A507, localizada na Universidade Federal de Uberlândia, campus Santa Mônica.....	24
FIGURA 7. Régua linimétrica da estação fluviométrica Fazenda Letreiro nº 60381300.	25
FIGURA 8. Foto de drone da área de estudo.....	26
FIGURA 9. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (1964).....	29
FIGURA 10. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (1979).....	30
FIGURA 11. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (2002).....	31
FIGURA 12. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (2020).....	32
FIGURA 13. Uso e ocupação de uma área de vereda (1964, 1979, 2002 e 2020).....	35
FIGURA 14. Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020).....	36
FIGURA 15. Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020).....	37
FIGURA 16. Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020).....	38
FIGURA 17. Uso e ocupação de murundus e área de vereda (1964, 1979, 2002 e 2020)	39
FIGURA 18. Uso e ocupação de murundus e área de vereda (1964, 1979, 2002 e 2020)	40
FIGURA 19. Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020).....	42
FIGURA 20. Campo de murundus localizado próximo à nascente do Córrego do Jacaré	43

FIGURA 21. Vereda do córrego da divisa, afluente do ribeirão Bom Jardim, localizado ao lado da rodovia BR-050, Km 107, lado norte.	44
FIGURA 22. Mineração estabelecida em campo de murundus, próximo ao córrego do Caroço	45
FIGURA 23. Fotografia de drone, em campo de murundus próximo ao ribeirão Beijá-Flor, afluente do rio Uberabinha	47
GRÁFICO 1. Precipitação total anual (1979-2020)	49
GRÁFICO 2. Precipitação total período seco e chuvoso (1979-2020).....	50
GRÁFICO 3. Temperatura média anual (1979-2020)	52
GRÁFICO 4. Temperatura média período chuvoso e seco (1979-2020)	53
GRÁFICO 5. Altura média régua linimétrica anual (1979-2019)	55
GRÁFICO 6. Altura média régua linimétrica período seco e chuvoso (1979-2019)	56
GRÁFICO 7. Vazão média anual (1979-2019)	58
GRÁFICO 8. Vazão média período seco e chuvoso (1979-2019)	59
GRÁFICO 9. Quantitativo de outorgas deferidas por ano, na bacia de estudo	60
FIGURA 24. Mapa de outorgas deferidas da bacia do rio Uberabinha	61
FIGURA 25. Mapa de finalidade das outorgas da bacia do rio Uberabinha	62
FIGURA 26. Mapa da região no entorno da área de campos de murundus e localização de outorga deferida de poço tubular para irrigação em área de campo de murundus e reserva legal averbada.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Estações meteorológicas	23
TABELA 2. Uso e ocupação do solo da área de estudo por período em hectares	28
TABELA 3. Perdas de áreas úmidas por período	33
TABELA 4. Perdas de campo de murundus por período	34
TABELA 5. Perdas de veredas por período	34
TABELA 6. Precipitação total período anual e seco em mm, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020)	48
TABELA 7. Precipitação total período chuvoso em mm, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020).....	49
TABELA 8. Matriz de correlação de Pearson e p-valor entre precipitação e os anos....	50
TABELA 9. Temperatura média anual e período seco em °C, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020)	51
TABELA 10. Temperatura média período chuvoso em °C, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020).....	52
TABELA 11. Matriz de correlação de Pearson entre temperatura média e os anos.....	53
TABELA 12. Média régua linimétrica período anual e seco em cm (1979-2020).....	54
TABELA 13. Média régua linimétrica período chuvoso em cm (1979-2020).....	55
TABELA 14. Matriz de correlação de Pearson entre régua linimétrica e os anos	56
TABELA 15. Média vazão hídrica anual e período seco em m ³ /s (1979-2020).	57
TABELA 16. Média vazão hídrica período chuvoso em m ³ /s (1979-2020).....	58
TABELA 17. Matriz de correlação de Pearson entre vazão e os anos	59
TABELA 18. Modos de uso das outorgas bacia hidrográfica de estudo.....	63
TABELA 19. Dados da outorga localizada em campo de murundus.....	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA: Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico

AUs: Áreas Úmidas

APP: Área de Preservação Permanente

DMAE: Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IEF: Instituto Estadual de Florestas

IGAM: Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IPCC: Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas

MDE: Modelo Digital de Elevação

PCI: Programa de Crédito Integrado e Incorporação dos Cerrados

POLOCENTRO: Programa de Desenvolvimento dos Cerrados

PRODECER: Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados

UFU: Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

As áreas úmidas da região do alto curso da bacia do rio Uberabinha reduziram em consequência da expansão agrícola e pecuária. O fato dessas áreas terem perdido espaço resulta na perda da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, além da alteração no equilíbrio ecológico da região. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar e quantificar as diminuições nas áreas úmidas da região do alto curso da bacia do rio Uberabinha através da comparação de imagens orbitais dos anos de 1964, 1979, 2002 e 2020, tendo como produto os mapas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica para os mencionados anos. Identificou-se variados usos antrópicos em áreas úmidas, como silvicultura, cultura anual irrigada, cultura não irrigada e mineração, totalizando uma redução de 42,77% no quantitativo de áreas úmidas no alto curso da bacia do rio Uberabinha entre os anos de 1964 e 2020. Dentro dos parâmetros analisados, a vazão hídrica indicou uma correlação negativa no período seco, tendendo à redução (Person: -0,3321, p-valor 0,034) entre o período de 1981 a 2019, enquanto a temperatura média anual apresentou uma correlação positiva de aumento (Person: 0,87, p-valor: $3,06 \cdot 10^{-11}$) entre 1979 e 2020 e a precipitação total anual indicou uma correlação negativa (Person: -0,3439, p-valor: 0,0464), tendendo à redução entre 1979 e 2020. A perda de áreas úmidas e redução da vazão da área de estudo estão associados a mudança no uso do solo.

Palavras- Chave: Recursos hídricos; cerrado; murundus; veredas.

ABSTRACT

The wetlands in the region of the upper course of the Uberabinha river basin have reduced as a result of agricultural and livestock expansion. The fact that these areas have lost space results in the loss of quality and quantity of water resources, in addition to changing the ecological balance of the region. In this context, the present study aims to identify and quantify the decreases in wetlands in the region of the upper course of the Uberabinha river basin through the comparison of orbital images from the years 1964, 1979, 2002 and 2020, having as a product the maps of land use and occupation of the hydrographic basin for the mentioned years. Various anthropic uses were identified in wetlands, such as forestry, irrigated annual crops, non-irrigated crops and mining, totaling a 42.77% reduction in the quantity of wetlands in the upper course of the Uberabinha river basin between 1964 and 2020. Within the parameters analyzed, the water flow indicated a negative correlation in the dry period, tending to a reduction (Person: -0.3321, p-value 0.034) between the period from 1981 to 2019, while the average annual temperature showed a correlation positive increase (Person: 0.87, p-value: 3.06.10-11) between 1979 and 2020 and total annual precipitation indicated a negative correlation (Person: -0.3439, p-value: 0.0464), tending to decrease between 1979 and 2020. The loss of wetlands and the reduction in flow in the study area are associated with changes in land use.

Keywords: Water resources; cerrado; murundus; veredas.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico no Brasil teve como consequência negativa a utilização inadequada de áreas de proteção e conservação ambiental para diferentes tipos de ocupação, como agricultura, pecuária e mineração. Tais atividades alteraram as áreas de vegetação drasticamente e afetaram os recursos naturais de interesse coletivo.

As áreas úmidas são reconhecidas como ecossistemas de grande importância para a população, pois desempenham diversas funções, como estocar e ajustar o fluxo hídrico, além de acolher uma grande biodiversidade (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

No ano de 1971, foi realizada a Convenção Ramsar no Irã, com o objetivo de conter as progressivas perdas de áreas úmidas em todo o mundo (RAMSAR, 2010), a fim de garantir a manutenção das funções ecológicas fundamentais dessas áreas, enquanto reguladoras do regime das águas e detentoras de flora e fauna características, sobretudo das aves aquáticas.

Nesse contexto, em 1993 o Brasil assinou um acordo com a Convenção que implicou uma política nacional de gestão inteligente e de proteção a áreas úmidas e sua biodiversidade, somando-se a outros 150 países. Entretanto, passados os anos da assinatura da convenção, houve pouca evolução em ambiente nacional (DIEDGUES, 1994; 2002; BRASIL, 2011).

A morosidade na implementação das metas da Convenção Ramsar no Brasil resultou em impactos antrópicos nas áreas úmidas, em decorrência da necessidade do ajuste do tratado na Convenção de Ramsar por cada país, cujo documento deve ser elaborado de acordo com as suas legislações e especificidades das áreas úmidas presentes no seu território (JUNQUEIRA, 2021).

A convenção Ramsar é considerada como o primeiro tratado global com objetivo direcionado a um tipo característico de ecossistema (áreas úmidas). Atualmente, a convenção conta com cerca de 168 países, somando ao todo 2 milhões de hectares de áreas úmidas protegidas no mundo todo (FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA, 2015).

Presentemente, não existem levantamentos de áreas úmidas em todas as regiões brasileiras, por carência de critérios de definição e demarcação. Recentemente, algumas instituições científicas reuniram esforços para desenvolver bases ecológicas para

delinear e classificar áreas úmidas brasileiras e seus principais habitats (JUNK et al., 2014). Contudo, apesar da importância dessas áreas, os estudos são insuficientes para fornecer dados a respeito da localização, extensão e outras informações fundamentais (MELACK; HESS, 2004).

O Manual 15 Ramsar de Inventário de Áreas Úmidas (RAMSAR, 2010), este reconhece a importância dos levantamentos para identificar as áreas úmidas, pois o levantamento traz consigo as diretrizes para a quantificação, avaliação, identificação das áreas a serem recuperadas, análise do risco e a fragilidade desses ambientes.

Na região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, há extensas e contínuas chapadas de superfície plana, destacando-se a chapada de Uberlândia a Uberaba, no alto curso do rio Uberabinha. Sobre essa chapada, apresentam-se áreas úmidas como veredas e campos de murundus, os quais estão associados a corpos hídricos (MOREIRA, 2017). Segundo Oliveira e Rosolen (2014), os sistemas úmidos (veredas e campos de murundus), presentes em ambientes de chapadas, são regiões importantes para a conservação da flora e fauna nativa, além da preservação da quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Os campos de murundus são áreas úmidas que se caracterizam a partir de montículos em formato arredondado, coberto por vegetação herbácea e arbórea. Essas áreas apresentam uma característica particular, em que os solos se tornam saturados ou supersaturados em determinados períodos do ano (CORRÊA, 1989; DARLINGTON, 1985; ARAÚJO NETO et al., 1986; CASTRO JÚNIOR, 2002).

Outra área úmida da região da chapada entre Uberaba e Uberlândia é a vereda, caracterizada pela presença de solos hidromórficos, que abrigam nascentes formadoras de cursos d'água estacionais ou permanentes (DUNK; RUWER; FELISBERTO, 2016). Na região do Triângulo Mineiro, as veredas ocorrem em diferentes superfícies geomórficas. A superfície geomórfica representa um ambiente próprio, originando recursos naturais com características fundamentais ao meio ambiente (RAMOS et. al, 2006).

Na região da chapada, estima-se que, entre 1964 e 1994, com uma forte acentuação a partir do ano de 1980, mais de 6 mil hectares de áreas úmidas foram drenados ou ressecados, cedendo lugar principalmente à agropecuária (SCHNEIDER, 1996). De acordo com Borges (2012), no período de 1994 a 2009, houve uma perda de 2.074 hectares de áreas úmidas na bacia do alto curso do rio Uberabinha.

A identificação das alterações no uso do solo, realizada atualmente mediante a comparação de imagens orbitais, vem se concretizando como instrumento principal que viabiliza dados sobre as feições da superfície terrestre, tais como: área irrigada, tipo de culturas, salinidade, insuficiência de água, balanço de energia, identificação de áreas em processo de degradação e desmatamento (MAXWELL; SYLVESTER, 2012).

Além da perda das áreas úmidas, os parâmetros climáticos têm variado significativamente na região da bacia hidrográfica do rio Uberabinha. De acordo com estudos feitos por Petrucci (2018), no ano de 1981 a temperatura média anual do município de Uberlândia era de 21,5°C. Já em 2015, a média anual chegou a 24,08°C (um aumento de 2,58°C em um período de 34 anos). Entende-se que as mudanças observadas no clima provavelmente irão afetar significativamente a distribuição e a natureza das áreas úmidas (ZEZZO, 2019). De acordo com o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2015), verifica-se que até o final do século 21, a temperatura média do cerrado irá aumentar entre 4 e 5° C. Entende-se então que os eventos climáticos extremos de seca e chuva tendem a ser cada vez mais frequentes no bioma do cerrado.

Mediante esse cenário, torna-se necessário monitorar e preservar as áreas úmidas da região, visto que essas têm grande importância para o meio ambiente e para os recursos naturais, especialmente como fonte hídrica, a qual é aproveitada para irrigação de lavouras, dessedentação de animais e geração de energia elétrica (ROSOLEN et al., 2009).

Atualmente na bacia do rio Uberabinha, estão implantadas duas represas responsáveis pelo abastecimento público, sendo uma localizada no rio Uberabinha e outra no ribeirão Bom Jardim. A captação e tratamento do recurso é realizada pelo DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia, para abastecer a população de Uberlândia-MG, a qual apresentou um efetivo populacional estimado no ano de 2020 de 699.097 habitantes de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020).

A importância da preservação ambiental das áreas úmidas justifica-se não somente pela alta biodiversidade, mas também por sua função para recarga hídrica (EITEN, 2001), visto que importantes bacias hidrográficas nacionais obtêm do bioma cerrado o principal ambiente de recarga.

Escolheu-se para este estudo as áreas úmidas da bacia hidrográfica do alto curso do rio Uberabinha, em função da ausência de informações em âmbito regional sobre a redução das áreas de campos de murundus e veredas, além do esclarecimento da perda gradativa de área úmidas.

Devido à temporalidade pretérita das ações antrópicas sobre as áreas úmidas, os dados remotos e sistemas de informação geográfica – SIG são instrumentos apropriados e reconhecidos para avaliação e monitoramento dessas áreas, através de, por exemplo, imagens de fotografias aéreas, mapas cartográficos e imagens orbitais (GONÇALVES; CUNHA; JUNK, 2019).

2. OBJETIVO GERAL

Identificar por imagens orbitais e fotografias aéreas, dados climáticos e de vazão, o que ocasionou a diminuição das áreas úmidas (campos de murundus e veredas) durante o período de 1964 a 2020 na bacia de alto curso do rio Uberabinha, localizada na região da chapada entre Uberlândia - Uberaba, MG, Brasil.

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar as alterações de uso e ocupação do solo sobre as áreas úmidas entre o período de 1964 a 2020.
- Avaliar as alterações nos parâmetros climáticos (temperatura e pluviosidade) e parâmetros hidrológicos (vazão e marcações em régua linimétrica) no período de 1979 a 2020.

3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 Cerrado: ações antrópicas e alterações climáticas

O bioma cerrado é considerado a formação savânica mais biodiversa e ameaçada do mundo, que atualmente ocupa cerca de 23% do território nacional (PROJETO MAPBIOMAS, 2020). Essas áreas se distribuem de acordo com o tipo de solo, geomorfologia, irregularidades de regime hídrico e umidade. A flora do cerrado abriga mais de 11.000 espécies de plantas nativas, das quais aproximadamente 44% são endêmicas (JUNK, 2014).

A flora nativa é predominante heliófila, adaptada à forte estacionalidade a solos ácidos, bem drenados, pobre em nutrientes com lençol freático profundo e permanente e a alta sazonalidade com amplos períodos secos, anualmente adjuntos a solos de pouca fertilidade, que exigem grande disponibilidade de água para irrigação e uso da terra (RODRIGUES et al., 2018).

De acordo com Bizzerril (2003), o cerrado é composto por diferentes fitofisionomias, sendo elas divididas em três formações paisagísticas:

- Formações florestais (mata ciliar, mata de galeria e cerradão)
- Savânicas (cerrado *strito sensu*, vereda, parque cerrado e palmeiral)
- Campestre (campo sujo, campo limpo e campo rupestre).

Atualmente o cerrado vem suportando grandes alterações em termos de uso agropecuário, índice demográfico e do aumento da temperatura média nas últimas décadas (JUNK, 2014), sendo o bioma brasileiro que mais perdeu habitats nos últimos anos. De acordo com o Projeto Mapbiomas (2021) cerca de 20,9% de área total de vegetação foi desmatada entre o período de 1985 a 2021.

As décadas de 1970 e 1980 foi o período em que as áreas de vegetação do bioma foram mais desmatadas, em meio à criação de programas governamentais de financiamento e incentivo. Entre esses programas vale ressaltar alguns de cunho importante para produção nestas áreas, como o Programa de Crédito Integrado e Incorporação dos Cerrados (PCI), criado em 1972, o qual estimulava o aumento na produção de exportação de grãos, obtendo a ocupação de grandes áreas. Outro programa que auxiliou o crescimento da agricultura no cerrado foi o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro) criado em 1975, este teve grande

relevância e tinha como objetivo a ocupação e ordenamento das áreas de cerrados (SILVA, 2000).

As atividades do programa Polocentro foram responsáveis pela ocupação de 2,4 milhões de hectares entre os anos de 1975 a 1980 (MATOS; PESSOA, 2011).

Outro programa de incentivo foi o Prodecer (Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados), instituído em 1979. O projeto foi criado a partir de negociações efetuadas pelo governo brasileiro e pelo governo japonês. A 1ª etapa da iniciativa, em 1980, foi direcionada ao estado de Minas Gerais; a 2ª etapa, em 1987, ampliou a área de abrangência do programa para os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia; e a 3ª etapa abarcou os estados do Maranhão e Tocantins no ano de 1995. O programa atuou nas mais diferentes áreas de plantio, comercialização e industrialização e dinamizou o crescimento do setor agrícola. Contudo, os agravos ambientais decorrentes do processo causaram impactos ambientais, como a erosão do solo e a retração dos ecossistemas (MATOS; PESSOA, 2011).

A expansão agropecuária e urbanização vem suprimir gradativamente o cerrado brasileiro. Outra preocupação é com o comportamento climático, que aumentou devido às implicações antrópicas originadas na década de 80, com o desmatamento das florestas, queimadas e o crescimento urbano acelerado (FERREIRA, 2003; TUCCI, 2002).

As alterações climáticas afetam várias funcionalidades de uma bacia hidrográfica, tais como: o balanço hídrico, a vazão e a recarga dos aquíferos (FERRAZ, 2006). No Brasil 75% do CO₂ provém da agricultura e da alteração no uso do solo. Em resumo, a modificação do uso do solo, representa mais de dois terços do total das emissões nacionais, e as áreas úmidas entram com uma função importante de fornecer a equilíbrio dos gases de efeito estufa e uma das formas de conter os impactos da mudança do clima é a preservação das áreas úmidas (CERRI et al., 2007; ÁREAS, 2019).

De acordo com o 5º Relatório de Avaliação (AR-5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgado em 2014, há evidências de que as atividades antrópicas alteraram e alteram a composição atmosférica da superfície da terra (IPCC, 2013). Segundo o AR-5 do IPCC, a maior razão de emissões de gases de efeito estufa é consequência especialmente do

desmatamento de vegetação nativa para utilização do solo em atividades agropecuárias (IPCC, 2014).

3.2 Áreas úmidas do cerrado: campo de murundus e veredas

3.2.1 Áreas úmidas

Segundo Junk e Piedade (2015) o Brasil tem 20% de seu espaço territorial coberto de AUs (áreas úmidas), sendo que há cerca de 111 terminologias de áreas úmidas encontradas no ordenamento jurídico brasileiro, entre legislações municipais, estaduais e federais.

As áreas úmidas são sistemas permanentemente ou sazonalmente saturados, inundados e alagados, formados em relevos e substratos que admitem maior acúmulo de águas superficiais e/ou subsuperficiais (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2018). Nas áreas úmidas típicas do cerrado, o lençol freático permanece próximo à superfície e aflora durante a estação de alta precipitação, diferente do período seco que não apresenta a mesma quantidade (EITEN, 2001).

Segundo Junk e Piedade (2015):

As AUs são aquelas áreas episodicamente ou periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freático, de forma que a biota responde ao ambiente físico-químico com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas gerando estruturas específicas e características dessas comunidades. (JUNK; PIEDADE, 2015)

Esses ambientes também possuem importantes depósitos de material orgânico, com a função de regulação dos cursos hídricos. É comprovado o grande potencial dessas regiões no sequestro de carbono.

A localização das Aus na paisagem afeta profundamente a dinâmica da matéria orgânica do solo, principalmente devido à umidade, pois esse ambiente permite que a velocidade de decomposição da matéria orgânica seja mais lenta, com isso torna-se necessário proteger e recuperar áreas úmidas em bacias hidrográficas com grandes áreas agrícolas, pois essas áreas teriam implicações expressivas no sequestro de carbono, minimizando as emissões de CO₂ para a atmosfera. A partir do crescimento populacional, os interesses humanos sobre os recursos das áreas úmidas aumentaram,

sendo eles para o uso agrícola e crescimento urbano (ZEDLER; KERCHER, 2005; CAPOANE, SANTOS; KUPLICH, 2016).

A Resolução Conjunta IBAMA / SEMA / IAP nº 45, de 25 de setembro de 2007, reconhece que as áreas úmidas são ecossistemas frágeis, de alta complexidade ecológica, importantes para a estabilidade ambiental e manutenção da biodiversidade que, por permanecerem em relevos planos ou depressões, se encontram frequentemente com elevados níveis de saturação hídrica, situação essa que determina uma elevada capacidade de fixação de carbono que, por sua vez, resulta numa alta disposição de retenção de água, aumentando a capacidade de filtragem das águas e de regularização da vazão dos rios.

De acordo com a Lei Estadual de Minas Gerais nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, Artigo 2º, Inciso VIII, entende-se como “áreas úmidas os pantanais e as superfícies terrestres inundadas naturalmente e de forma periódica, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”. Ainda conforme o artigo 10 dessa mesma lei, as APPs (Áreas de Preservação Permanente) destinadas à proteção de áreas úmidas só poderão ser constituídas quando declaradas como de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo.

As áreas úmidas desempenham inúmeras funções ambientais que se demonstram na sua própria diversidade tipológica. Os sistemas de classificação das áreas úmidas são fundamentais para a sua proteção e gestão (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2018). Atualmente, em alguns países do mundo, como Estados Unidos e Nova Zelândia, ações vêm sendo realizadas para interromper os impactos, mitigar e recuperar as áreas úmidas já degradadas por meio da conversão de uso do solo (MITSCH; DAY 2006).

No cerrado, por conta da extensa malha hidrográfica e da ocorrência de várias zonas de afloramento do lençol freático, como veredas, margens de rios sem vale encaixado, o processo de drenagem dessas áreas úmidas foi intenso durante os anos de ação do programa PróVárzea (Projeto de Manejo dos Recursos Naturais da Várzea), criado em 1981, o qual apresentou extrema problemática para a conservação e o manejo ambiental e socialmente sustentável dos recursos naturais (SCHNEIDER, 1996).

A inclusão das veredas no Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE tornou-se uma das ferramentas para o monitoramento de áreas úmidas. O ZEE exerce a importante função de guiar a definição de usos do solo de acordo com critérios

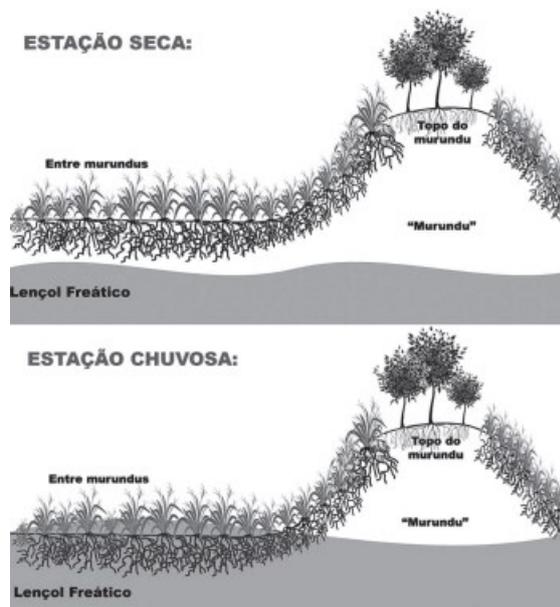
ambientais, com regiões prioritárias para preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e dos caminhos ecológicos (QUEIROZ, 2015).

3.2.2 Campo de murundus

Os campos de murundus, reconhecidos regionalmente como ‘covoais’, são importantes áreas de recarga hídrica. Os murundus são caracterizados por microrrelevos (montículos ou morrotes) circulares ou elípticos, com dimensão variável, em depressões côncavas úmidas situadas em relevo de topo plano e fundo de vales. Esses morrotes possuem de 0,5 a 15 metros de diâmetro e de 0,3 a 2,0 metros de altura (SCHNEIDER, 1996; SCHNEIDER; SILVA, 1991), onde se desenvolvem ilhas com vegetação de cerrado *stricto sensu* (FERREIRA JÚNIOR, 2019), com latossolos vermelho-amarelos, sendo envoltos por gramíneas e solos hidromórficos (gleissolos) (ARAÚJO NETO et al., 1986).

Nos murundus, é comum a ocorrência de arbustos e árvores de pequena estatura, estas áreas estão conectadas às nascentes de córregos e possuem lençol freático aparente, que oscila de acordo com os períodos chuvoso e seco do ano (Figura 1) (SCHNEIDER, 1996; SCHNEIDER; SILVA, 1991). As nascentes do rio Uberabinha são formadas por áreas de campo de murundus, considerado um tipo de ecossistema raro em ambiente nacional (ROSOLEN, 2014).

FIGURA 1 – Esquema do fluxo de água nos campos de murundus durante a estação seca e chuvosa



Fonte: Paulino et al, 2015.

Segundo Araujo Neto et. al. (1986), os campos de murundus são formados por espécies de cupins (ordem Isoptera), análogos aos “cupins de savana”, os quais ocupam somente os locais onde as condições ambientais são mais apropriadas para sua sobrevivência.

Os campos de murundus são classificados como área úmidas continentais, com a presença do nível de água superficial, de curta duração, em áreas ripárias de córregos ou em pequenas depressões alimentadas pela água pluvial (JUNK, 2014). Os murundus constituem áreas com importante preservação ambiental para a biodiversidade, com grandes riscos de perda por meio da atividade agropecuária (ROSOLEN; OLIVEIRA; BUENO, 2015).

A dinâmica da água em campos de murundus demonstra a sua importância como nascentes e armazenadores de água (CASTRO JÚNIOR, 2002). Essas áreas úmidas vêm passando por uma diminuição considerável, especialmente nos últimos 40 anos, na bacia do rio Uberabinha. Embora a falta de preservação dos campos seja a principal causa de seu recuo, ao que tudo indica, o rebaixamento do lençol freático originou o colapso desse sistema (CORRÊA, 1989; SCHAEFER, 2001; CASTRO JÚNIOR, 2002).

Atualmente não existe na legislação federal ou na legislação estadual de Minas Gerais especificação com relação à preservação de área de campo de murundus, não sendo necessário adotar uma Área de Preservação Permanente no entorno da área úmida. Vale ressaltar que, no Estado de Goiás, se apresenta legislação com objetivo direcionado para a proteção e conservação de campos de murundus, através da Lei 20.773/2020, com isso entende-se que faltam leis mais diretas, relacionadas a esse tipo de área úmida no estado de Minas Gerais.

Os campos de murundus na bacia do rio Uberabinha estão localizados nas regiões de nascentes dos afluentes, portanto é imprescindível a preservação desses ambientes (MOREIRA, 2017). Essas áreas estão em constante processo de retração, podendo afetar a vazão hídrica da bacia hidrográfica.

3.2.3 Veredas

As veredas se apresentam adjacentes aos cursos d'água. Na época da estação de baixa pluviosidade, muitos animais buscam, por meio delas, água, alimento e locais para reprodução, tal propriedade torna a preservação de veredas um fator relevante (BASTOS; FERREIRA, 2010).

A Lei Estadual nº 20.922 de 16 de outubro de 2013 descreve vereda como sendo “a fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos onde o lençol freático aflora na superfície, usualmente com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* – buriti emergente em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas; (Art. 2º, XV). Além disso, determina que as faixas marginais, em projeção horizontal, apresentem larguras mínimas de 50 metros a partir do término das áreas de solo hidromórfico, sendo consideradas como APPs (Art. 8, IX), devendo, portanto, ser conservadas com vegetação nativa (Art. 11), com função de proteger os recursos naturais ambientais, os recursos hídricos, a paisagem, a fauna e flora (MONTEIRO; MENEZES, 2019).

As veredas apresentam solos hidromórficos e saturados durante a maior parte do ano. Geralmente ocupam os vales ou áreas planas adjuntos às redes de drenagem não definidas, sem a presença de campo de murundus. Também são comuns em parte intermediária do terreno, próximas à borda de matas de galeria (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Quanto à abordagem florística e fitofisionômica, as veredas são separadas por zonas, sendo “borda”, “meio” e “fundo” e estão respectivamente apresentadas, como: “zona seca” (representada com gramíneas), “zona encharcada” (representada com arbustos) e “zona do canal” (representada com buritis) (Figura 2).

- Borda
- A borda das veredas faz a transformação entre o cerrado e o ambiente brejoso típico das veredas. Há um predomínio de hábito herbáceo-graminoso e subarbustivo, mas é comum encontrar espécies arbóreas do cerrado adjacente das famílias Fabaceae, Melastomataceae, Asteraceae, Myrtaceae Rubiaceae, embora geralmente essas apresentem porte subarbustivo, devido à limitação edáfica, tais como pouca profundidade efetiva e maior grau de saturação de

umidade do solo. A região de borda apresenta predominância de gleissolos háplicos (ARAÚJO *et al.*, 2002).

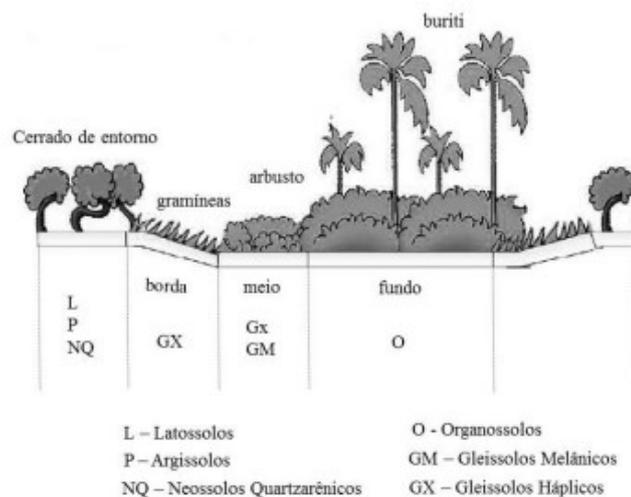
- Meio

Na zona do meio das veredas, o grau de saturação de umidade do solo eleva em relação à borda, embora ainda a saturação não seja constante como no caso do fundo das veredas. O ambiente é essencialmente herbáceo-graminoso e subarbustivo, com ausência de algumas formações arbóreas. Apresentam-se densas touceiras da família *Cyperaceae*, *Poaceae* e *Xyridaceae* que se desenvolvem tanto nesta área como também na região do fundo das veredas (ARAÚJO *et al.*, 2002; OLIVEIRA; ARAÚJO; BARBOSA, 2009).

- Fundo

Na área do fundo, encontram-se predominantemente herbáceas a arbóreas, da família *Cyperaceae*, *Poaceae* e *Xyridaceae* (OLIVEIRA; ARAÚJO; BARBOSA, 2009), e apresenta um número limitado de espécies, com a presença marcante do buriti (*Mauritia flexuosa*). A zona de fundo conta com a presença de gleissolos melânicos ou organossolos (ARAÚJO *et al.*, 2002).

FIGURA 2 – Esquema de caracterização de vereda – borda, meio e fundo



Fonte: Adaptado de Ramos (2004); Ribeiro e Walter (2008).

Nas veredas da chapada do rio Uberabinha, observa-se alteração gradativa dos solos do terço inferior em direção ao terço superior da vereda (RAMOS, 2006). Embora o buriti seja um componente frequente nas veredas, a sua ocorrência não corresponde essencialmente à presença de uma vereda, conforme Ribeiro e Walter (1998), para veredas típicas do cerrado.

Segundo Ferrari (2014) as áreas de veredas estão sendo ameaçadas por diversas ações antrópicas como pastagens, reflorestamentos, mineração, construção de estradas e outras atividades que acarretam aumento dos processos erosivos na região do cerrado. Essas atividades colaboram para o assoreamento de veredas e resultam em perdas de funções ecológicas e hidrológicas. Outra atividade crescente no cerrado é a agricultura em grande escala, representada especialmente pelas culturas anuais de soja e milho, as quais necessitam de altas quantidades de recurso hídrico para irrigação (FERRARI, 2014).

Diversas construções de barragens em veredas, exploração de argila e turfa, além do avanço da urbanização, trazem consequências catastróficas para este ambiente, com os assoreamentos dos talwegues e a deterioração de sua vegetação natural (FERRARI, 2014; GUIMARÃES, 2001).

A preservação das veredas tem importância no sentido de impedir interferências negativas no sistema hídrico, notadamente no tocante à vazão e à quantidade de água armazenada nas depressões úmidas (SCHNEIDER, 1996). Ainda, as veredas acolhem uma extensa quantidade de espécies da fauna e da flora, como um importante abrigo para animais migratórios à procura de água e alimento, além de também representar um corredor ecológico natural no domínio do cerrado (MELO, 2008; LIMA, 1991).

Logo, é necessário enfoco em sua preservação, com base na legislação, com a finalidade de garantir que essas áreas úmidas desempenhem suas funções ambientais, como, abastecimento de água, mobilidade da fauna e diversidade botânica (BARBOSA, 2006).

3.3 Sistema de informação geográfica: monitoramento de uso e ocupação do solo

A análise da utilização do solo consiste em extrair informações sobre as áreas utilizadas e monitorar a maneira que a população usufrui do meio ambiente. Deste modo, é possível realizar a diferenciação das interações antrópicas e apresentá-las por meio de mapas cartográficos (SANTOS; PETRONZIO, 2011).

Através do geoprocessamento e dos sistemas de informações geográficas - SIG, destacam-se as análises de conflitos de uso do solo, servindo como instrumento para tomada de decisões em casuais intervenções em Área de Proteção Ambiental (APA), principalmente de atividades de recuperação e monitoramento de desmatamentos e queimadas (NUNES et al., 2015).

O monitoramento ambiental é fundamental para garantir a manutenção da biodiversidade e a efetiva proteção de áreas naturais. Desse modo, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são importantes ferramentas que admitem abranger as mudanças na cobertura do solo, no diagnóstico ambiental e no ordenamento territorial (SILVA ANDRADE; SILVA MELO; SILVA, 2019). A informação de atributos naturais de áreas úmidas e o seu monitoramento pode ser admissível a partir de sensoriamento remoto com o auxílio de geoprocessamento e da cartografia (MARTINI,2006).

O planejamento adequado do uso do solo torna-se fundamental para impedir agravos ao meio ambiente. Com isso, a aplicação do uso das geotecnologias está presente para apoiar a deliberação de decisão do diagnóstico ambiental permitindo a recuperação e conservação dos recursos naturais. Estudos atuais destacam que o planejamento dessas áreas é de grande seriedade, pois facilita a localização das áreas protegidas por lei de forma precisa e de qualidade para que se possa contribuir com ações ambientais preventivas (SOUZA, 2020).

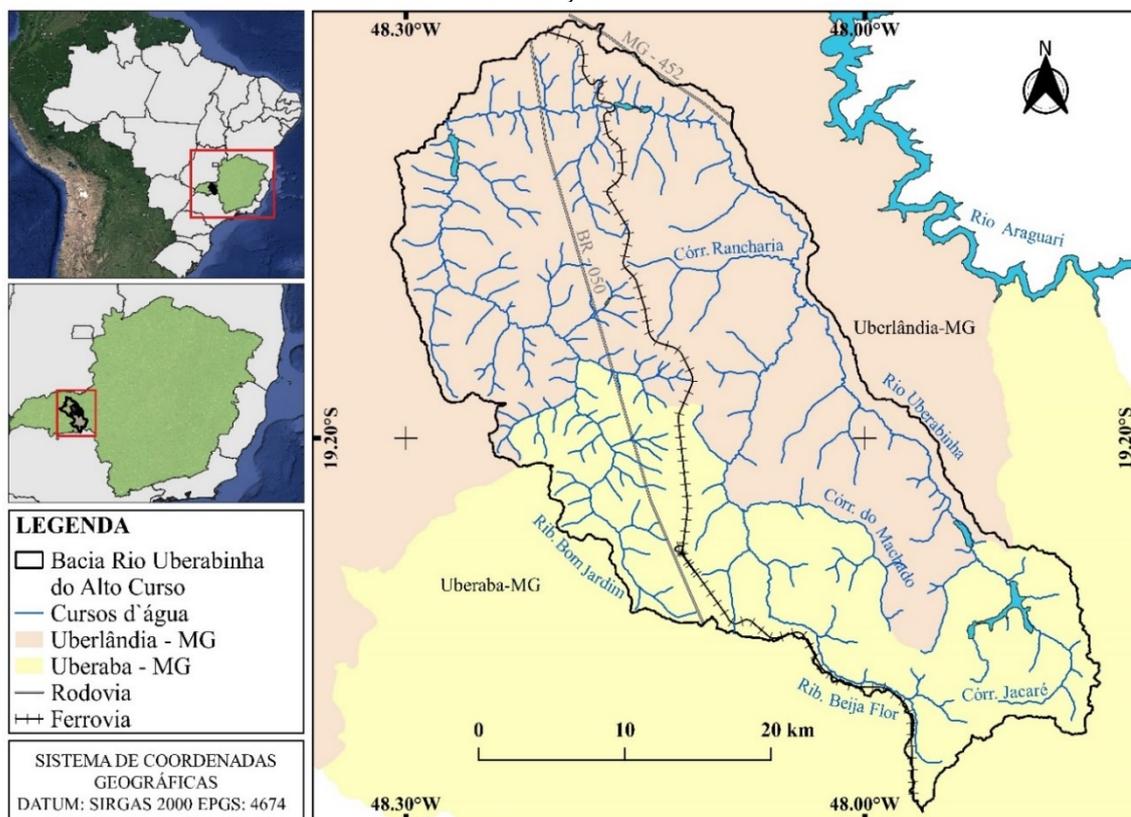
4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na região do alto curso da bacia hidrográfica do rio Uberabinha (Figura 3) localizada na região do Triângulo Mineiro, abrangendo os municípios de Uberlândia e Uberaba, entre as coordenadas (48° 11' 52" Oeste e 18° 58' 01" Sul e 47° 54' 32" Oeste e 19° 22' 47" Sul), com uma área total de 122.019,60 hectares.

A área possui clima tropical semiúmido, com inverno seco e verão chuvoso. O clima é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen. A temperatura média varia entre 20° e 22° C. A precipitação média anual é de 1.500 mm. Os maiores índices pluviométricos mensais na região do rio Uberabinha ocorrem no período de outubro a março (período chuvoso), já de abril a setembro, apresenta considerável diminuição na pluviosidade (PETRUCCI, 2018; QUEIROZ, 2012).

FIGURA 3 – Localização da bacia do rio Uberabinha

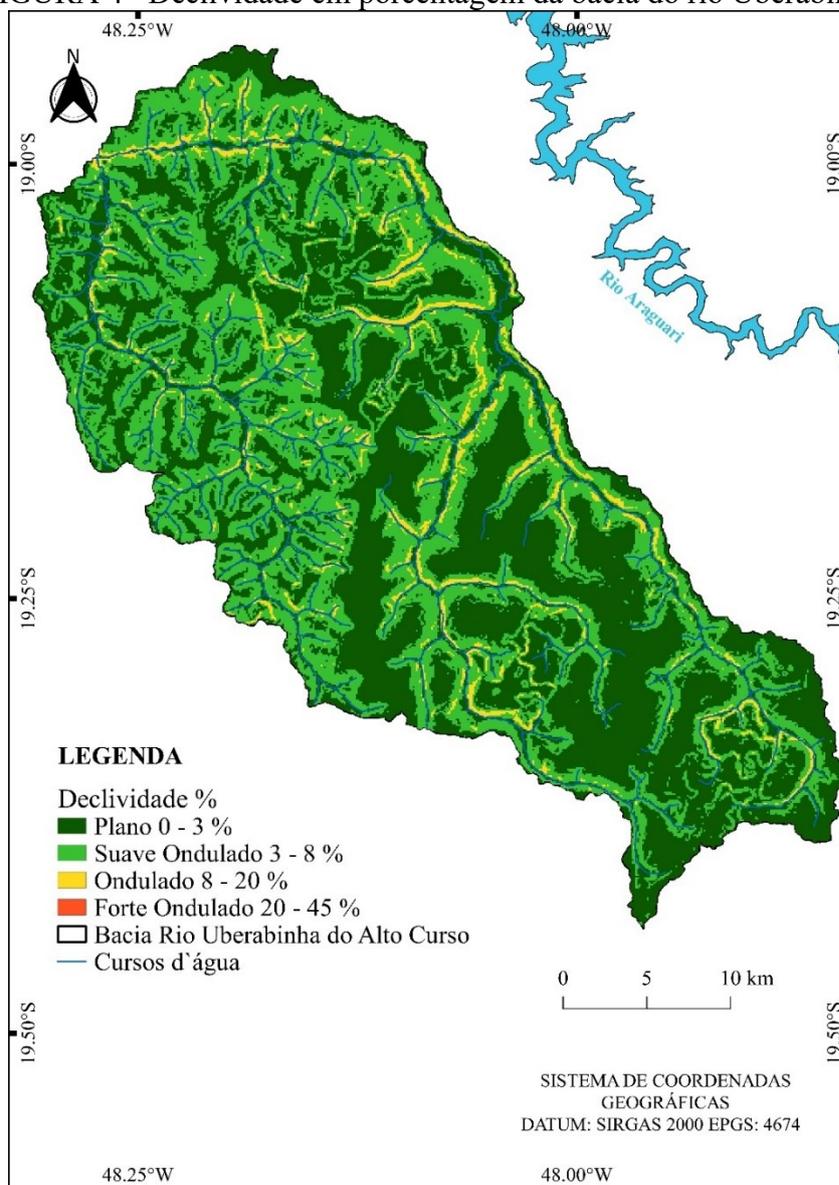


Fonte: Autor (2021).

A geologia é representada pelos arenitos e conglomerados das Formações Marília e Botucatu e pelos basaltos da Formação Serra Geral. A topografia é predominantemente qualificada por planaltos, com altitudes entre 950 e 1050 metros, a vegetação característica é o cerrado, fortemente alterado pela agricultura e pastagem (OLIVEIRA; MAGALHÃES,2015; MARTINS, 2014).

Na região predominam latossolos com argilas de baixa atividade como caulinita, óxidos de ferro (hematita e goethita) e de alumínio (gibbsita), pH e teor de carbono baixos, exceto nas áreas de veredas (solos hidromórficos) (ROSOLEN et al., 2009). Na área de estudo, encontram-se, predominantemente, os Latossolos Vermelho Amarelos, que são originados das rochas sedimentares e da cobertura Detrito-Laterítica de idade cenozoica, que recobre as superfícies tabulares (FELTRAN FILHO, 1997).

FIGURA 4 –Declividade em porcentagem da bacia do rio Uberabinha



Fonte: Autor (2021).

Os canais de drenagem apresentam um padrão predominantemente retilíneo, entretanto, no rio Uberabinha, é normal o desenvolvimento de curtos meandros. A rede fluvial proporciona contornos geométricos retangulares, com baixa densidade de drenagem. Este rio é afluente da margem esquerda do rio Araguari inserido na bacia do rio Paranaíba, um dos constituintes da bacia do rio Paraná (SOARES; SANTOS; DANTAS, 2011). A região do rio Uberabinha possui 49 afluentes, os mais importantes são, os ribeirões Beija-flor, Bom jardim e o rio das Pedras (OLIVEIRA; MAGALHÃES, 2015).

4.2 Compilação e processamento de dados

4.2.1 Delimitação bacia hidrográfica

Para definição da área da bacia de estudo, foi utilizado o *software* QGIS, versão 3.8, por meio da ferramenta GRASS, versão 7.8.3 e plugin *r.watershed*. Com a ferramenta, foi possível gerar uma modelagem dos limites de bacias hidrográfica e sua rede de drenagem a partir de um modelo digital de elevação (MDE). Foram adquiridos os modelos digitais de elevação da região da bacia, através do sítio eletrônico de dados geomorfométricos do Brasil – Topodata, da parcela de folhas: 18s495, 18s48, 19s495 e 19s48. Através dos modelos digitais do Topodata, foi possível a criação da delimitação da área da bacia pretendida, juntamente com camada vetorial dos cursos d'água.

4.2.2 Base cartográfica

As imagens para constituição dos mapas de uso e ocupação do solo abrangem os seguintes anos: 1964, 1979, 2002 e 2020. Foram utilizadas imagens de fotografias aéreas para o ano de 1964 do acervo do Instituto Brasileiro do Café, fotografadas por meio da *United States Air Force* (USAF), adquiridas através do laboratório de cartografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As imagens usadas na pesquisa são datadas de 23/07/1964. Foram utilizadas 16 imagens pancromáticas de tamanho 13070 m x 11830 m, com resolução espacial de 2 metros.

As imagens do ano de 1979 são provenientes de fotografias aéreas pancromáticas do município de Uberlândia, obtidas da mesma fonte. Essas são datadas de 26/04/1979, sendo utilizadas 94 imagens de tamanho 5440 m x 5870 m, com uma resolução espacial de 1 metro.

As imagens utilizadas do ano de 2002 foram adquiridas através do sítio eletrônico do IBGE, sendo ortomosaicos em escala 1:25.000, com resolução espacial de 1 metro, de tamanho 14016 m x 13967 m que integra o projeto SPMGGO. As imagens são apresentadas por um mosaico de fotografias aéreas coloridas, articuladas por folhas, segundo o recorte do mapeamento sistemático brasileiro. As imagens se apresentam entre o quadrilátero geográfico de 07°30'' de latitude por 07°30'' de longitude, cuja data do voo é de julho de 2002, a partir de aerolevantamento executado pela empresa Base

Aerofotogrametria e Projetos S.A. Foram utilizadas no estudo 22 imagens do acervo do IBGE da região de Uberlândia e Uberaba-MG: SE-23-Y-C-I-3-SO/2489-3-SO, SE-23-Y-C-I-3-NO/2489-3-NO, SE-23-Y-C-I-1-SO/2489-1-SO, SE-22-Z-D-III-2-SE/2488-2-SE, SE-22-Z-D-III-1-SE/2488-1-SE, SE-23-Y-C-I-3-SO/2489-3-SO, SE-22-Z-B-VI-4-SO/2451-4-SO, SE-23-Y-C-I-3-NE/2489-3-NE, SE-23-Y-C-I-3-SE/2489-3-SE, SE-22-Z-B-VI-4-SE/2451-4-SE, SE-22-Z-B-VI-3-SE/2451-3-SE, SE-23-Y-C-I-3-NO /2489-3-NO, SE-23-Y-C-I-1-SO/2489-1-SO, SE-22-Z-D-III-4-NO/2488-4-NO, SE-22-Z-D-III-4-NE/2488-4-NE, SE-22-Z-D-III-2-SE /2488-2-SE, SE-22-Z-D-III-2-NO/2488-2-NO, SE-22-Z-D-III-2-SE/2488-2-NE, SE-22-Z-D-III-1-SO/2488-1-SE, SE-22-Z-B-VI-4-NO/2451-4-SE, SE-22-Z-D-III-1-NE/2488-1-NE, SE-22-Z-D-III-2SO-MI/2488-2-SO.

A base cartográfica oriunda de fotografias aéreas (1964, 1979 e 2002) foi georreferenciada com a utilização da ferramenta georreferenciador do QGIS. Foram utilizados como referência 10 pontos de controle, com método linear e amostragem por vizinho mais próximo. O erro residual médio das imagens apresentou valores de até 10 metros. A mesma metodologia foi realizada para todas as imagens aéreas do estudo.

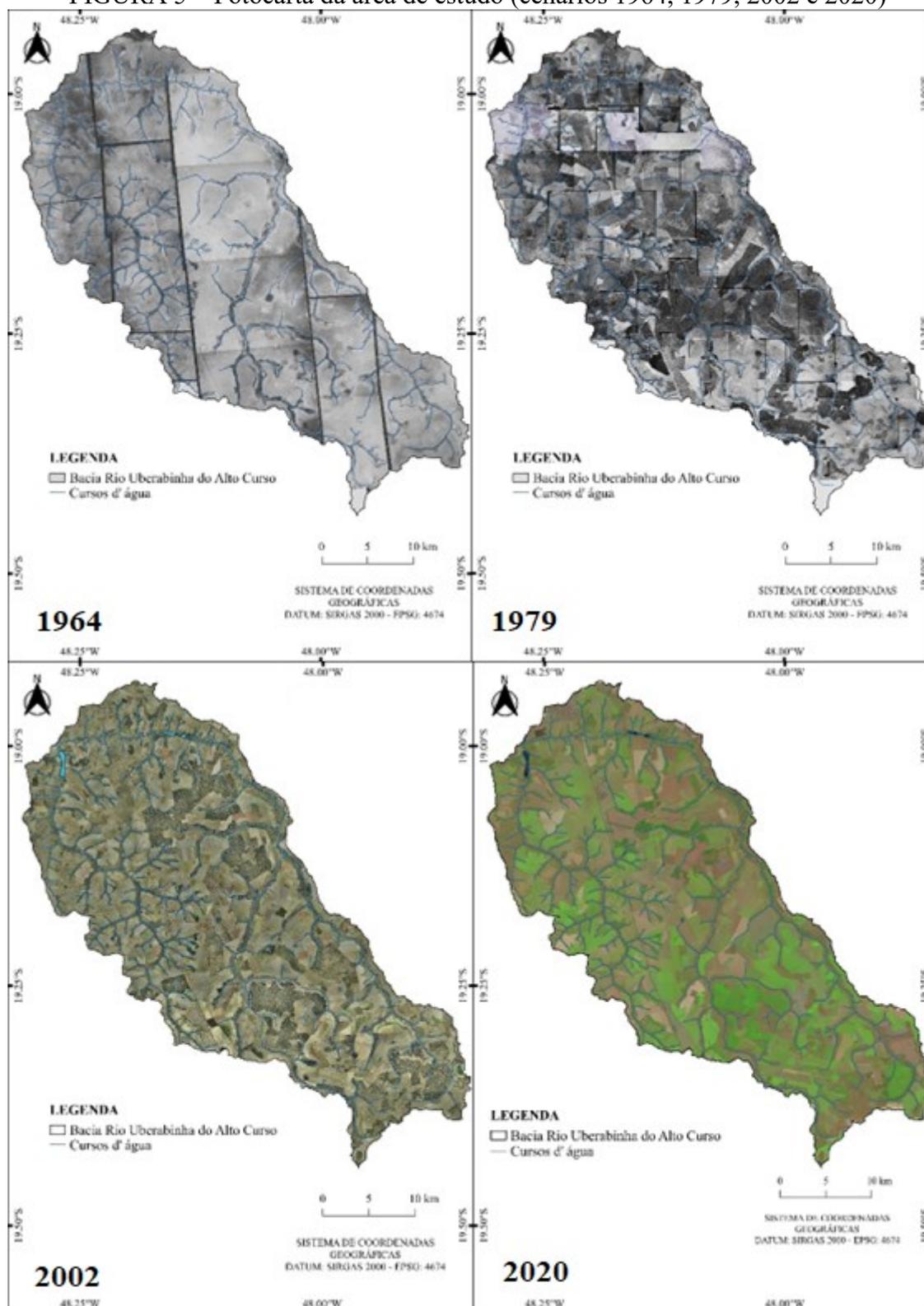
As imagens do ano de 2020 foram obtidas por meio do USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos) pelo *site* do *Earth Explorer*. Foram utilizadas cenas obtidas pelo satélite Sentinel-2B, datadas de 18/07/2020, com uma resolução espacial de 10 metros. Para produção do mapa de uso do solo foi usada como referência a imagem do Google Earth do ano de 2020 fornecida pela empresa *Maxar Technologies*, com inserção da imagem através do plugin *QUICKMAPSERVICES* do *software* QGIS. A imagem de referência possui uma resolução espacial de 2 metros. Através do *software* QGIS foi realizada a correção atmosférica da imagem de satélite Sentinel-2B, de acordo com a reflectância adequada.

Para elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo, foi utilizado o método de vetorização de imagens a partir de visualização em tela, através da criação de polígonos em formato *shapefile* para cada uso específico, uma vez que as imagens do ano de 1964, 1979 e 2002 são analógicas, não sendo possível a classificação pelo método SCP (*Semi-Automatic Classification Plugin*), método de classificação automática dos pixels. Para a imagem de 2020, foi realizado o mesmo processo de vetorização. O sistema de projeção geográfica utilizado foi o Sistemas de Coordenadas Geográficas Datum: Sirgas 2000 - Código EPSG: 4674.

Após produção e elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo, esses foram comparados para identificação dos locais de perdas de áreas úmidas e suas respectivas alterações na ocupação entre o período de estudo. A Figura 5 se refere às imagens de fotografias aéreas do ano de 1964, 1979, julho/2002 e à imagem de satélite de 2020.

Os usos e ocupação do solo foram diferenciados em: áreas urbanizadas, barramento, cerradão, campo cerrado, cerrado *stricto sensu*, campo de murundus, complexo industrial e propriedades rurais, cultura anual irrigada e não irrigada, mata de galeria, mineração, pastagem cultivada, pastagem nativa, silvicultura e veredas.

FIGURA 5 – Fotocarta da área de estudo (cenários 1964, 1979, 2002 e 2020)



Fonte: Adaptado de United States Air Force – USAF (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002) e Sentinel (2020).

4.2.3 Dados climáticos

Para análise dos dados climáticos foram escolhidos os parâmetros climáticos: temperatura e precipitação entre o período de 1979 a 2020, com o objetivo de avaliar o comportamento dos dados em comparação às áreas úmidas.

Para a análise estatística, foram escolhidas as estações que fazem parte da região onde se encontra a bacia hidrográfica de estudo (Uberaba e Uberlândia) (Tabela 1). Foi realizada a partir dos dados a correlação linear de Pearson entre os anos e os dados adquiridos. As análises foram realizadas utilizando os *softwares* RGUI e o ACTION versão 2.9, com uma significância de 5% para o p-valor.

TABELA 1 – Estações meteorológicas

Elemento	Período	Estação	
Temperatura	01/01/1979 a 31/12/1980	Convencional 83577 – Uberaba-MG	
	01/01/1981 a 31/12/2006	Convencional 83527 – Uberlândia-MG	
	01/01/2007 a 31/12/2020	Automática A507 – Uberlândia-MG	
Precipitação	01/01/1979 a 31/12/1980	Convencional 83577 - Uberaba-MG	
	01/01/1981 a 30/12/2006	Convencional 83527 - Uberlândia-MG	
	01/12/2006 a 31/12/2020	Automática A507 - Uberlândia-MG	
Tipo de Estação	Código	Local	Coordenadas
Convencional	83577	Uberaba-MG	Latitude: 19,73 S Longitude: 47,95 O
Convencional	83527	Uberlândia-MG	Latitude: 18,55 S Longitude: 48,17 O
Automática	A507	Uberlândia-MG	Latitude: 18,92 S Longitude: 48,26 O

Fonte: INMET (2020).

Separou-se os parâmetros analisados entre três períodos, sendo: período seco (abril a setembro do respectivo ano); período chuvoso (outubro do ano a março do próximo ano); período anual (média para temperatura e soma total para precipitação). Para o parâmetro temperatura, não foram aproveitados os anos que apresentaram ausência de dados, foram utilizados somente os anos que contaram com 75% ou mais de presença. No caso da precipitação, foram descartados da análise os meses e os anos que apresentaram quaisquer falhas nas observações.

Para a temperatura média, os anos de 1979, 1984, 1985, 1990, 1999, 2002, 2003, 2004 e 2008 não apresentam dados suficientes, pois não atingiram o percentual mínimo

(75%) para serem inseridos na análise, devido à falha de leitura e gravação de dados da estação, por isso foram retirados da análise.

Para a precipitação média, os anos de 1984, 1985, 1988, 1989, 1990, 1996, 2007 e 2008 apresentaram falta de dados, não sendo suficientes para ingressar na análise, devido à falta de dados das estações, por isso foram desconsiderados.

FIGURA 6 – Estação meteorológica automática A507, localizada na Universidade Federal de Uberlândia, campus Santa Mônica



Fonte: Acervo do autor (fevereiro/2022).

4.2.4 Dados fluviométricos

Para análise estatística dos dados fluviométricos, foram utilizados os dados de vazão hídrica e dos níveis da lâmina d'água (medida por meio de réguas linimétricas) no período de 01/01/1979 a 31/12/2019.

As séries históricas de dados fluviométricos foram adquiridas através do *site* da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio da plataforma HIDROWEB versão 3.2.6. A estação fluviométrica utilizada no estudo foi a de código número 60381300 (Figura 7), a qual está regulamentada na ANA, localizada nas coordenadas geográficas 18,99 S e 48,22 O, sendo o IGAM/MG (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) o órgão responsável pela manutenção e disponibilidade de dados.

O ano de 2020 não foi analisado no estudo devido à falta de atualização dos dados por meio da ANA- Agência Nacional de Águas, após o período de dezembro/2019.

FIGURA 7 – Réguas linimétricas da estação fluviométrica Fazenda Letreiro nº 60381300



Fonte: Queiroz (2012).

Para o estudo, os dados foram separados entre três períodos, sendo: período seco (abril a setembro do respectivo ano) período chuvoso (outubro a março do ano seguinte), período anual (média). As mesmas análises estatísticas dos parâmetros climáticos foram realizadas utilizando o *software* RGUI e ACTION 2.9, com uma significância de 5% para o p-valor.

Os anos de 1987 e 1988 foram desconsiderados da análise, por não forneceram dados suficientes em 75% do período para os parâmetros vazão hídrica e régua linimétrica.

4.2.5 Visitas *in loco* e levantamento fotográfico aéreo

Para o estudo das áreas úmidas foi realizada uma visita *in loco* efetuada no dia 30/11/2020 por meio do levantamento fotográfico, para o reconhecimento e identificação do cenário atual das áreas úmidas, além dos usos e ocupação do solo presentes na bacia hidrográfica do rio Uberabinha, que auxiliou na elaboração do mapa de uso do solo de 2020.

Foi realizado, no dia 26/02/2022, um levantamento fotográfico aéreo por meio do equipamento Drone DJI Mavic Pro, a uma altura de 100 metros, em uma área de campo

de murundus (Figura 8), da bacia hidrográfica do rio Uberabinha, situada nas coordenadas (latitude: 19° 06'49,7" e longitude: 48° 04'27,2"). A área em questão foi selecionada como objeto de estudo devido ao uso antrópico para silvicultura, observado na região.

FIGURA 8 – Foto de drone da área de estudo



Fonte: Acervo do autor (fevereiro/2022).

4.3 Mapeamento dos pontos de outorgas

Em 02/03/2022, efetuou-se a consulta das outorgas presentes na bacia de alto curso do rio Uberabinha, para informações sobre os pontos de captação, as vazões captadas e as formas de utilização do recurso hídrico. Os dados foram adquiridos através do *site* da IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) – SISEMA (Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) e do IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Com os dados, confeccionou-se um mapa para cada tipo de captação e um mapa com as finalidades de uso do recurso hídrico, em busca de representar o quantitativo atual de recurso captado na bacia e os seus propósitos de uso.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Mapas de uso e ocupação do solo

A partir dos mapas de uso e ocupação do solo (Figuras 9, 10 e Tabela 2), verifica-se que entre os anos de 1964 e 1979, houve uma redução de vegetação de 32,77% (39.985,82 hectares). Entre 1979 a 2002, a perda da vegetação se prolongou, atingindo 82,82% (40.030,20 hectares), enquanto a cultura não irrigada cresceu 55.689,98 hectares.

Em relação à silvicultura entre 1964 a 1979 (Figuras 9 e 10), houve um crescimento de 32.599,98 hectares. Esse aumento está relacionado aos incentivos governamentais no início da década de 1970, na região do Triângulo Mineiro, pois entre 1970 e 1973, empresas como a Companhia Resa, Caxuana S.A. e a Reflorestadora Perdizes implantaram silviculturas em diversas áreas na região de Uberlândia (GOLFARI, 1975; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2021).

Entre o período de 1979 a 2002 (Figuras 10 e 11), a área dedicada à silvicultura apresentou uma diminuição de 47,73% (15.732,37 hectares). A partir da década de 1990 houve uma expansão agrícola na região do Triângulo Mineiro de culturas como o café, o milho e a soja. Tais culturas fizeram parte de uma política do Estado para modernizar e ampliar o crescimento agrícola na região do cerrado (SOUZA, 2012).

Para as culturas anuais, durante o período entre 1964 e 1979, houve um crescimento de 9.237,57 hectares. Entre 1979 e 2002, as culturas anuais cresceram 55.689,98 hectares. A partir do ano de estudo de 2002, a cultura anual irrigada se apresentou implantada na bacia, preenchendo uma área de 137,77 hectares, localizada na parte sul da bacia próxima à nascente do rio Uberabinha. Entre 2002 e 2020, ocorreu um avanço contínuo das culturas anuais em 10.931,77 hectares e as culturas irrigadas em 1.533,60 hectares.

Conforme pode ser observado nas Figuras 11 e 12, entre os anos de 2002 a 2020 as culturas anuais irrigada e não irrigada se estabeleceram como uso principal na bacia hidrográfica, sendo que em 2002 ocupava 65.390,37 hectares e em 2020 atingiu 74.855,74 hectares, estendendo-se por 61,34% da área total da bacia de estudo. A expansão das áreas agrícolas ocorreu conjuntamente com as ações de desmatamento da vegetação nativa da região, sendo ocupadas também as áreas úmidas, devido à carência de leis ambientais entre o período de 1964 e 2002.

Os barramentos obtiveram um crescimento entre 1964 e 1979 em 161,12 hectares, e entre 1979 e 2002 para 238,82 hectares. Entre 2002 e 2020, houve um aumento de 17,2 hectares. As causas dos aumentos podem estar relacionadas às alterações da cobertura do solo para utilização de lavouras, pecuária e silvicultura, as quais necessitam de grande quantidade de recurso hídrico para manejo de sua produção.

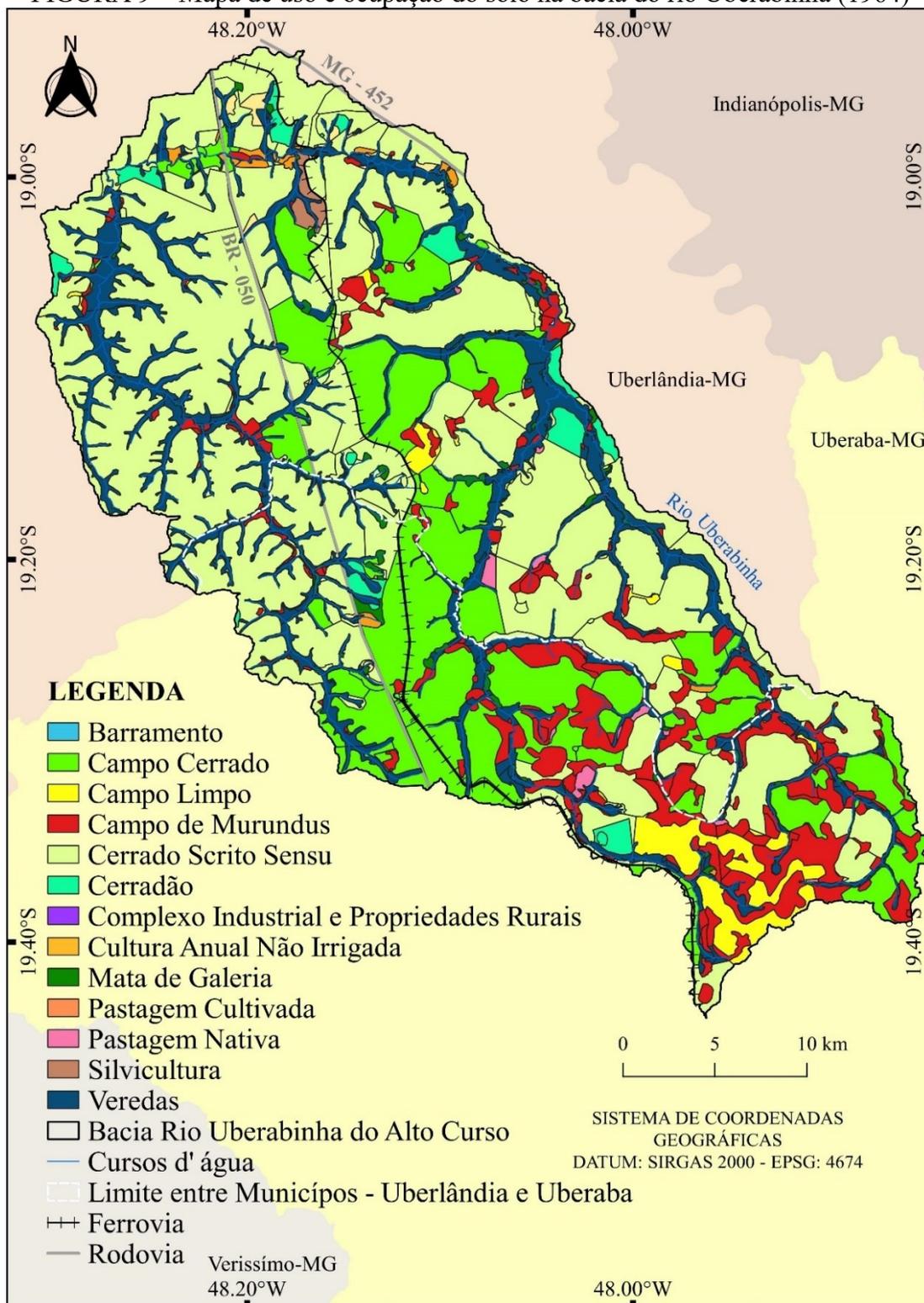
As matas de galeria, entre o período de 1964 a 2020, apresentaram um aumento de 3.492,60 hectares. Este aumento pode estar correlacionado com as leis ambientais criadas para preservação e conservação do recurso hídrico, com diretrizes para recuperação de vegetação nativa das APPs, auxiliando nesse crescimento natural.

TABELA 2 – Uso e ocupação do solo da área de estudo por período em hectares

Classe do Solo	1964	1979	2002	2020
Áreas urbanizadas	-	-	371,59	990,18
Barramento	61,35	222,47	461,29	478,49
Campo cerrado	24.817,74	5.268,55	2.904,09	1.633,47
Campo limpo	3.317,83	1.577,14	-	-
Campo de murundus	11.653,94	10.768,48	5.362,09	3.978,77
Cerrado <i>stricto sensu</i>	59.679,59	38.808,33	4.080,11	6.285,13
Complexo industrial e propriedades rurais	-	83,50	637,65	717,30
Cultura anual irrigada	-	-	137,77	1.671,37
Cultura anual não irrigada	325,05	9.562,62	65.252,60	73.184,37
Mata de galeria	1.446,76	2.186,60	2.968,57	4.939,36
Mineração	-	-	73,34	91,45
Pastagem cultivada	491,62	1.132,46	5.538,40	3.870,25
Pastagem nativa	435,08	284,18	1.604,66	1.242,49
Savana florestal (Cerradão)	2.237,08	2.676,63	1.316,25	1.329,20
Silvicultura	356,20	32.956,18	17.223,81	9.077,11
Veredas	17.197,36	16.492,46	14.087,38	12.530,66
TOTAL			122.019,60	

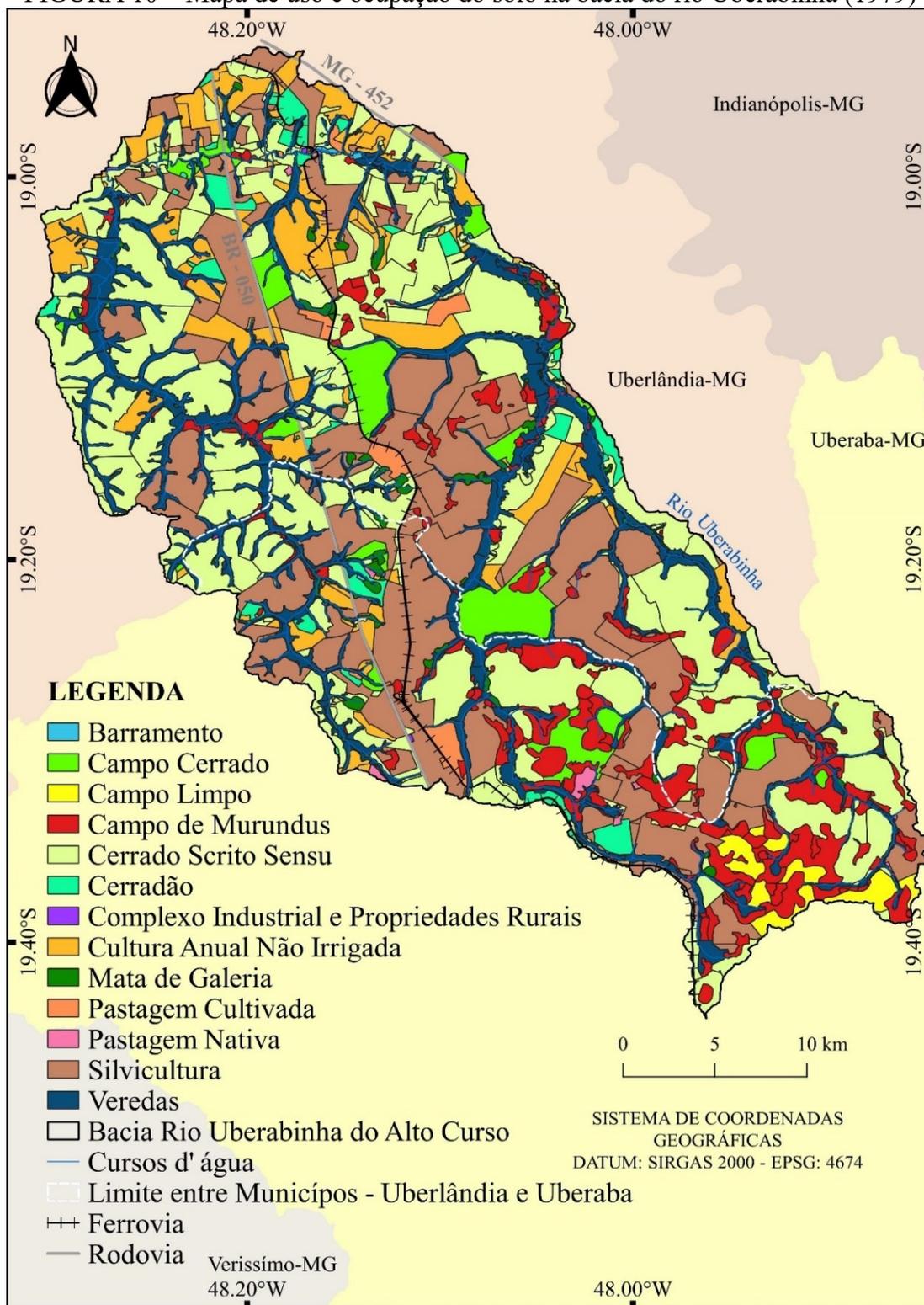
Fonte: Autor (2021).

FIGURA 9 – Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (1964)



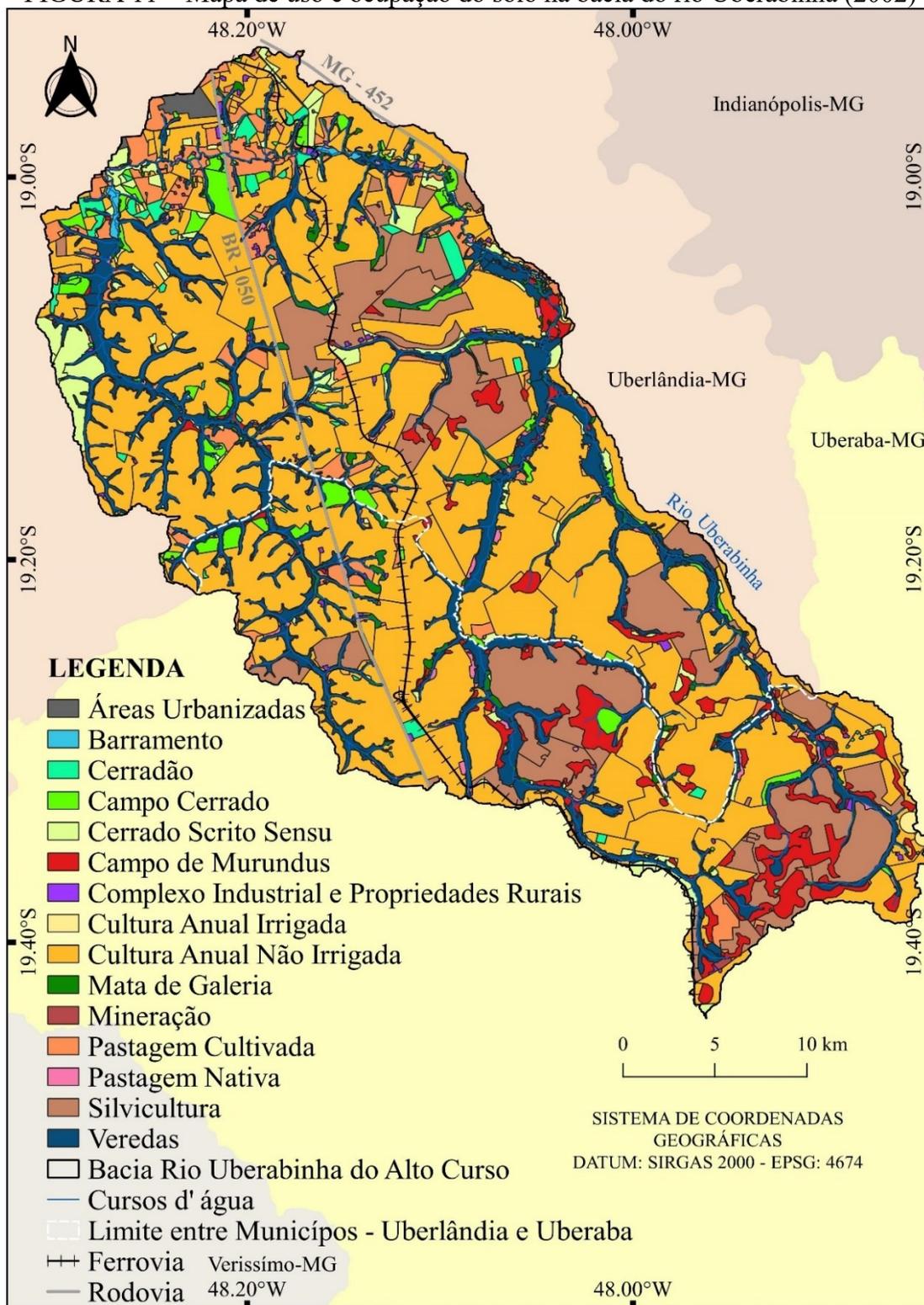
Fonte: Autor (2021).

FIGURA 10 – Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (1979)



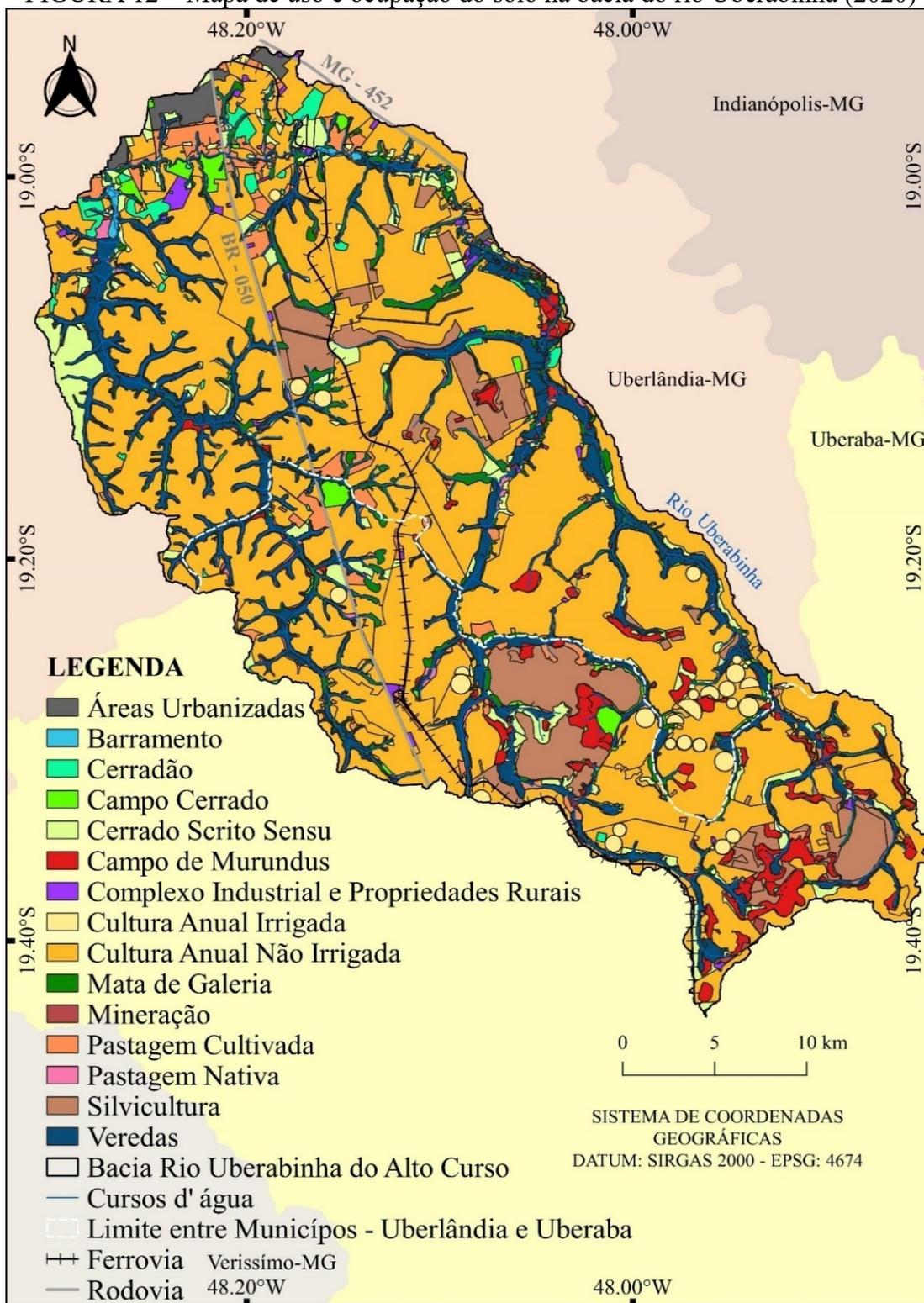
Fonte: Autor (2021).

FIGURA 11 – Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (2002)



Fonte: Autor (2021).

FIGURA 12 – Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberabinha (2020)



Fonte: Autor (2021).

Através das observações das Figuras 9, 10, 11 e 12 e Tabela 3, verifica-se que o período entre 1979-2002 foi o mais crítico em relação à perda de áreas úmidas (27,07%) com perda de 7.811,47 hectares. O período se compara com o de maior desmatamento de vegetação nativa do cerrado na bacia hidrográfica objeto deste estudo.

De acordo com a Tabela 3, observa-se que as áreas úmidas da bacia do rio Uberabinha apresentaram uma perda total de 42,77% (12.341,87 hectares) entre o período de 1964 a 2020.

TABELA 3 – Perdas de áreas úmidas por período

Áreas úmidas			
Cobertura total por ano (ha)	Período	Redução (ha)	%
1964 – 28.851,30	1964-1979	1.590,36	5,51
1979 – 27.260,94			
1979 – 27.260,94	1979-2002	7.811,47	27,07
2002 – 19.449,47			
2002 – 19.449,47	2002-2020	2.940,04	10,19
2020 – 16.509,43			
TOTAL		12.341,87	42,77

Fonte: Autor (2021).

Ressalva-se que a diminuição nas áreas úmidas entre o período de 2002 e 2020, não foi crescente, em comparação com 1979 a 2002, devido ao Decreto Federal de nº 6.514 de 22, de julho de 2008, que dispõe sobre infrações e sanções administrativas a quem cometer qualquer dano ao meio ambiente, garantidos a ampla defesa e o contraditório. Além disso, o Código Florestal (Lei 12.651/2012) estabeleceu o uso antrópico consolidado em área rural a qualquer intervenção em APPs antes da data de 22/08/2008 e restrições para intervenções após essa data (BRASIL, 2012).

Os mapas de uso e ocupação do solo (Figuras 11 e 12) indicam que a perda de campo de murundus concentrou-se em maior parte na região sul da área de estudo, a qual contém a porção mais plana da bacia, enquanto as áreas de veredas apresentaram maiores perdas na região norte e leste. A região sul da bacia de estudo é o local onde se encontra a nascente do rio Uberabinha, próximo ao córrego do Jacaré, e este apresenta áreas com grande presença de campos de murundus.

A partir das Tabela 4 e 5, observa-se que as áreas de veredas apresentaram menores perdas do que a de campo de murundus, sendo que os murundus reduziram, no período de 1964 a 2020, 7.675,17 hectares (65,86%) e as veredas, 4.666,70 hectares

(29,73%). No ano de 2020, as veredas ocupavam 10,27%; e os campos de murundus 3,26% da área total da bacia.

TABELA 4 – Perdas de campo de murundus por período

Campos de Murundus			
Murundus (ha)	Período	Redução (ha)	%
1964 – 11.653,94 ha 1979 – 10.768,48 ha	1964-1979	885,46	7,60
1979 – 10.768,48 ha 2002 – 5.362,09 ha	1979-2002	5.406,39	46,39
2002 – 5.362,09 ha 2020 – 3.978,77 ha	2002-2020	1.383,32	11,87
TOTAL		7.675,17	65,86

Fonte: Autor (2021).

TABELA 5 – Perdas de veredas por período

Veredas			
Vereda (Hectares)	Período	Redução (ha)	%
1964 – 17.197,36 ha 1979 – 16.492,46 ha	1964-1979	704,90	4,10
1979 – 16.492,46 ha 2002 – 14.087,38 ha	1979-2002	2.405,08	14,58
2002 – 14.087,38 ha 2020 – 12.530,66 ha	2002-2020	1.556,72	11,05
TOTAL		4.666,70	29,73

Fonte: Autor (2021).

Segundo estudos de Carvalho e Alves (2008) e Lima (1991), a degradação das áreas úmidas impactam suas funções ecossistêmicas principais, como: funcionar como uma zona de descarga e área de recarga dos aquíferos, além da perenização dos rios a jusante desses sistemas. Essas características protegem a bacia hidrográfica e equilibram a vazão hídrica necessária para a vegetação presente.

O estudo se compara ao de Paulino et al. (2015) que identificaram em regiões do Brasil diversas áreas de campo de murundus alteradas para o uso agrícola. Com o inadequado manejo e uso do solo, ocorreram degradação das suas particularidades, como: alteração na densidade, resistência, estabilidade e capacidade de retenção da água.

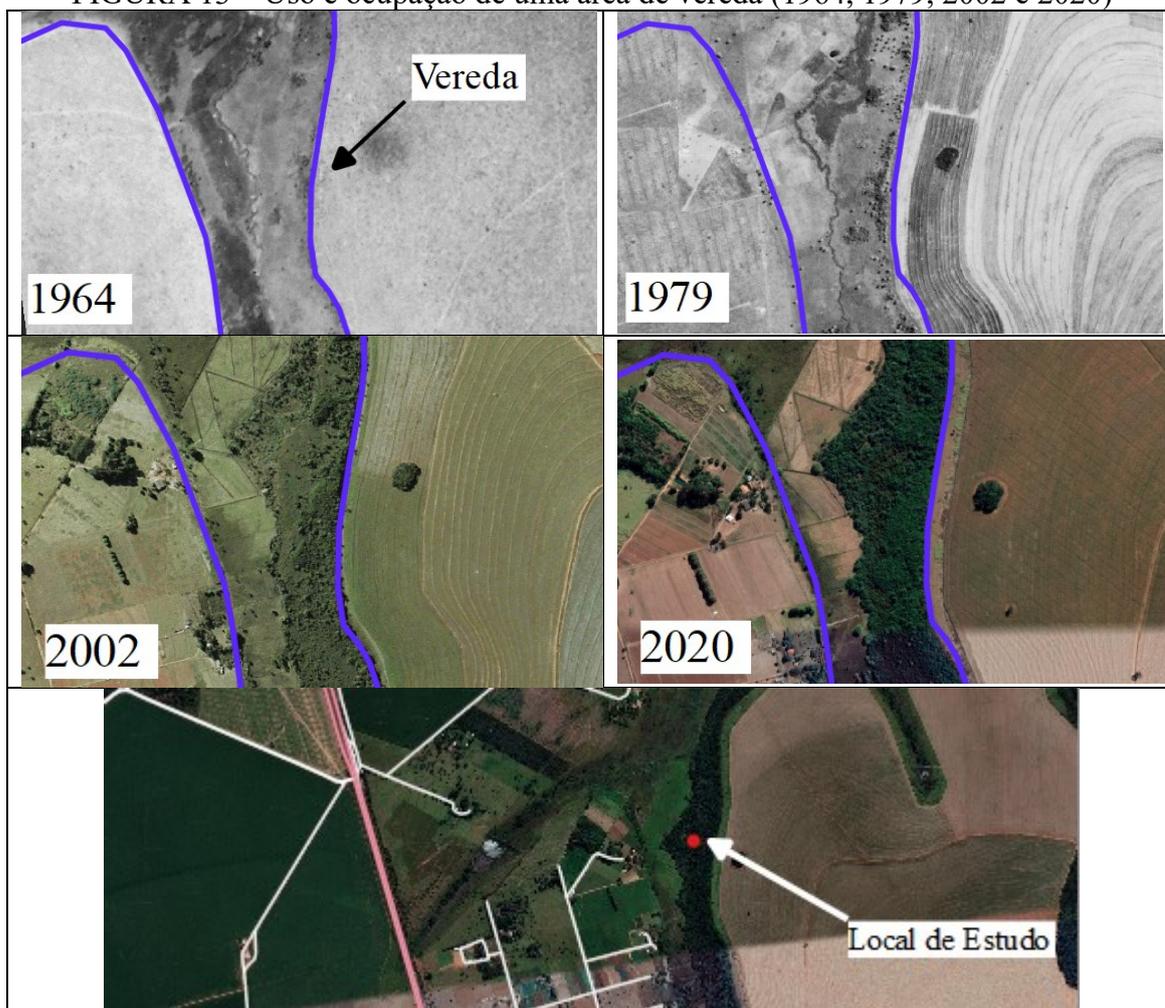
Os resultados encontrados na pesquisa corroboram com os encontrados por Ferreira Júnior (2019) na bacia do ribeirão Ariranha no estado de Goiás, que, mediante processamento e análise de imagens de orbitais, verificou no ano de 1988 uma perda de

3,59% da área total ocupada por campos de murundus e em 2018 uma perda de 2,23%, os quais sofreram recuo devido ao avanço das culturas anuais na bacia.

5.2 Comparativo de imagens 1964, 1979, 2002 e 2020 na bacia do rio Uberabinha

A partir da observação da vereda (Figura 13), localizada nas coordenadas ($48^{\circ} 11' 15,26''$ Oeste e $19^{\circ} 1' 34,04''$ Sul), identifica-se um crescimento de vegetação nativa entre o período de 1979 e 2002 próximo ao talvegue. Entre 2002 e 2020, a formação se consolida como mata de galeria. O crescimento de vegetação nesta região pode estar relacionado com o rebaixamento do volume hídrico superficial em vereda, ocorrendo a transição das áreas para vegetação nativa de porte arbóreo e mais densa.

FIGURA 13 – Uso e ocupação de uma área de vereda (1964, 1979, 2002 e 2020)



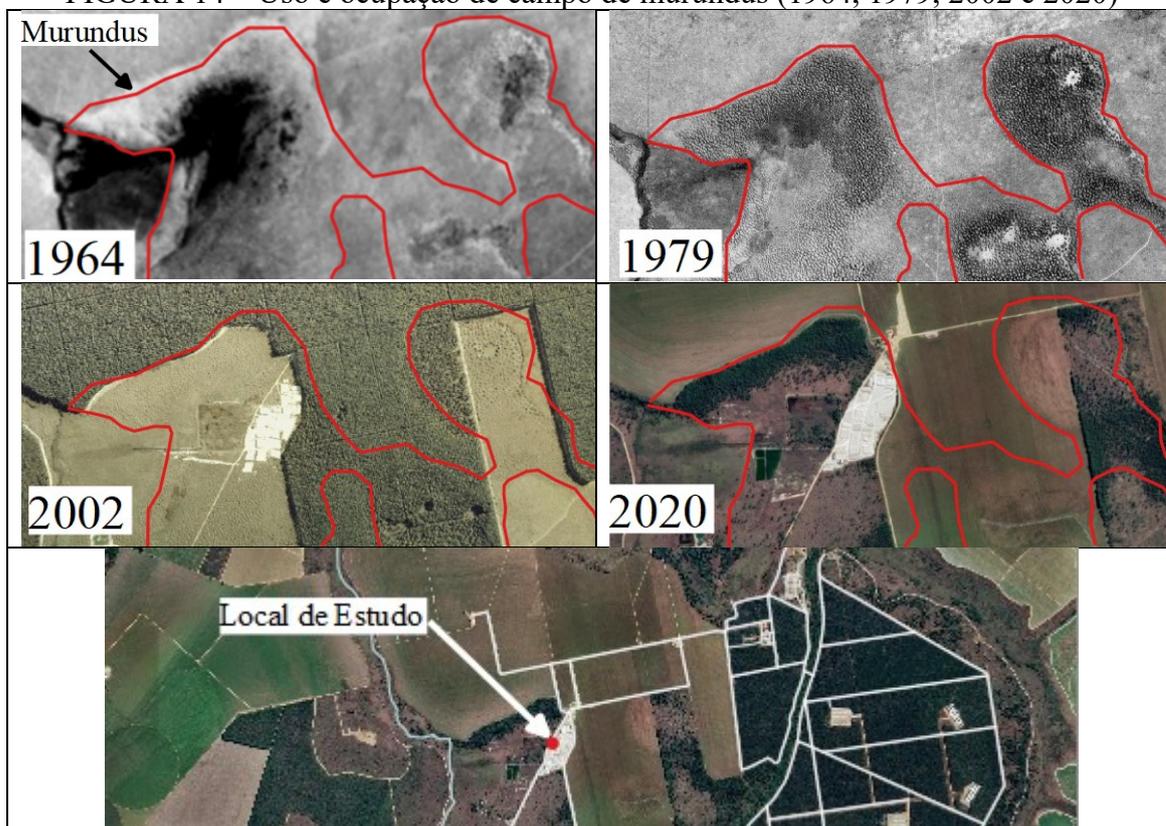
Fonte: Adaptado United States Air Force - USAF (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth (2020).

De acordo com estudo de Melo e Espíndola (2006), à medida que a erosão remontante prossegue sobre os chapadões, o talvegue se afunda, a área de solo alagado diminui e a drenagem se concentra, assim as veredas tendem a se modificar para uma formação de mata de galeria.

O crescimento de mata de galeria auxilia na conservação dos recursos naturais da bacia hidrográfica, beneficiando os recursos hídricos dessa, para uma maior estabilidade da biodiversidade, do fluxo gênico de fauna e flora da região, além de proteger o solo contra processos erosivos e assegurando o bem-estar das populações (BRASIL, 2012).

A partir da Figura 14, região localizada nas coordenadas (47°'4'37,"4" Oeste e 19°'0'43,"4" Sul), verifica-se que entre 1979 e 2002, a área composta por murundus foi ocupada por mineração e silvicultura. A ocupação do solo de murundus pelas áreas de silvicultura ocorre e ocorreu principalmente devido à dispersão anemocórica e zoocórica. Outro uso identificado na área foi em 2020 com a ocupação da região por cultura anual não irrigada.

FIGURA 14 – Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020)



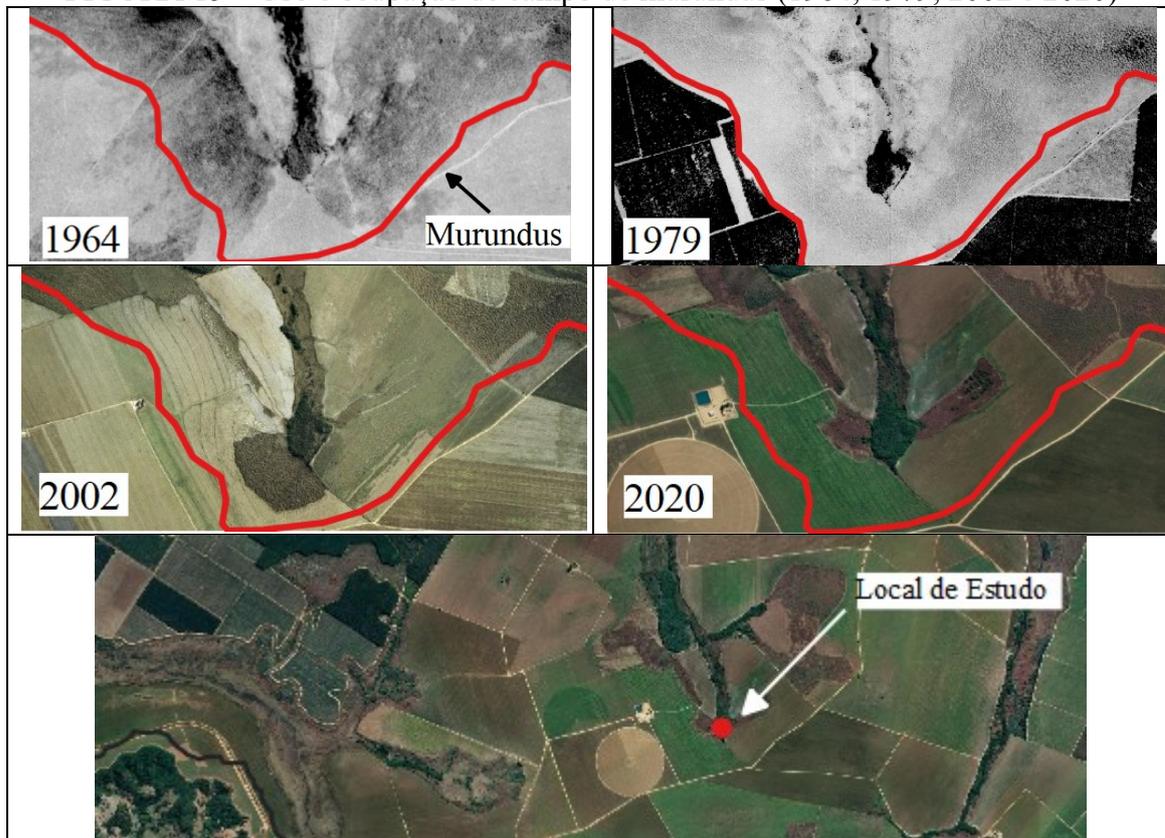
Fonte: Adaptado United States Air Force - USAF (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth (2020).

Castro Júnior (2002) registrou que a utilização das áreas de campo de murundus para agricultura não é bem-sucedida devido às formações de uma alta lâmina d'água, inviabilizando a operação adequada por maquinários agrícolas, além do crescimento vegetativo esperado.

Conforme se abstrai das imagens orbitais e de fotografias aéreas, a atividade antrópica vem reduzindo as áreas de campos de murundus e veredas na bacia do rio Uberabinha, podendo ocasionar um colapso na escassez de recursos e desequilíbrio do ecossistema presente na região.

A Figura 15 expõe a região localizada nas coordenadas (47°58'57,39" Oeste e 19°19'34,14" Sul), onde demonstra a expansão agrícola sobre os campos de murundus, entre 1979 e 2002, a qual reduziu as áreas úmidas significativamente. Observa-se que na imagem de 2020 essa área ainda apresenta a mesma ocupação. O processo de apropriação e manejo do uso do solo para agricultura em regiões próximas às nascentes pode impactar a surgência do recurso hídrico, obstruindo-o e contaminando-o.

FIGURA 15 – Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020)

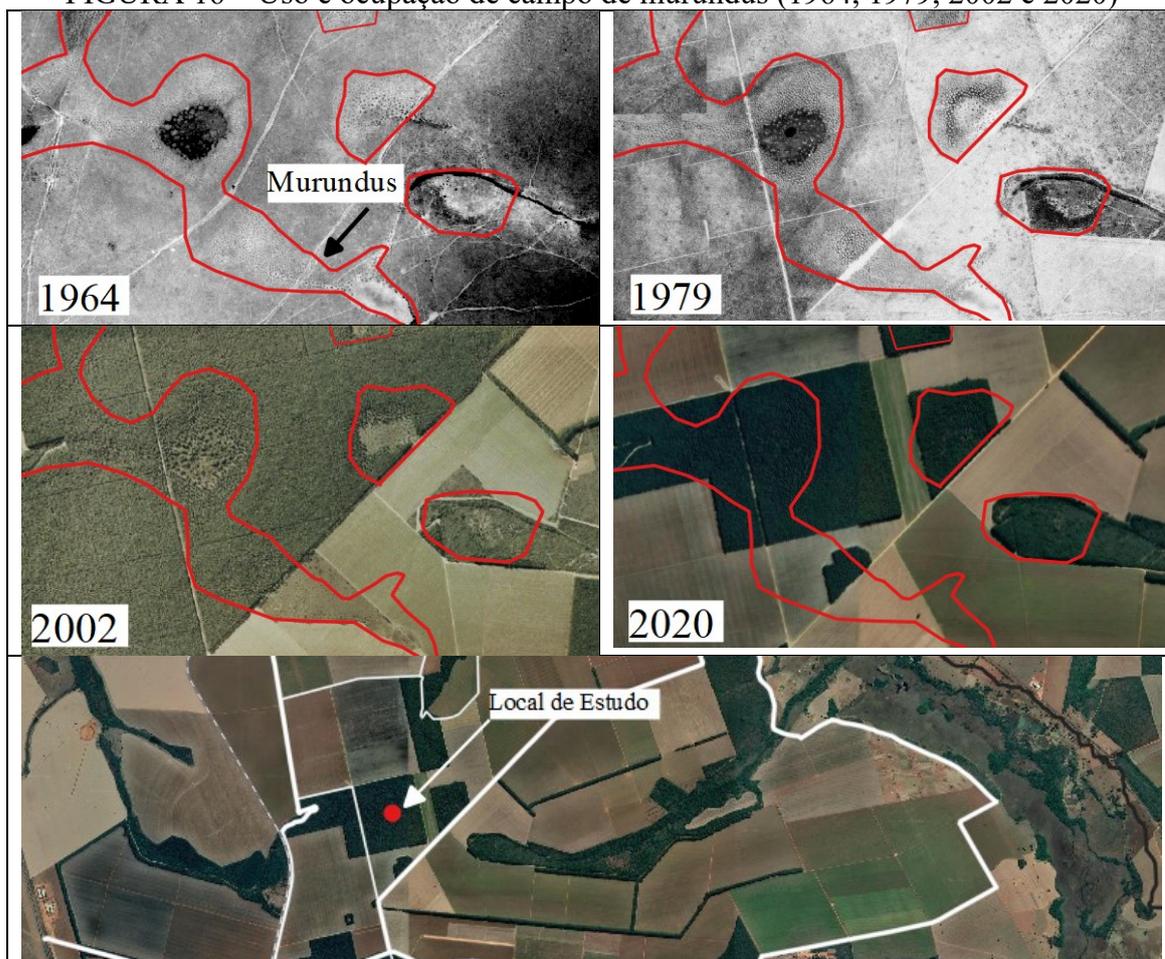


Fonte: Adaptado United States Air Force - USAF (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth (2020).

De acordo com Ferreira (2003), a contaminação da água por agrotóxicos afeta sua qualidade, reduzindo a sobrevivência das espécies altamente dependentes do recurso. Essa contaminação se apresenta mais elevada no período de seca, resultante da diminuição do fluxo em nascentes e por ser um período de maior demanda hídrica para a irrigação das lavouras.

Por meio da Figura 16, região localizada nas coordenadas (48°7'59,"0" Oeste e 19°3'51,"6" Sul), observa-se no ano de 2002 uma ocupação de uso por silvicultura, contudo uma pequena área de campo de murundus ainda permaneceu preservada na região. Em 2020, a área se alterou completamente para cultura anual não irrigada. Como pode ser identificado nas imagens, o uso do solo para cultura anual irrigada e não irrigada foi a maior ocupação identificada em área de campos de murundus na região da bacia de estudo.

FIGURA 16 – Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020)



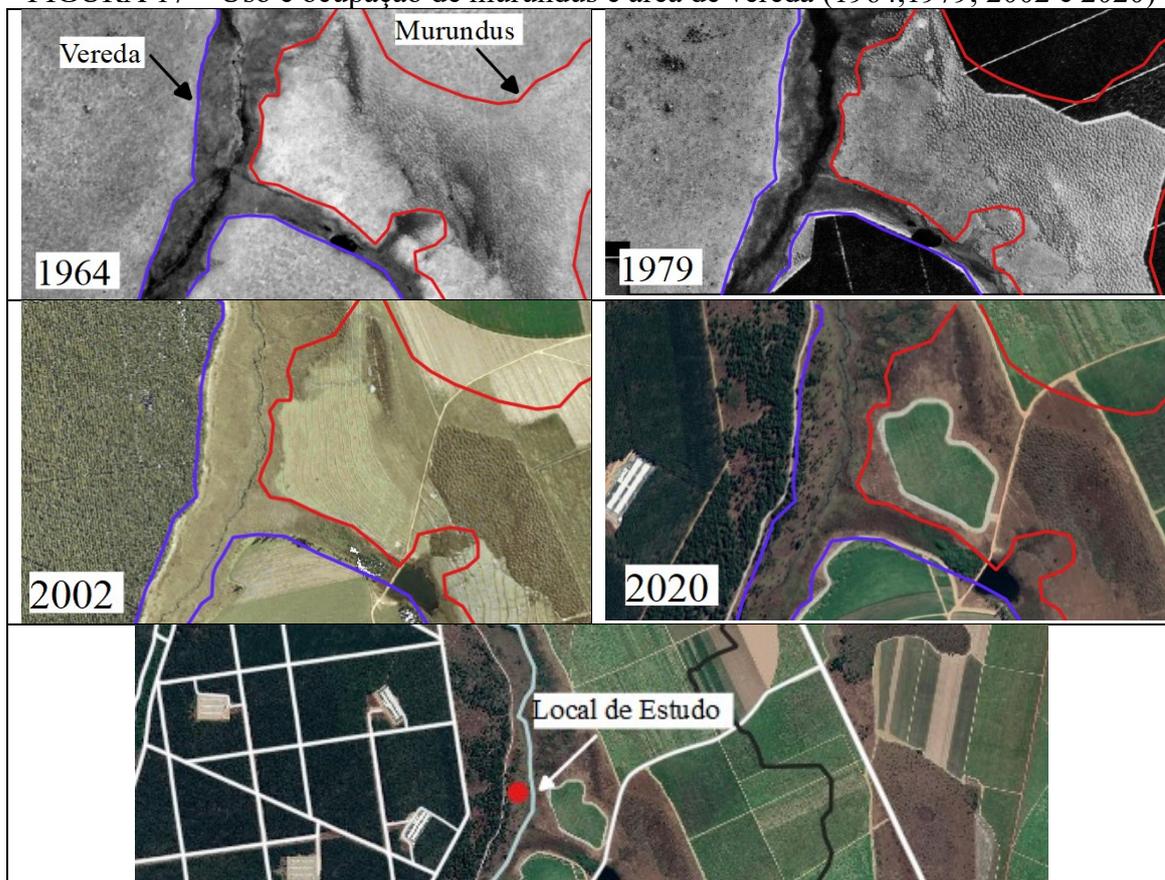
Fonte: Adaptado United States Air Force - USAF (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth (2020).

No local (Figura 16), foi identificado, através das imagens, um pequeno crescimento da vegetação nativa próxima à nascente do curso d'água (mata de galeria), uma vez que as áreas próximas às nascentes estão sendo quase em sua totalidade utilizadas por agricultura extensiva.

Monteiro (2019) identificou a ocupação em áreas úmidas na Chapada do Bugre, localizada na região do Triângulo Mineiro. Mesmo com as vedações da legislação ambiental em vigor, foi percebida a existência de áreas de pastagens, plantações e áreas represadas em veredas, submergindo toda a vegetação.

Através da Figura 17, região localizada nas coordenadas (47°51'53,64" Oeste e 19°20'47,99" Sul), nota-se que entre 1979 e 2002 existiu uma alteração para ocupação de cultura anual não irrigada, e que entre 2002 e 2020 prevaleceu o mesmo uso. A área de vereda apresenta ocupações por silvicultura. Comprova-se que as ocupações da APP por espécies exóticas divergem da diretriz determinada pela Lei 12.651/2012, a qual determina a composição por espécies nativas (BRASIL, 2012).

FIGURA 17 – Uso e ocupação de murundus e área de vereda (1964,1979, 2002 e 2020)

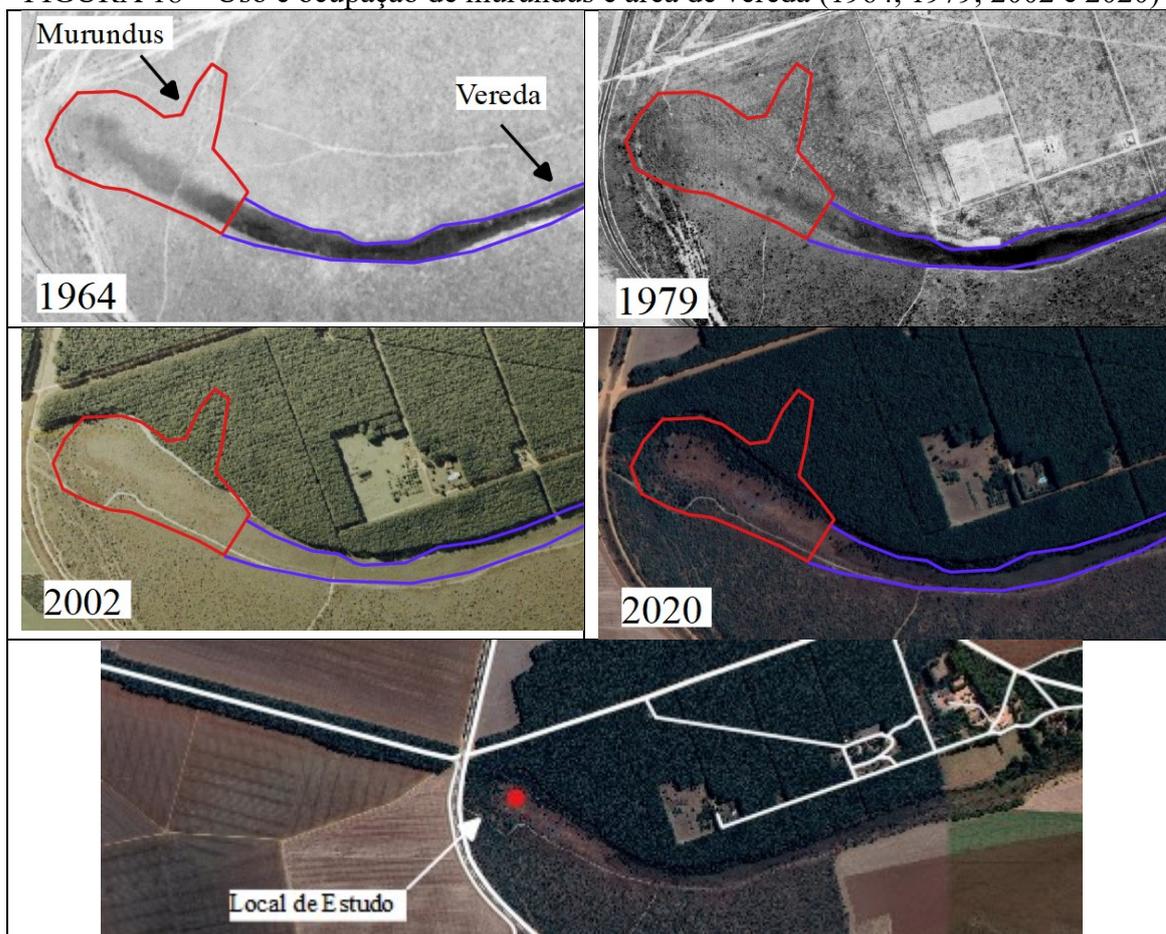


Fonte: Adaptado United States Air Force - USAF (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth (2020).

Foi possível observar, por meio do comparativo de imagens, que as APPs, apresentam-se atualmente antropizadas, sendo essencial a implementação do processo de Plano de recuperação de áreas degradadas e alteradas - PRADA para recuperação e compensação dessas áreas, as quais têm grande importância para a bacia hidrográfica.

Conforme Figura 18, região localizada nas coordenadas (48°9'21,"1" Oeste e 19°5'13,"7" Sul), em 1979, observa-se alteração de uso do solo com implantação da silvicultura no entorno da área úmida, neste caso, respeitando a delimitação da área úmida, pois até então não existia uma lei específica com relação à APP, sendo que a normatização surgiu somente a partir da implantação da Medida Provisória nº 1956-50/00, de 26 de maio de 2000, que sofreu várias reedições até a publicação da Lei 12.651/12, foi então a partir desse momento necessário respeitar a delimitação de APP mesmo que a área não tenha a presença de mata nativa para ser considerada Área de Preservação.

FIGURA 18 – Uso e ocupação de murundus e área de vereda (1964, 1979, 2002 e 2020)



Fonte: United States. Air Force (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth adaptado (2020).

Durante o período de 2002 a 2020 houve uma expansão de espécie exótica *Pinus* em área de campo de murundus e vereda. Conforme o Ibama (2006), a invasão de áreas por *Pinus* ocorre mediante a disseminação espontânea, a partir das áreas plantadas, devido à falta de um controle responsável pelas empresas que realizam o cultivo, pois a presença das espécies colabora para o rebaixamento do nível do lençol freático.

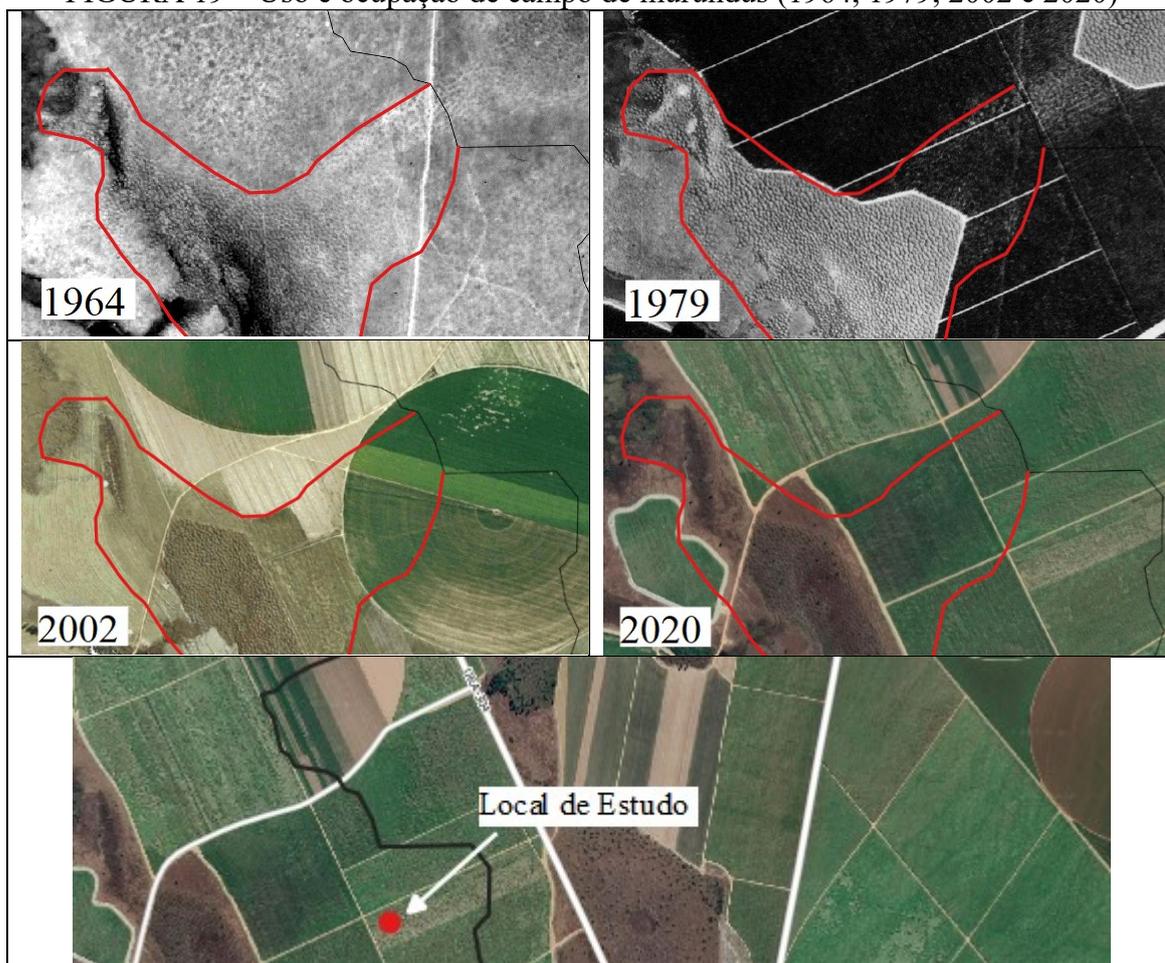
De acordo com estudos de Soares et al. (2022), constatou-se na bacia do Piçarrão e Ribeirão de Furnas, próximas à Uberlândia, alta densidade da espécie invasora de *Pinus* em áreas de veredas. Este correlaciona com o presente estudo, pois foi encontrada em diversos locais de veredas e campo de murundus a espécie *Pinus*, sendo uma espécie invasora e não nativa. Torna-se necessário uma ação de controle das espécies, visto que elas podem acarretar diversos impactos ambientais. A ação a ser implantada é o corte dos indivíduos para reduzir a propagação rápida de espécies, com objetivo de manter a diversidade no ecossistema e a surgência hídrica.

De acordo com a Figura 19, região localizada nas coordenadas (47°51'8,04" Oeste e 19°20'35,97" Sul), observa-se, entre o período de 1964 e 1979, diferente das comparações anteriores, que a área apresenta uma transformação de área de campo de murundus para silvicultura. Já em 2002, o crescimento ocorreu por plantio direto e não por dispersão de sementes, como observado anteriormente.

Vale ressaltar que a área (Figura 19) foi o primeiro local a implementar a cultura irrigada na bacia do rio Uberabinha, localizado na área do município de Uberaba-MG, o mesmo pode ser observado na Figura 11. No ano de 2020, é retratado que a área de silvicultura se modificou na região para culturas anuais não irrigada e irrigada, em comparação com as imagens anteriores à área central de plantio, apresentou falhas no núcleo do plantio, nota-se que é totalmente inviável a implantação de cultura e silvicultura em áreas de campos de murundus.

É notável, por meio da Figura 19, a presença da marcação dos campos de murundus nas áreas com ocupação mediante intervenção antrópica, como a identificação das formas de montículos circulares. Outro fator constituinte é a diferença entre a propriedade do solo, sendo que o local onde eram presentes os murundus tem a coloração mais escura do solo, devido à quantidade de matéria orgânica constituinte das áreas úmidas. No ano de 2020, a área apresenta a utilização por cultura anual como soja e milho.

FIGURA 19 – Uso e ocupação de campo de murundus (1964, 1979, 2002 e 2020)



Fonte: United States. Air Force (1964); Instituto Brasileiro do Café (1979); IBGE (2002); Google Earth adaptado (2020).

Em estudos de Zezzo et al. (2021), identificaram-se impactos em áreas úmidas, as quais sofreram alterações na estrutura do solo em regiões da bacia do rio Uberabinha, sendo os impactos observados: rebaixamento do lençol freático, alterações nas concentrações de nutrientes, na estrutura e no crescimento das plantas. Com isso entende-se que a utilização do solo em área úmida de campo de murundus e veredas para agricultura e silvicultura prejudica o crescimento da flora nativa e altera as características químicas do solo da região.

A partir do comparativo das imagens, foi possível a identificação das alterações das áreas úmidas entre o período de estudo para áreas como silvicultura, culturas irrigadas e não irrigadas e mineração. Essas alterações podem comprometer o meio ambiente, causar escassez hídrica, como também prejudicar o crescimento vegetativo.

5.3 Cenário atual campo de murundus e veredas

A imagem do campo de murundus (Figura 20), região localizada nas coordenadas (47°54'51,08" Oeste e 19°22'3,01" Sul), demonstra que, em novembro de 2020, as áreas de campo de murundus, mesmo em período de alta pluviosidade, não apresentam área com água superficial.

As áreas úmidas da bacia, conforme observado por meio dos mapas de uso e ocupação do solo, foram suprimidas durante os anos pelo processo de intervenção antrópica, sendo totalmente descaracterizadas durante o período de seca, alterando suas características fundamentais ao meio ambiente. Por esse motivo, o manejo inadequado do solo conduz a região ao rebaixamento do lençol freático, localizado próximo à superfície.

FIGURA 20 – Campo de murundus localizados próximo à nascente do Córrego do Jacaré



Fonte: Acervo do autor (novembro/2020).

É importante ressaltar que os campos de murundus da área de estudo estão localizados em áreas com relevo plano, identificados principalmente próximo às nascentes, essas devem ser respeitadas segundo a Lei 12.651/2012, constando na seção 1 da delimitação das áreas de preservação permanente, no Artigo 4º, Inciso IV, descrevendo que as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes devem ser preservadas no raio mínimo de 50 metros (BRASIL,2012).

A Figura 21 demonstra a situação de uma vereda no período de baixa pluviosidade (setembro/2020), em que apresentaram queimadas. Esse processo ocorre na área úmida por estar localizada em uma região próxima à rodovia BR-050, KM 107, lado norte. Essas áreas próximas à rodovia não oferecem uma proteção apropriada, por isso quando as queimadas acontecem podem não ser totalmente controladas pela detentora da privatização da rodovia em questão.

FIGURA 21 – Vereda do córrego da divisa, afluente do ribeirão Bom Jardim, localizado ao lado da rodovia BR-050 Km 107, lado norte



Fonte: Acervo do autor (setembro/2020).

As queimadas ocorrem com frequência na região do município de Uberaba e Uberlândia, sobretudo às margens de rodovias. No trecho da BR-050, localizado na bacia de estudo, foram identificados 7 pontos de intersecção com os cursos d'água, sendo que em sua totalidade as intersecções são sobre áreas de veredas. De acordo com o programa de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2021) somente no mês de setembro de 2020 foram identificados cerca de 21.802 focos de incêndio no bioma cerrado. Sendo assim, muitos desses focos são capazes de incendiar a vegetação de veredas e campos de murundus.

As regiões de áreas úmidas próximas à rodovia estão suscetíveis à perda de sua biodiversidade, flora e fauna terrestre e aquática, além prejudicar uma das suas funções ambientais, principalmente a de armazenar grande quantidade de água, para estabelecer o fluxo hídrico de vazão ideal do curso d'água.

De acordo com Schneider (1996), uma das implicações da intensificação da agropecuária é a ocorrência de queimadas durante a estação relativamente seca que recobre a região do rio Uberabinha periodicamente. Vale destacar que essa região deve ser monitorada, pois, além de ser úmida (Figura 21), está presente em um alcance de distância máxima de 20 metros da rodovia, tornando essas áreas mais suscetíveis ao processo de degradação, como desmatamento e processos erosivos. Na bacia hidrográfica objeto deste estudo, a erosão pode vir a ocorrer por causa do aumento do escoamento superficial provocado por meio da impermeabilidade da camada asfáltica da rodovia BR-050.

Em conformidade com a Figura 22, região localizada nas coordenadas (47°54'33,64" Oeste e 19°20'38,00" Sul), é identificado o uso do solo por mineração, caracterizado na imagem orbital por vários montes de argila refratária.

De acordo com estudo de Zezzo et al. (2021), foram observadas, em área de campo de murundus utilizada por mineração na bacia do rio Uberabinha, alterações nas características químicas, físicas e morfológicas do solo, como a baixa saturação por bases, altas concentrações de alumínio, rebaixamento do lençol freático e uma grande concentração de macro e micronutrientes, representando assim um solo mais degradado e menos propício ao crescimento vegetativo. Outra característica observada foi a dificuldade de infiltração de água no solo, o que o torna mais suscetível à ocorrência de erosão laminar.

FIGURA 22 – Mineração estabelecida em campo de murundus, próximo ao córrego do Caroco



Fonte: Acervo do Autor (fevereiro/2022).

Através de consulta realizada no Cadastro Ambiental Rural (CAR) dos municípios de Uberlândia e Uberaba, foi percebido que áreas de campo de murundus e veredas vêm sendo adotadas por proprietários da região para alocação de reserva legal averbada e proposta. De acordo com o código florestal, essas áreas podem ser computadas, desde que respeitadas os seguintes critérios:

“I - O benefício previsto neste artigo não implique a conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo;

II - A área a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação, conforme comprovação do proprietário ao órgão estadual integrante do Sisnama; e

III - o proprietário ou possuidor tenha requerido inclusão do imóvel no Cadastro Ambiental Rural - CAR, nos termos desta Lei.”

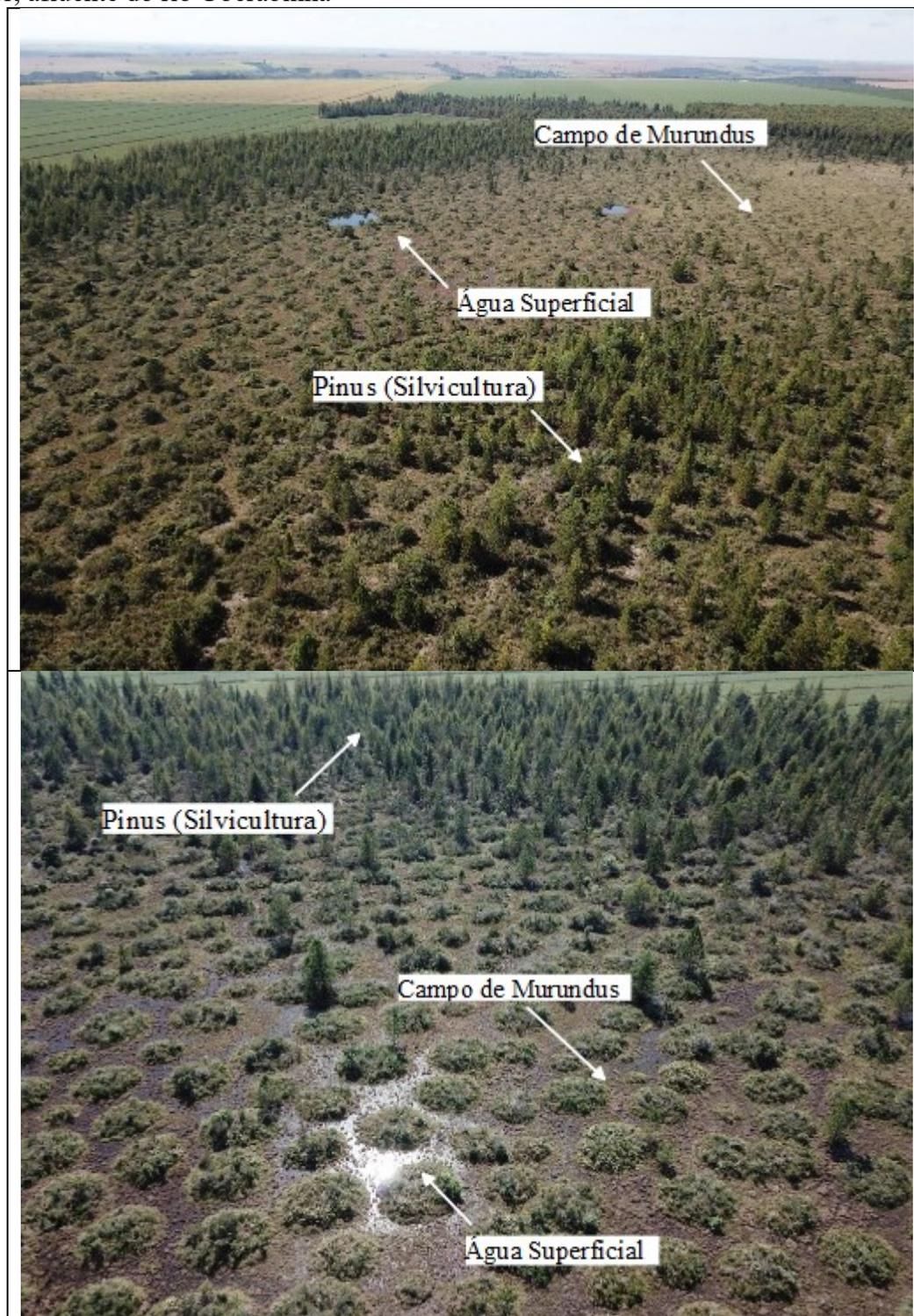
A obrigatoriedade da adoção da reserva legal no Estado de Minas Gerais atualmente é estabelecida pela Lei Estadual nº 20.922/2013, onde o imóvel deve apresentar área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, observados percentuais mínimos de acordo com os Artigos 24 e 25, sendo 20% da área total do imóvel em regiões do cerrado.

5.4 Levantamento aéreo

O Projeto Buriti, criado em 2008 e regulamentado pela Lei Municipal nº 10.066/20008 e suas alterações – nº 11.806/2014 e nº 12.736/2017, tem por objetivo proteger, recuperar nascentes e realizar o plantio de vegetação, com a garantia que não falte recurso hídrico suficiente e de qualidade, além das atividades rurais.

O projeto é devido ao fato de que o rio Uberabinha e o córrego Bom Jardim são mananciais responsáveis pelo abastecimento público do município de Uberlândia. Até o momento, o programa já realizou o plantio de 499 mil mudas nativas, implantação de aproximadamente 595 mil metros de cerca, protegendo em torno de 6,5 mil hectares de APP (UBERLÂNDIA, 2021). Contudo, o projeto não contemplou as áreas de campo de murundus. A Figura 23 exibe fotografia aérea de um campo de murundus, na qual não se identifica o cercamento para proteção.

FIGURA 23 – Fotografia de drone, em campo de murundus próximo ao ribeirão Beija-Flor, afluente do rio Uberabinha



Fonte: Acervo do autor (fevereiro/2022).

A partir da Figura 23, foi possível a identificação da espécie invasora *Pinus* em campos de murundus, com uma altura média de 15 metros. Nota-se que a área apresentou uma pequena porção com água superficial, contudo não foi identificada área

de preservação permanente composta de vegetação nativa no entorno da respectiva área úmida, sendo essa totalmente antropizada.

5.5 Análise estatística dos parâmetros climáticos e fluviométricos

5.5.1 Precipitação

Os dados de precipitação da Tabela 6 mostram que o ano de 1982 foi o que apresentou maior concentração de pluviosidade com 2.207,60 mm no período anual. O ano mais crítico foi o de 2014 com 1.067,40 mm, e a média anual entre o período de estudo, 1979 a 2020, foi de 1.579,71 mm.

Através dos dados do período seco (Tabela 6), nota-se que 1994 foi o ano que apresentou o menor valor (83,9 mm), e o de maior valor foi 1997 (323,1 mm). A média entre 1979 a 2020 para o período seco foi de 219,88 mm.

TABELA 6 – Precipitação total período anual e seco em mm, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020)

Ano	Anual	Período		Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)
		Seco (abril a setembro)				
1979	1.537,00	-		2000	1.846,60	256,8
1980	1.430,10	298,7		2001	1.478,40	207,2
1981	1.503,60	119		2002	1.577,10	128,5
1982	2.207,60	304,6		2003	1.657,00	209,2
1983	1.960,50	303,2		2004	1.553,70	208,6
1984	-	219,1		2005	1.434,80	162,6
1985	-	-		2006	1.828,90	224
1986	1.573,90	221		2007	-	224
1987	1.477,20	177,9		2008	-	-
1988	-	240,8		2009	1.446,20	320,6
1989	-	-		2010	1.283,20	174,6
1990	-	-		2011	1.521,00	205,8
1991	1.761,40	195,7		2012	1.463,00	295,8
1992	1.896,20	251,4		2013	1.700,40	307,8
1993	1.656,10	321,2		2014	1.067,40	227
1994	1.616,80	83,9		2015	1.504,00	269,4
1995	1.662,10	205,7		2016	1.699,20	167,8
1996	-	-		2017	1.357,40	136
1997	1.812,10	323,1		2018	1.614,40	171,4
1998	1.297,00	229,5		2019	1.274,50	178,6
1999	1.279,30	125,3		2020	1.732,00	-

Fonte: INMET (2021).

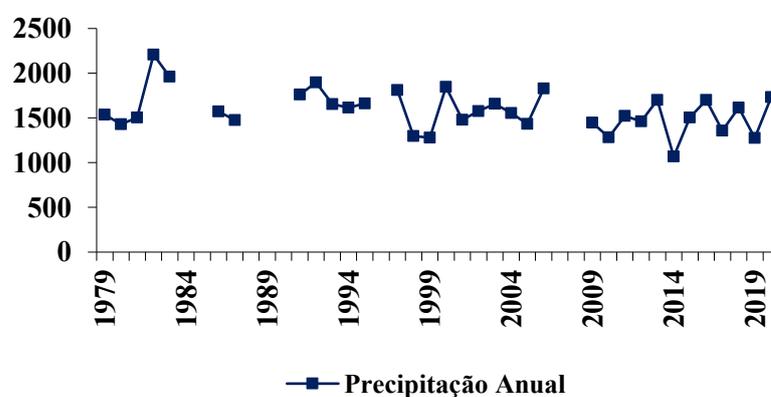
Através dos dados do período chuvoso (Tabela 7), observa-se que outubro de 1981 a março de 1982 foi o período que apresentou o maior valor com 1.954,10 mm e o de menor valor foi em outubro de 2013 a março de 2014, com 997,8 mm. A média entre 1979 e 2020 para o período chuvoso foi de 1.344,40 mm.

TABELA 7 – Precipitação total período chuvoso em mm, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020)

Ano	Período Chuvoso (outubro a março)	Ano	Período Chuvoso (outubro a março)
1979 a 1980	1230,1	2000 a 2001	1144,7
1980 a 1981	1069,6	2001 a 2002	1355,3
1981 a 1982	1954,1	2002 a 2003	1703
1982 a 1983	1668,1	2003 a 2004	1207,9
1983 a 1984	1305,1	2004 a 2005	1352,4
1984 a 1985	-	2005 a 2006	1196,6
1985 a 1985	-	2006 a 2007	1644,1
1986 a 1987	1405,1	2007 a 2008	-
1987 a 1988	1406,8	2008 a 2009	-
1988 a 1989	-	2009 a 2010	1067,4
1989 a 1990	-	2010 a 2011	1441,4
1990 a 1991	-	2011 a 2012	1183,6
1991 a 1992	1279,8	2012 a 2013	1246,2
1992 a 1993	1426,7	2013 a 2014	997,8
1993 a 1994	1599,7	2014 a 2015	1185
1994 a 1995	1613,7	2015 a 2016	1445,8
1995 a 1996	1100,9	2016 a 2017	1289,2
1996 a 1997	1424,2	2017 a 2018	1122,8
1997 a 1998	1103,8	2018 a 2019	1351,4
1998 a 1999	1280,8	2019 a 2020	1507,4
1999 a 2000	1599	Outubro a dezembro 2020	1144,7

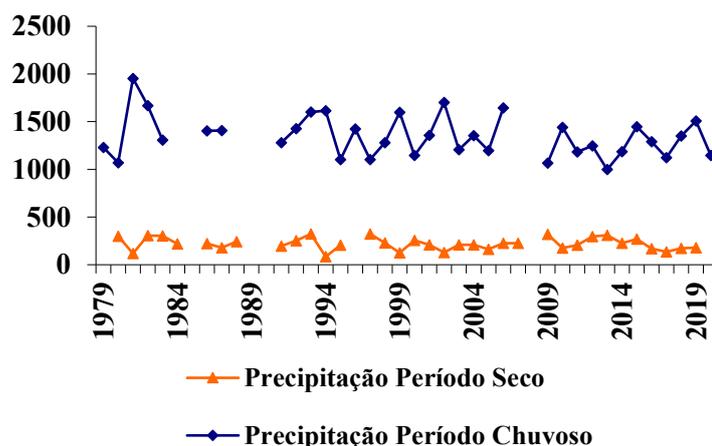
Fonte: INMET (2021).

GRÁFICO 1 – Precipitação total anual (1979-2020)



Fonte: Autor (2021).

GRÁFICO 2 – Precipitação total período seco e chuvoso (1979-2020)



Fonte: Autor (2021).

Por meio da análise da correlação linear de Pearson (Tabela 8), foi identificado que a variável precipitação total anual apresentou, com o passar dos anos, uma tendência negativa fraca (-0,3439) com significância, devido ao p-valor ser menor que 0,05 (0,0464). Para precipitação total no período seco, apresentou uma tendência negativa fraca (-0,1405) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,4207). Para a precipitação total período chuvoso, observou-se uma tendência negativa fraca (-0,2862) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,0955). Compreende-se assim que para o parâmetro precipitação total anual houve uma tendência de diminuição significativa com relação aos anos, entre o período de 1979 a 2020.

TABELA 8 – Matriz de correlação de Pearson e p-valor entre precipitação e os anos

	Anos	
	Pearson	P-valor
Precipitação Total Anual	-0,3439	0,0464
Precipitação Período Seco	-0,1405	0,4207
Precipitação Período Chuvoso	-0,2862	0,0955

Fonte: Autor (2022).

5.5.2 Temperatura média

Após observação dos dados de temperatura média anual (Tabela 9), percebeu-se que no ano de 2019 a temperatura média anual apresentou maior valor com 24,03°C e o ano com menor temperatura média anual foi 1981 com 21,55°C.

Entre o ano de 1980 e 2020, observou-se um aumento de temperatura média anual de 1,27°C, e a média entre 1980 a 2020 foi de 22,69 °C. Em relação aos dados do período seco (Tabela 9 e Gráfico 4), entende-se que o ano de 1983 foi o que apresentou menor valor (22,85°C) e o ano de 2015 o maior (25,19°C). A média do período seco se sustentou em 23,76° C entre 1979 a 2020 e em comparação com o período anual obteve 1,07°C mais alto.

TABELA 9 – Temperatura média anual e período seco em °C, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020)

Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)	Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)
1979	-	23,55	2000	22,40	24,25
1980	22,20	23,60	2001	22,53	23,64
1981	21,55	22,65	2002	-	-
1982	21,65	23,04	2003	-	-
1983	21,79	22,85	2004	-	24,08
1984	-	-	2005	23,10	24,08
1985	-	23,21	2006	22,55	23,35
1986	21,75	22,97	2007	23,00	23,67
1987	22,25	23,74	2008	-	23,91
1988	21,84	23,06	2009	22,90	24,24
1989	21,89	23,2	2010	23,13	23,76
1990	-	23,11	2011	22,85	23,31
1991	22,17	23,2	2012	23,10	24,52
1992	21,89	23,06	2013	22,83	24,23
1993	22,11	23,63	2014	23,42	24,39
1994	22,68	24,09	2015	23,88	25,19
1995	22,59	23,79	2016	23,62	24,21
1996	23,48	23,47	2017	23,30	24,41
1997	22,38	24,85	2018	23,38	24,48
1998	23,19	24,01	2019	24,03	24,52
1999	-	23,63	2020	23,47	-

Fonte: INMET (2021).

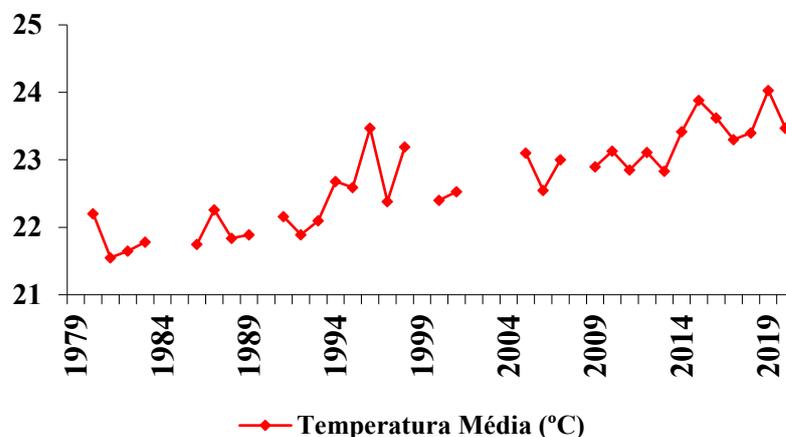
Em relação aos dados do período chuvoso (Tabela 10 e Gráfico 4), entende-se que o período entre outubro de 2019 a março de 2020 foi o que apresentou maior valor (23,16°C) e o de menor valor ficou entre outubro de 1981 a março de 1982 (20,06 °C).

TABELA 10 – Temperatura média período chuvoso em °C, na região do alto curso do rio Uberabinha (1979-2020)

Ano	Período Chuvoso (outubro a março)	Ano	Período Chuvoso (outubro a março)
1979 a 1980	20,47	2000 a 2001	20,66
1980 a 1981	-	2001 a 2002	21,38
1981 a 1982	20,06	2002 a 2003	-
1982 a 1983	20,39	2003 a 2004	-
1983 a 1984	21,13	2004 a 2005	22,17
1984 a 1985	-	2005 a 2006	22,02
1985 a 1985	-	2006 a 2007	21,47
1986 a 1987	20,47	2007 a 2008	22,08
1987 a 1988	21,11	2008 a 2009	22,45
1988 a 1989	20,78	2009 a 2010	21,96
1989 a 1990	20,63	2010 a 2011	22,27
1990 a 1991	-	2011 a 2012	22,3
1991 a 1992	20,99	2012 a 2013	21,99
1992 a 1993	20,91	2013 a 2014	21,78
1993 a 1994	20,77	2014 a 2015	22,39
1994 a 1995	21,4	2015 a 2016	22,66
1995 a 1996	21,47	2016 a 2017	22,94
1996 a 1997	22,58	2017 a 2018	22,29
1997 a 1998	20,78	2018 a 2019	22,5
1998 a 1999	21,84	2019 a 2020	23,16
1999 a 2000	21,43	Outubro a dezembro 2020	22,46

Fonte: INMET (2021).

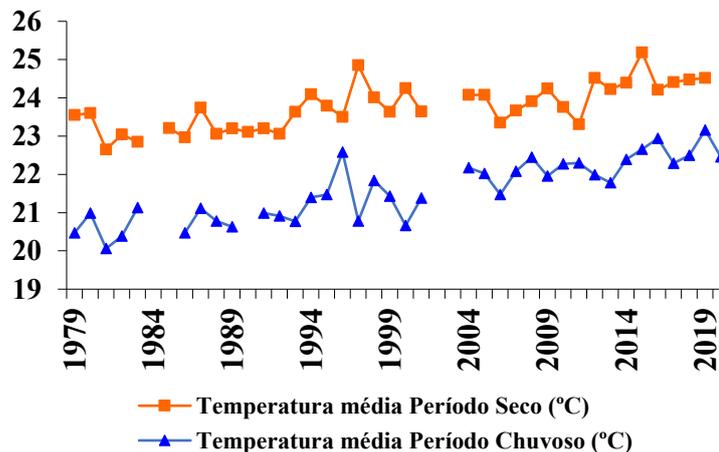
GRÁFICO 3 - Temperatura média anual (1979-2020)



Fonte: Autor (2021).

A média do período chuvoso foi de 21,62 °C. Entre o período de outubro de 1979 a março de 1980 e outubro a dezembro de 2020, nota-se um aumento da temperatura no período chuvoso de 1,99°C.

GRÁFICO 4 - Temperatura média período chuvoso e seco (1979-2020)



Fonte: Autor (2021).

Mediante a análise da correlação de Pearson (Tabela 11), a variável temperatura média anual apresentou, em relação aos anos, uma tendência moderada positiva (0,8741) com significância, devido ao p-valor ser menor que 0,05 ($3,06.10^{-11}$). Para a variável temperatura média período seco, encontrou-se uma tendência moderada positiva (0,7305) com significância, devido ao p-valor ser menor que 0,05 ($1,92.10^{-7}$). Já para a variável temperatura média período chuvoso, ocorreu uma tendência moderada positiva (0,8726) com significância, devido ao p-valor ser menor que 0,05 ($4,02.10^{-12}$).

Compreende-se assim que os parâmetros climáticos temperatura média anual, temperatura média período seco e temperatura média período chuvoso apresentam uma tendência positiva em relação aos anos, indicando que existe um aumento da temperatura média na região de Uberlândia e Uberaba entre os anos de 1979 a 2020.

TABELA 11 – Matriz de correlação de Pearson entre temperatura média e os anos

	Anos	
	Pearson	P-valor
Temperatura média anual	0,8741	$3,06.10^{-11}$
Temperatura média Período Seco	0,7305	$1,92.10^{-7}$
Temperatura média Período Chuvoso	0,8726	$4,02.10^{-12}$

Fonte: Autor (2022).

5.5.3 Régua linimétrica

Através da observação dos dados hídricos por meio da altura de réguas linimétricas (Tabela 12), observou-se na média anual que no ano de 1983 foi encontrado o maior valor (130,83 cm), e o menor, no ano de 2014 (63,22 cm). A média de altura entre o ano de 1979 e 2019 foi de 88,67 cm. O período de 2014 também foi o ano que apresentou o menor valor em relação à precipitação.

Em relação à média entre o período seco, nota-se que no ano de 1983 foi quando se atingiu maior altura na aferição, com 105,50 cm e o menor valor foi no ano de 2014 com 51,50 cm. A média do período seco entre 1979 a 2019 ficou em 74,50 cm, estabelecendo com 14,17 cm a menos que a altura média anual.

TABELA 12 – Média régua linimétrica período anual e seco em cm (1979-2020)

Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)	Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)
1979	84,17	75,50	2000	100,58	81,83
1980	81,08	68,83	2001	69,42	54,33
1981	81,25	62,83	2002	91,33	74,67
1982	105,08	84,83	2003	109,83	96,33
1983	130,83	105,50	2004	89,25	78,67
1984	88,42	80,33	2005	93,18	76,00
1985	90,08	75,17	2006	92,58	81,50
1986	82,25	73,83	2007	93,92	73,17
1987	-	76,00	2008	96,83	88,00
1988	-	-	2009	100,50	89,60
1989	76,42	61,67	2010	86,92	66,67
1990	65,17	61,17	2011	111,58	87,00
1991	93,33	83,50	2012	92,08	79,83
1992	109,75	83,50	2013	75,00	69,17
1993	97,33	89,00	2014	63,22	51,50
1994	91,00	76,67	2015	73,30	59,25
1995	85,42	73,17	2016	95,67	70,83
1996	76,83	64,33	2017	82,08	68,67
1997	84,17	70,67	2018	84,08	61,83
1998	79,67	65,83	2019	78,58	73,67
1999	75,92	65,17	2020	-	-

Fonte: Agência nacional de águas e saneamento básico (2021).

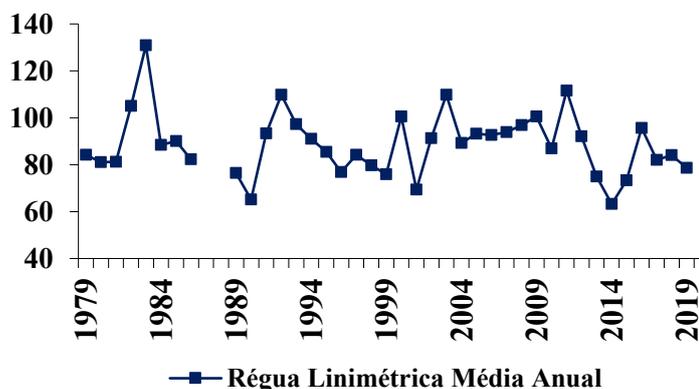
Em relação aos dados do período chuvoso (Tabela 13 e Gráfico 6), entende-se que o espaço de tempo entre outubro de 1982 a março de 1983 foi o que apresentou maior valor (135,17 cm) e o de menor valor ficou entre outubro de 2013 a março de 2014 (69,75 cm). A média do período chuvoso ficou em 103,22 cm, estabelecendo 28,72 cm a mais, em comparação com a média do período seco.

TABELA 13 – Média régua linimétrica período chuvoso em cm (1979-2020)

Ano	Período Chuvoso (outubro a março)	Ano	Período Chuvoso (outubro a março)
1979 a 1980	86,50	2000 a 2001	82,83
1980 a 1981	90,67	2001 a 2002	114,50
1981 a 1982	127,00	2002 a 2003	127,17
1982 a 1983	135,17	2003 a 2004	106,50
1983 a 1984	123,50	2004 a 2005	100,60
1984 a 1985	114,33	2005 a 2006	90,33
1985 a 1985	84,50	2006 a 2007	127,33
1986 a 1987	96,17	2007 a 2008	105,83
1987 a 1988	-	2008 a 2009	103,67
1988 a 1989	92,33	2009 a 2010	108,33
1989 a 1990	79,67	2010 a 2011	132,17
1990 a 1991	94,67	2011 a 2012	113,67
1991 a 1992	112,67	2012 a 2013	93,00
1992 a 1993	122,50	2013 a 2014	69,75
1993 a 1994	109,17	2014 a 2015	81,50
1994 a 1995	101,50	2015 a 2016	106,00
1995 a 1996	88,83	2016 a 2017	107,00
1996 a 1997	93,33	2017 a 2018	95,50
1997 a 1998	96,67	2018 a 2019	107,00
1998 a 1999	93,50	2019 a 2020	-
1999 a 2000	110,50	Outubro a dezembro 2020	-

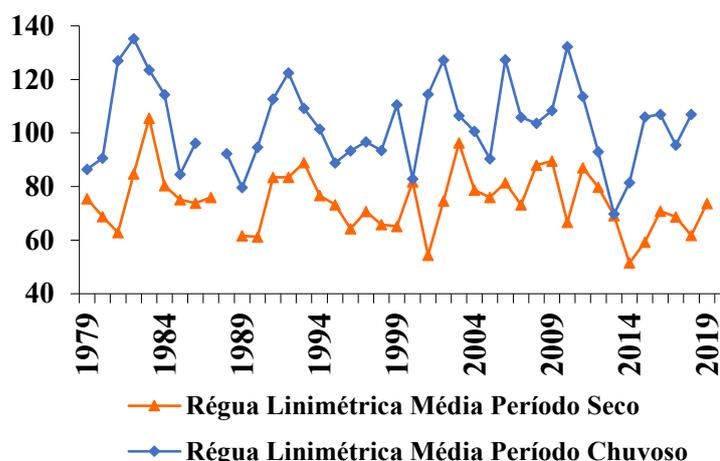
Fonte: Agência nacional de águas e saneamento básico (2021).

GRÁFICO 5 - Altura média régua linimétrica anual (1979-2019)



Fonte: Autor (2021).

GRÁFICO 6 - Altura média régua linimétrica período seco e chuvoso (1979-2019)



Fonte: Autor (2021).

Através da correlação linear de Pearson (Tabela 14), a variável parâmetro régua linimétrica média anual apresentou, em relação aos anos, uma tendência negativa fraca (-0,1325) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,4210). A variável régua linimétrica média período seco apresentou uma tendência negativa fraca (-0,1845) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,2542), para a variável régua linimétrica média período chuvoso, observa-se uma tendência negativa fraca (-0,0618) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,7082). Conclui-se assim que para régua linimétrica em todos períodos média anual, período seco e período chuvoso, apresenta-se uma tendência para a redução, sem significância com relação aos anos de 1979 a 2019.

TABELA 14 – Matriz de correlação de Pearson entre régua linimétrica e os anos

	Anos	
	Pearson	P-valor
Régua Linimétrica Total Anual	-0,1325	0,4210
Régua Linimétrica Período Seco	-0,1845	0,2542
Régua Linimétrica Período Chuvoso	-0,0618	0,7082

Fonte: Autor (2022).

5.5.4 Vazão hídrica

Através da observação dos dados (Tabela 15), observa-se que para média anual a maior vazão ocorreu no ano de 1983 (23,91m³/s), e a menor no ano de 2013 (7,11 m³/s). Entende-se que o período de 1982 também foi o 2º maior em relação à precipitação. A média de vazão entre o período de estudo foi de 12,67 m³/s.

Para o período seco, o ano de 2001 foi o que apresentou o menor valor com 4,81 m³/s, e o ano de maior valor foi 1983 com 17,99 m³/s. A média entre o período seco, 1979 a 2019, foi de 9,15 m³/s.

TABELA 15 – Média vazão hídrica anual e período seco em m³/s (1979-2020)

Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)	Ano	Anual	Período Seco (abril a setembro)
1979	12,36	9,63	2000	16,28	10,79
1980	11,71	8,12	2001	8,19	4,81
1981	11,57	6,82	2002	11,56	6,85
1982	17,89	12,46	2003	15,62	11,28
1983	23,91	17,99	2004	12,47	9,38
1984	13,31	11,12	2005	12,25	9,19
1985	13,14	9,76	2006	13,78	10,73
1986	11,79	9,25	2007	14,11	8,14
1987	13,70	9,83	2008	14,32	11,70
1988	12,45	10,64	2009	15,12	11,47
1989	10,34	6,36	2010	11,81	6,64
1990	7,26	6,27	2011	14,83	11,86
1991	14,98	12,43	2012	12,90	9,53
1992	16,02	11,64	2013	7,11	7,38
1993	15,63	13,37	2014	7,15	5,65
1994	14,08	9,98	2015	8,50	5,11
1995	12,80	9,22	2016	14,48	8,68
1996	10,43	6,94	2017	10,51	8,02
1997	12,24	8,47	2018	11,29	5,52
1998	10,64	6,94	2019	11,18	8,36
1999	9,78	6,83	2020	-	-

Fonte: Agência nacional de águas e saneamento básico (2021).

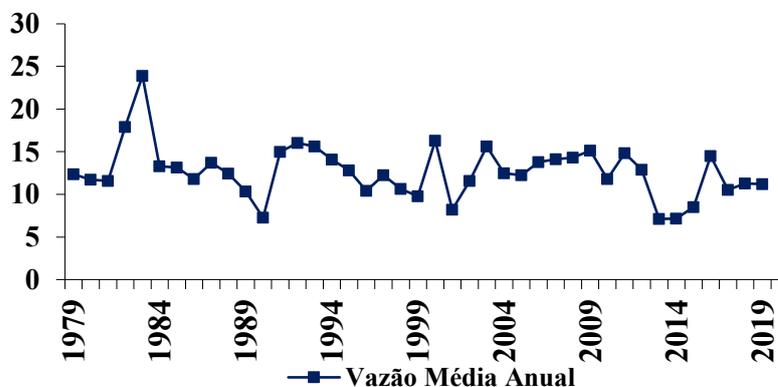
Em relação aos dados do período chuvoso (Tabela 16 e Gráfico 8), entende-se que o período entre outubro de 1982 a março de 1983 foi o que apresentou maior valor (27,64 m³/s) e o de menor valor ficou entre outubro de 2013 a março de 2014 (8,55 m³/s). A média do período chuvoso entre o período ficou em 16,99 m³/s.

TABELA 16 – Média vazão hídrica período chuvoso em m³/s (1979-2020)

Ano	Período Chuvoso (outubro a março)	Ano	Período Chuvoso (outubro a março)
1979 a 1980	13,92	2000 a 2001	11,13
1980 a 1981	14,09	2001 a 2002	21,58
1981 a 1982	24,55	2002 a 2003	24,82
1982 a 1983	27,64	2003 a 2004	17,58
1983 a 1984	22,85	2004 a 2005	16,02
1984 a 1985	21,43	2005 a 2006	13,32
1985 a 1985	12,31	2006 a 2007	23,91
1986 a 1987	15,77	2007 a 2008	17,12
1987 a 1988	14,30	2008 a 2009	16,12
1988 a 1989	14,49	2009 a 2010	17,51
1989 a 1990	11,12	2010 a 2011	25,29
1990 a 1991	15,54	2011 a 2012	19,23
1991 a 1992	20,54	2012 a 2013	12,80
1992 a 1993	18,87	2013 a 2014	8,55
1993 a 1994	18,90	2014 a 2015	10,74
1994 a 1995	17,42	2015 a 2016	17,68
1995 a 1996	13,71	2016 a 2017	17,56
1996 a 1997	14,83	2017 a 2018	14,58
1997 a 1998	15,56	2018 a 2019	17,26
1998 a 1999	14,33	2019 a 2020	11,13
1999 a 2000	20,50	Outubro a dezembro 2020	-

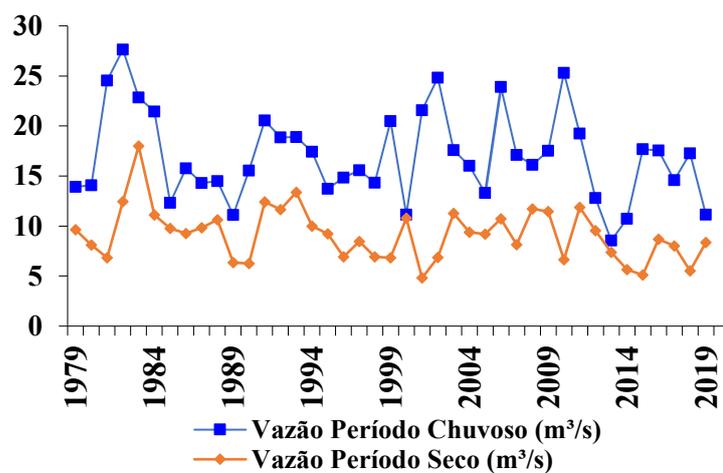
Fonte: Agência nacional de águas e saneamento básico (2021).

GRÁFICO 7 - Vazão média anual (1979-2019)



Fonte: Autor (2021).

GRÁFICO 8 - Vazão média período seco e chuvoso (1979-2019)



Por meio da correlação linear de Pearson (Tabela 17), a variável parâmetro vazão média anual apresentou, em relação aos anos, uma tendência negativa fraca (-0,2932) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,06). Para a variável vazão média período seco, verificou-se uma tendência negativa fraca (-0,3321) com significância, devido ao p-valor ser menor que 0,05 (0,034) e para a variável vazão média período chuvoso, uma tendência negativa fraca (-0,1927) sem significância, devido ao p-valor ser maior que 0,05 (0,2273). Conclui-se assim que para vazão média anual e vazão período chuvoso este apresentou uma tendência de redução, sem significância com relação aos anos, apenas o período seco apresentou uma tendência negativa com significância.

TABELA 17 – Matriz de correlação de Pearson entre vazão e os anos

	Anos	
	Pearson	P-valor
Vazão Média Anual	-0,2932	0,06
Vazão Média Período Seco	-0,3321	0,034
Vazão Média Período Chuvoso	-0,1927	0,2273

Fonte: Autor (2022).

5.6 Utilização do recurso hídrico na bacia hidrográfica do rio Uberabinha

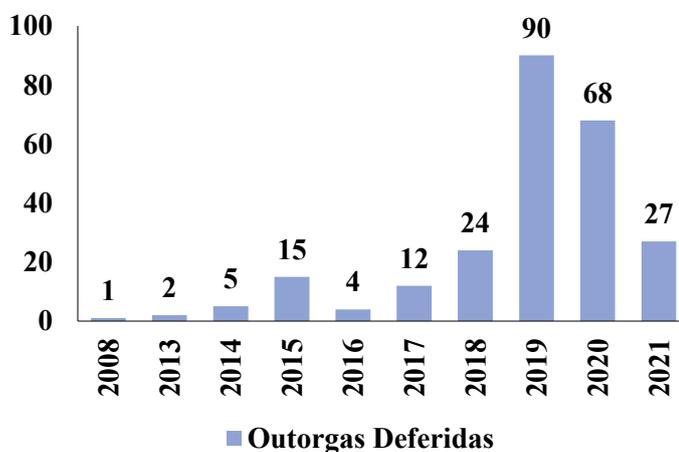
No estado de Minas Gerais, de acordo com a Portaria IGAM nº 48, de 04 de outubro de 2019, para realizar o processo de outorga para direito ao uso de recurso hídrico é necessário utilizar como referência a vazão Q7,10, contudo para a captação direta do recurso hídrico o limite máximo de vazão será de 50% da Q7,10 (IGAM,2019).

A Q7,10 indica uma situação de estado mínimo (TUCCI, 2002) do trecho do canal hídrico de captação. Este modelo fixa a vazão residual mínima que deve ser mantida a jusante de cada captação. O estudo de outorga deve ser realizado para todas as solicitações de pedidos de outorgas, em qualquer bacia do estado de Minas Gerais. A análise dos estudos e pedido de outorga é atualmente realizada por meio do IGAM

Baseado nos mapas das Figuras 24 e 25, observa-se que a bacia de estudo tem um total de 247 pontos de outorgas deferidos, sendo que destes 31 pontos estão presentes na região do Ribeirão Bom Jardim e afluentes, e 216 pontos presentes no rio Uberabinha e afluentes, com uma captação total outorgada de 2.137,55 l/s.

De acordo com o Gráfico 9, verifica-se que 2019 foi o ano com maiores outorgas deferidas (90) pelo órgão ambiental, na bacia de estudo. No respectivo ano, houve o correspondente a 36,43% das outorgas solicitadas até o momento. Dentre as 90 outorgas deferidas, 2 foram para aquicultura, 1 para agricultura, 29 para consumo humano, 2 dessedentação de animais, 1 para obras de infraestrutura, 49 para irrigação de lavouras e 6 não foram declararam ao IGAM, permanecendo sem fins de uso.

GRÁFICO 9 – Quantitativo de outorgas deferidas por ano, na bacia de estudo



Fonte: Infraestrutura de dados espaciais; Instituto mineiro de gestão das águas (2022).

FIGURA 24 – Mapa de outorgas deferidas da bacia do rio Uberabinha



Fonte: Adaptado Infraestrutura de dados espaciais (2022).

FIGURA 25 – Mapa de finalidade das outorgas da bacia do rio Uberabinha



Fonte: Adaptado Infraestrutura de dados espaciais (2022).

Conforme observado nas Figuras 24 e 25 e Tabela 18, os usos de outorgas apresentam-se em maiores quantidades para captação de água subterrânea por poço tubular, com 176 captações, correspondendo atualmente a 55,11% (1.178,09 l/s) do total de vazão outorgada na bacia.

TABELA 18 – Modos de uso das outorgas bacia hidrográfica de estudo

Outorga Tipo Subterrânea			
Modo de Uso	Finalidade	Quantidade	Vazão Captada (l/s)
Captação de água subterrânea por poço tubular	Consumo Humano	75	297,10
	Paisagismo e Recreação	3	15,97
	Não Declarado	5	43,64
	Irrigação	93	821,38
TOTAL		176	1.178,09
Captação de água em surgência (nascente)	Aquicultura	1	1,82
	Consumo Humano	1	3,06
TOTAL		2	4,88
Outorga Tipo Superficial			
Barramento em Curso d' Água sem captação	Não declarado	2	-
	Paisagismo e Recreação	6	-
TOTAL		8	-
Captação em Barramento em Curso d' Água com regularização de vazão	Irrigação	11	287,44
TOTAL		11	287,44
Captação em Barramento em Curso d' Água sem regularização de vazão	Aquicultura	1	1
	Dessedentação de animais	7	73,52
	Não Declarado	1	29,00
	Irrigação	2	24,00
	Obras de Infraestrutura e Urbanização	1	2,00
TOTAL		12	129,52
Captação Direta em Curso d' água	Aquicultura	4	25
	Consumo Humano	3	5,13
	Dessedentação de animais	2	30,16
	Irrigação	27	477,26
	Não Declarado	2	0,07
TOTAL		38	537,62
TOTAL GERAL		247	2.137,55

Fonte: Infraestrutura de dados espaciais; Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2022).

As captações se destinam em sua maioria à finalidade de irrigação, com 133 outorgas e com uma vazão total para captação de 1.610,08 l/s. A menor utilização é para a aquicultura, com 6 pontos outorgados e com uma vazão total de 27,82 l/s (1,30%).

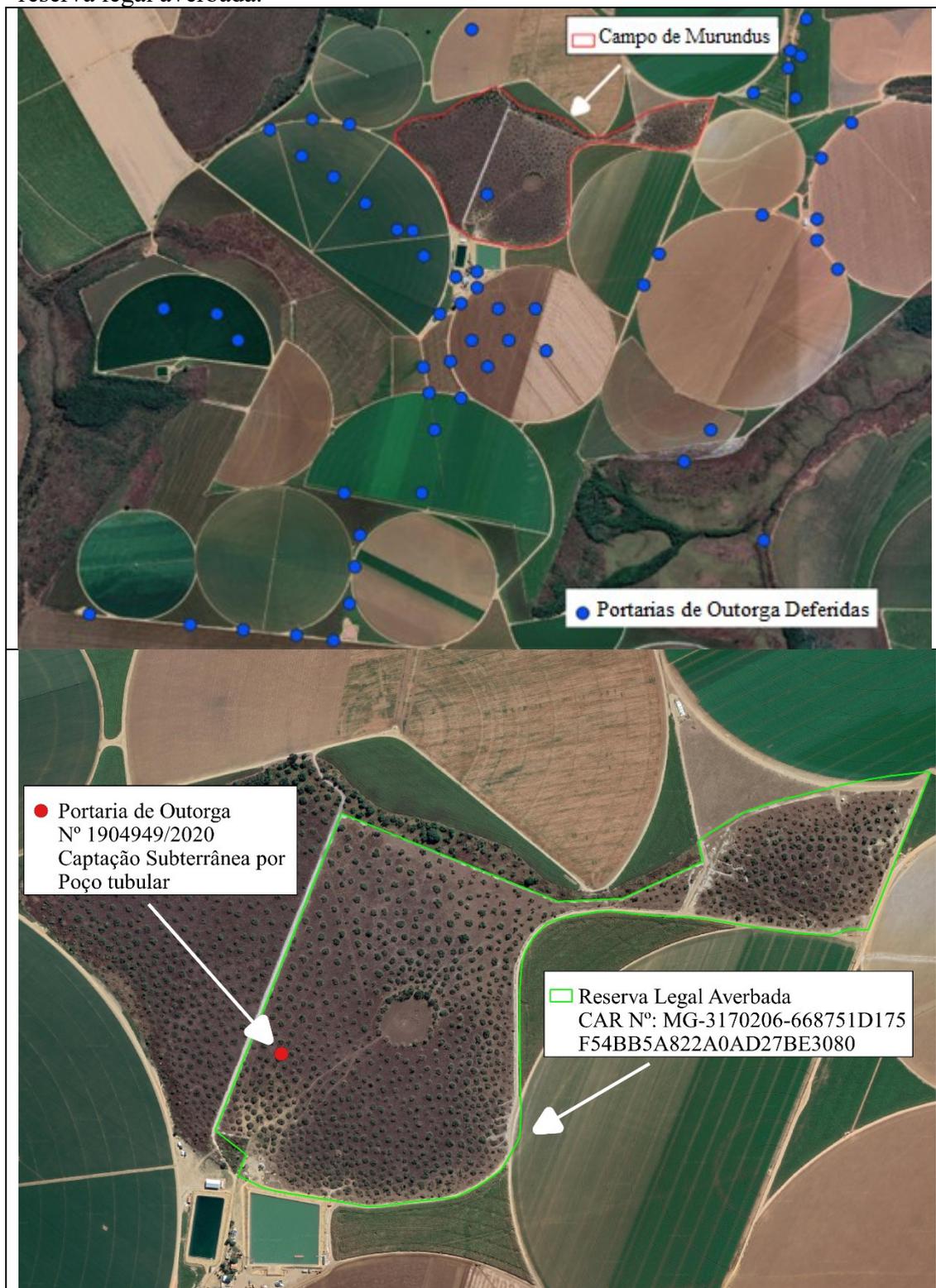
A utilização dessas captações para irrigação vem sendo discutido entre vários setores, visto que este tipo de uso é conceituado pela legislação ambiental como de interesse social, pois o plantio de produtos, que visam favorecer alimentação à população, tornou a irrigação um fator essencial. É necessário também a declaração de finalidade de uso pelos usuários outorgantes, visto que foi constatado em 10 pontos de outorgas da bacia do rio Uberabinha a falta de a declaração de finalidade, esses processos representam um total de vazão captada de 72,71 l/s.

Outro agente determinante para diminuição das áreas superficiais em áreas úmidas é o processo de drenagem através das captações por meio de poço tubular, o qual vem conduzindo a bacia do rio Uberabinha a uma grande vulnerabilidade de escassez de recursos hídricos. De acordo com Ewing e Vepraskas (2006), considera-se que uma vez drenado, o solo de áreas úmidas pode vir a perder água, matéria orgânica e suas características naturais.

Por meio das localizações das portarias de outorga, foi identificado um processo deferindo captação subterrânea em uma área úmida de campo de murundus (Figura 26). A área está presente no cadastro do CAR da propriedade como área de reserva legal averbada. A Lei 12.651/2002 determina que toda supressão de vegetação nativa em APP e Reserva Legal somente poderá ser efetuada mediante autorização prévia (BRASIL, 2012). Com isso, entende-se que a implantação de poço tubular profundo deve ser efetuada somente mediante liberação do órgão ambiental competente, bem como a intervenção em áreas de reserva legal e APP deverá ser autorizada pelo IEF, órgão responsável pelas deliberações e autorizações relacionadas à flora do Estado de Minas Gerais.

Compreende-se que são necessários estudos sobre as condições atuais das águas subterrâneas (profundidade do lençol freático) nas áreas úmidas da região, com a utilização de radares para mensuração de temperatura e umidade do solo, uma vez que o processo de antropização dessas áreas, principalmente para captação de recurso hídrico subterrâneo pode apresentar nos próximos anos um lençol freático abaixo da normalidade.

FIGURA 26 – Mapa da região no entorno da área de campos de murundus e localização de outorga deferida de poço tubular para irrigação em área de campo de murundus e reserva legal averbada.



Fonte: Adaptado Google Earth; Infraestrutura de dados espaciais; SISCAR (2022).

Conforme observado no relatório de outorga nº 1904949 (Tabela 19), adquirido através do sítio eletrônico da SEMAD, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, o ponto de outorga representado na área da Figura 26, localizada nas coordenadas: 19°06'38,8" Sul e 47°07'43,2" Oeste, apresenta uma vazão outorgada por dia de 654.480 litros, caso a vazão seja captada em área úmida, a mesma terá como reflexo o ressecamento e a perda de suas funções ambientais para o fluxo hídrico.

TABELA 19 – Dados da outorga localizada em campo de murundus

Portaria	Modo de Uso	Vazão Captada (l/s)	Hora/dia	Finalidade de uso
Nº 1904949	Captação de água subterrânea por poço tubular	9,09	20:00	Irrigação

Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2022).

A outorga deferida nesta região é totalmente irregular, sendo uma reserva averbada. De acordo com o Código Florestal, Lei 12.651, uma reserva legal é uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do Artigo 12, “com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (BRASIL, 2012).

É importante ressaltar que o recurso hídrico da região é utilizado em grande parte para a irrigação de lavouras, sendo um recurso limitado, que deve ser sempre monitorado por todos os barramentos, captações diretas e poços tubulares, sem a possibilidade de utilizar uma vazão divergente da emitida em certificado de outorga. A falta de compromisso com a vazão outorgada leva à degradação de áreas úmidas e do recurso hídrico. Um fator de preservação do recurso é a realização de fiscalização e de cumprimento de condicionantes que podem ser impostas no documento autorizativo.

Outro princípio é que a utilização do recurso hídrico em captação à montante de abastecimento público é considerada uma captação de grande porte, segundo Deliberação Normativa CERH (CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2002) – MG nº 07, de 4 de novembro de 2002, a qual classifica como de grande porte a captação cuja duração prevista de rebaixamento for utilização igual ou superior a 10 anos e esteja localizada em ponto de uso comprometedor à montante do

abastecimento público existente ou projetado. Sendo assim o ponto outorgado, identificado nos estudos, pode ser considerado de grade porte, devido ao poço tubular se encontrar à montante do reservatório da Unidade Sucupira.

É necessária uma fiscalização sobre as utilizações de recurso hídrico na bacia do rio Uberabinha, além da liberação das regiões para implantação de poço tubular, captação direta e barramentos, principalmente em áreas úmidas, visto que os grandes desmatamentos efetuados nos anos de 1980 conduziram a um crescimento agrícola totalmente desordenado, o qual acarreta atualmente em grande demanda de volume hídrico diário.

As outorgas da bacia requerem atenção especial por afetarem afluentes que auxiliam na vazão adequada para o rio Uberabinha e ribeirão Bom Jardim, fundamentais ao abastecimento público da cidade de Uberlândia-MG.

6. CONCLUSÕES

Baseados nos mapas, as áreas úmidas (veredas e campos de murundus) sofreram um recuo durante o período analisado (1964-2020) de 7.675,17 hectares em campo de murundus e 4.666,70 hectares em áreas de veredas, totalizando uma perda total de 12.341,87 hectares de áreas úmidas na bacia de estudo. Foi identificado, mediante o estudo, que as causas do recuo das áreas úmidas ocorreram por causa das alterações no uso do solo por meio da ação antrópica de desmatamento para a implementação de áreas de culturas irrigadas, culturas não irrigadas, silvicultura e mineração.

A maior perda de campo de murundus aconteceu no período de 1979 a 2002, com 5.406,39 hectares. As veredas apresentaram as maiores perdas no mesmo período, com 2.405,08 hectares, além de sofrerem alterações para mata de galeria e silvicultura, conforme demonstrado em imagens comparativas.

Várias áreas de silvicultura foram consolidadas em áreas úmidas, com isso identificou-se em visitas *in loco* a presença em grande quantidade da espécie exótica *Pinus sp*, que é danosa à recarga hídrica do ambiente úmido, tendo a necessidade urgente de ser controlada pelas empresas e proprietários responsáveis pelas áreas invadidas, através do processo de corte e descarte adequado ambientalmente, a fim de extinguir as espécies invasoras em áreas úmidas da região da bacia hidrográfica.

As alterações no uso do solo vêm comprometendo os parâmetros hídricos e climáticos, pois a partir dos gráficos e dados analisados (vazão, régua linimétrica, temperatura e pluviosidade), observou-se que o parâmetro temperatura média proporcionou uma tendência positiva significativa durante o período de 1979 a 2020. Entende-se que o aumento da temperatura foi expressivo e pode impactar diretamente a distribuição de água nas áreas úmidas, além de alterar a altura da lâmina d'água e a vazão hídrica dos mananciais. O parâmetro vazão média no período seco apresentou uma redução significativa entre 1979 a 2019, esse parâmetro deve ser observado e monitorado diariamente a fim de conservar o recurso hídrico essencial.

Torna-se importante alertar e apresentar ao comitê gestor da bacia hidrográfica do rio Uberabinha o que pode ocorrer na região caso o avanço de ações antrópicas e liberação de uso de recurso hídrico exacerbado para captação continue a acontecer nas áreas úmidas da bacia, visto que atualmente 1.610,08 L/s já foram outorgados para produtores da região irrigarem suas lavouras, com isso a perda do recurso hídrico

poderá gerar um impacto amplo para a região da bacia, para o meio ambiente e para as gerações futuras.

Foi identificado que o recurso hídrico é captado em 55,11% por meio de poços tubulares. O alto volume de captação e demandas podem transformar a região da bacia do rio Uberabinha em uma área de conflito pelo uso da água, culminando na competição pelo uso do recurso hídrico, visto a grande necessidade dos proprietários e empresas da região para irrigação de lavouras.

Compreende-se que é fundamental para o meio ambiente e as áreas úmidas que os governantes do estado de Minas Gerais, juntamente com seus gestores, elaborarem uma legislação estadual específica para proteção de campos de murundus, com a visão de conservar e recuperar esta importante área úmida presente na região de Uberaba e Uberlândia, no estado de Minas Gerais, fundamental na manutenção do fluxo hídrico, promovendo o equilíbrio ecológico na região. Ressalta-se que somente a área úmida definida como vereda tem proteção específica prevista na legislação Federal e Estadual, tornando-se necessária a inclusão dos campos de murundus no rol de proteção das áreas de uso restrito observadas em legislação.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Hidroweb**. Séries históricas das estações, 1979 a 2019. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.
- ARAÚJO, G. M. *et al.* Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 25, n.4, p. 475-493, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/SG6rHhRnk3xsF7vXXZ4yqVM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de abril 2022.
- ARAÚJO NETO, M. D. *et al.* The murundus of the cerrado region of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, [s.l.], v.2, n. 1, p. 17-35, 1986.
- ÁREAS úmidas: chave para enfrentar a mudança do clima. [S.l.], 2 fev. 2019. Folheto.
- BARBOSA, K. M. N. **Monitoramento espacial de biomassa e carbono orgânico da vegetação herbácea de várzea na Amazônia Central**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BASTOS, L.A, FERREIRA, I.M. Composições fito fisionômicas do bioma cerrado: estudo sobre o subsistema de vereda. **Espaço em Revista: Edição Especial: II Simpósio de Educação Ambiental**. [s.l.], v. 12, n. 1, p. 97-108. Jan/jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.5216/er.v12i1.17656> Acesso em: <https://revistas.ufg.br/espaco/article/view/17656/10487>. Acesso em: 25 jul. de 2020.
- BIZZERRIL, M. X. A. O cerrado nos livros didáticos de geografia e ciências. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 192. p. 56-60, abr. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/MarceloBizerril/publication/259467083_O_Cerrado_nos_livros_didaticos_de_geografia_e_ciencias/links/00b7d52bdf21251007000000/O-Cerrado-nos-livros-didaticos-de-geografia-e-ciencias.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail. Acesso em: 12 jul. de 2021.
- BORGES, A. Fabiano. **Caracterização temporal das áreas úmidas e de preservação permanente da porção de alto e médio curso da bacia hidrográfica do Rio Uberabinha MG com a aplicação de técnicas de geoprocessamento**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2012.
- BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Úmidas: convenção de Ramsar**. Brasília, DF: MMA, 2011. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar.html> Acesso em: 04 de setembro de 2018.

CAPOANE, V.; SANTOS, D. R.; KUPLICH, T. M. Efeito do uso da terra e relevo na distribuição espacial e vertical de carbono do solo em uma bacia hidrográfica agrícola. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s.l.], v. 9, n. 06, p. 1629-1643, dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1629-1643>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233856/27365>. Acesso em: 20 jul. 2020.

CARVALHO, A. R.; ALVES, S.M. Diversidade e índice sucessional de uma vegetação de Cerrado sensu stricto na Universidade Estadual de Goiás-UEG, Campus de Anápolis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 81-90, fev. 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000100010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/PPKJVTRYHXsHFV7zNstvxFy/?lang=pt>. Acesso em: 19 abr. 2021.

CASTRO JÚNIOR, P. R. **Dinâmica da Água em Campos de Murundus do Planalto dos Parecis**. 195f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo - SP, 195p, 2002.

CERRI, C. E. P. et al. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. **Scientia Agrícola**, [s.l.], v. 64, n. 1, p. 83-99, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa CERH, MG nº 07, 04 de novembro de 2002**. Estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor, tendo em vista a legislação de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte: CNRH, 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=180>. Acesso em: 02 de abril de 2022.

CORRÊA, G. F. **Les microrelief “murundus” et leur environnement pédologique dans l’ouest du Minas Gerais, région du plateau central brésilien**. 144 f. Thèse (Doctorat) - Université de Nancy I, Vandoeuvre-les-Nancy, 1989.

DARLINGTON, Johanna PEC. Lenticular soil mounds in the Kenya highlands. **Oecologia**, [s.l.], v. 66, n. 1, p. 116-121, 1985.

FERREIRA, V. O.; MAGALHÃES, M. V. P. Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) à Análise Multitemporal da Dinâmica de Áreas Agrícolas no Alto Curso da Bacia do Rio Uberabinha, Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 44, p. 149-164, ago. 2015. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2015v25n.44p.149. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333239878009>. Acesso em: 26 de abril de 2021.

DIEGUES, Antônio Carlos Sant'Ana (ed.). **An inventory of Brazilian wetlands**. [s.l.]: IUCN, 1994.

DIEGUES, Antônio Carlos Sant'Ana. **Povos e águas: inventário de águas úmidas brasileiras**. São Paulo: NUPAUB-USP, 2002.

DUNK, B.; RUWER, D. T.; FELISBERTO, S. A. Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) perifíticas de áreas úmidas do Cerrado (veredas) no Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, [s.l.], v. 71, n. 3, p. 283-295, dez. 2016. Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/DaianeRuwer/publication/311183257_Eunotiaceae_Kutzing_Bacillariophyceae_perifiticas_de_areas_umidas_do_Cerrado_veredas_no_Brasil/links/587e923508ae4445c06fb4a5/Eunotiaceae-Kuetzing-Bacillariophyceae-perifiticas-de-areas-umidas-do-Cerrado-veredas-no-Brasil.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail. Acesso em: 26 de maio de 2021.

EITEN, G. **Vegetação Natural do Distrito Federal**. Brasília, DF: Universidade de Brasília; SEBRAE, 2001.

EWING, J. M., VEPRASKAS. M. J. 2006. Estimating primary and secondary subsidence in an organic soil 15, 20, and 30 years after drainage. **Wetlands**, [s.l.], v. 26, p. 119–130, mar. 2006. Disponível: [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2006\)26\[119:EPASSI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2006)26[119:EPASSI]2.0.CO;2).

FELTRAN FILHO, A. **Estruturação das paisagens nas chapadas do oeste mineiro**. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

FERRAZ, Rafael. **Antropização da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda: alterações climáticas, recursos naturais e desenvolvimento**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local), Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2006.

FERRARI, Lucas. **Veredas**. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Vegetal. 2014.

FERREIRA, Idelvone. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de catalão (GO)**. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2003.

FERREIRA JUNIOR, Angélica. **Análise temporal de campos de murundus e dinâmica da comunidade lenhosa na bacia do ribeirão Ariranha, sudoeste goiano**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO. 65 f. 2019.

FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA. **Convenção de Ramsar tenta proteger o elemento essencial da vida na Terra**. ,2015. Disponível em:
<https://www.wwf.org.br/?43402/Conveno-de-Ramsar-tenta-protoger-o-elemento-essencial-da-vida-na-Terra>. Acesso em: 05 de agosto de 2021.

GOIÁS. Casa Civil. **Lei nº 20.773 de 08 de maio de 2020**. Institui o Regime Extraordinário de Licenciamento Ambiental - REL como medida de enfrentamento da situação extrema de âmbito econômico no Estado de Goiás, provocada em razão da decretação de estado de calamidade pública, decorrente da infecção humana pelo Novo Coronavírus (COVID-19). Goiânia, Casa Civil, 2020. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103159/pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. (PRODEPEF. Série Técnica, 3.)

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. M. Sistemas de classificação de áreas úmidas no Brasil e no mundo: panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos. **Geo UERJ**, [s.l.], n. 33, ago. 2018. DOI: 10.12957/geouerj.2018.34519. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/34519>. Acesso em: 22 de abril de 2021.

GONÇALVES, S. R. A.; CUNHA, C. N.; JUNK, W. J. Etapas prioritárias para uso de dados remotos e sistemas de informações geográficas em planejamento de inventário, avaliação e monitoramento de áreas úmidas. **Biodiversidade Brasileira**, [s.l.], n. 2, p. 86-96, set. 2019. DOI: 10.37002/biobrasil.v9i2.766. Disponível em: https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/766/pdf_7. Acesso em 15 de abril de 2021.

GUIMARÃES, Antônio. **Características do solo e da comunidade vegetal em área natural e antropizada de uma vereda na região de Uberlândia, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 55 f, 2001.

IBAMA. **Plano de manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe (Fase 2)**. [S.l.]: Ibama, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br>. Acesso em: 28 de maio de 2022.

IBAMA. **Resolução conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 45, de 25 de setembro de 2007**. Define critérios para avaliação das áreas úmidas e seus entornos protetivos, normatiza sua conservação e estabelece condicionantes para o licenciamento das atividades neles permissíveis no Estado do Paraná. [s.l.]: Ibama, 2007. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PR/PC0045-250907.PDF>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS. **IDE-SISEMA**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 01 de abril de 2022.

IBGE. **Censo demográfico 2020**. [s.l.]: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberlandia.html> Acesso em: 18 de julho de 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Banco de dados meteorológicos**. [s.l.]: Inmet, 1979-2020. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Administrativa nº 010/98**. [s.l.]: Igam, 1998. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=669>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria IGAM nº 48, de 04 de outubro de 2019**, [s.l.]: Igam, 2019. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Programa queimadas**: portal do monitoramento de queimadas e incêndios florestais. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>. Acesso em: 29 julho 2021.

IPCC. Painel intergovernamental sobre as mudanças climáticas. **Working Group, I Contribution to The IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Suécia: IPCC, 2013. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>. Acesso em: 21 dez. 2022.

IPCC. Painel intergovernamental sobre as mudanças climáticas. **Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects**, Suécia: IPCC, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>. Acesso em: 21 dez. 2022.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. Áreas úmidas (AUs) brasileiras: avanços e conquistas recentes. **Boletim ABLimno**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 20-24, 2015.

JUNK, W. J. et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 5-22, 2014. DOI: 10.1002/aqc.2386. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/65755/1/2014_art_wjung.pdf. Acesso em: 12 de junho de 2021.

JUNK, W. J. *et al.* Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. Classificação e delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus macrohabitats. *In*: CUNHA, C. N.; FERNANDEZ, P. M. T.; WOLFANG, J.J. (org.). Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats. [s.l.]: INCT-INAU - EdUFMT, 2014. p. 13-76. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/34968>. Acesso em: 21 dez. 2022.

JUNQUEIRA, Deise. **Princípios da governança ambiental na gestão de recursos hídricos com foco em áreas úmidas (AU's) na Depressão Periférica Paulista**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e meio ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2021.

LIMA, S. C. A. preservação das veredas para manutenção do equilíbrio hidrológico dos cursos d'água. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE. Anais [...]* Londrina: UEL/NEMA, 1991. p. 204-218.

MATOS, P. F.; PESSOA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo Uerj**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2011.2456>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/2456>. Acesso em: 21 dez. 2022.

MARTINI, Paulo. Áreas úmidas da América do Sul registradas em imagens de satélites. *In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL*, 1., Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária, 2006. p.876-882. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.13.44/doc/p125.pdf>. Acesso em: 21 de julho de 2021.

MARTINS, Fernanda. **Caracterização física e química de latossolos e gleissolos no campo de Murundu do Córrego da Fortaleza, chapada oeste do Triângulo Mineiro**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2014.

MAXWELL, SUSAN K; SYLVESTER, KENNETH M. Identification of “ever-cropped” land (1984-2010) using Landsat annual maximum NDVI image composites: Southwestern Kansas case study. **Remote sensing of environment**, [s.l.], v. 121, p. 186–195, 2012. DOI: 10.1016/j.rse.2012.01.022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3298121/>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

MELO, D. **Evolução das Veredas sob Impactos Ambientais nos Geossistemas Planaltos de Buritizeiro/MG**. 2008. 341 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MELO, D. R.; ESPINDOLA, C. R. As veredas nos Planaltos de Buritizeiro/MG: estágio atual dos conhecimentos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA*, 6., Goiânia-GO, set. 2006. **Anais [...]**. Goiânia: [s.n.], 2006. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/1/009.pdf>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

MELACK, John M.; HESS, Laura L. Remote sensing of wetlands on a global scale. **Book Reviews**, v. 8, n. 9, p. 1-12, 2004.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: wetlands and water Synthesis**. Washington DC: World Resources Institute, 2005. 70 p.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>. Acesso em: 26 de março de 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Semad**, 2015. Disponível em: <http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/site/lista-outorgas>. Acesso em: 04 de abril de 2022.

MITSCH, W. J.; DAY JR, John W. Restoration of wetlands in the Mississippi–Ohio–Missouri (MOM) River Basin: Experience and needed research. **Ecological Engineering**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 55-69, Jan. 2006. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2005.09.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857405001916>. Acesso em: 06 de agosto de 2021.

MONTEIRO, C. M.; MENEZES, A. S. Análise histórica de ocupação das áreas úmidas (veredas e campo de murundus) no triângulo mineiro entre os municípios de Uberaba e Uberlândia durante os anos de 1987 a 2017. **Ambiente e paisagem**, [s.l.], v. 9, n.1, p. 173-187, maio. 2019. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/buildingtheway/article/view/9288>. Acesso em: 06 de agosto de 2021.

MONTEIRO, Marcelo. **Mudanças na cobertura e uso da terra e impactos ambientais nas áreas úmidas na Chapada do Bugre (Triângulo Mineiro) entre 1987 e 2018**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 114 f, 2019.

MOREIRA, Vinícius. **Geocronologia em ambientes de veredas e campos de murundus na chapada Uberlândia-Uberaba: subsídios à evolução da paisagem**. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 129 f, 2017.

MOREIRA, V.; PEREZ FILHO, A. Caracterização Física dos Microrrelevos de Murundus na Chapada Uberlândia-Uberaba/MG: Discussões Preliminares Sobre Gênese. **Revista do Departamento de Geografia**, [s.l.], n.10, p. 227-237, jun. 2017. DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132632. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/132632/129847>. Acesso: 10 de maio de 2021.

NUNES, E. J. S. *et al.* Geotecnologias no diagnóstico de conflitos de uso do solo de uma microbacia do município de Alta Floresta- MT. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 25, n. 3, p. 689-697, jul/set. 2015. DOI: 10.5902/1980509819619. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/19619/11614>. Acesso: 03 de maio de 2021.

OLIVEIRA, D. A.; ROSOLEN, V. Os Sistemas Úmidos na Paisagem de Chapada, o Uso da Terra e Desafios da Preservação Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s.l.], v. 15, n. 2, 2014. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v15i2.450> Disponível: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/450/381>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

OLIVEIRA, G. C.; ARAÚJO, G. M.; BARBOSA, A. A. A. Florística e Zonação de Espécies Vegetais em Veredas no Triângulo Mineiro, Brasil. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 60, n. 4, p.1077-1085, out/ dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960417> Disponível: <https://www.scielo.br/j/rod/a/zWkwRvhRjYc7fg5PYyD65tF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 de dezembro de 2021.

PAULINO, H. B. *et al.* Campos de Murundus: gênese, paisagem, importância ambiental e impacto da agricultura nos atributos dos solos. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p. 172-211. v. 9.

PETRUCCI, Eduardo. **Características do clima de Uberlândia-MG**: análise da temperatura, precipitação e umidade relativa - Uberlândia. 2018. 245 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção versão 6 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil**, 2020. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact-Sheet-Colecao7.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapbiomas Cerrado**, 2021. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Infograficos/MBI-Infografico-7.0-BR-cerrado-rev2.jpg>. Acesso em: 16 de outubro de 2022.

QUEIROZ, Arlei. **Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica nos altos e médios cursos do Rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. 137 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

QUEIROZ, Marina. **Nascentes, veredas e áreas úmidas**: revisão conceitual e metodologia de caracterização e determinação: estudo de caso na estação ecológica de águas emendadas - Distrito Federal. 148 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RAMOS, M. V. V. **Caracterização dos solos, da estrutura fitossociologia e do estado nutricional da vegetação de Veredas em diferentes superfícies geomorfológicas no Triângulo Mineiro**. 128 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

RAMOS, M. V. V. *et al.* Veredas do Triângulo Mineiro: Solos, água e uso. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 30, n.2, p. 283-293, abril. 2006. DOI: 10.1590/S1413-70542006000200014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/vDZrGdgVNvshrfzgdLr77Zp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

RAMSAR. Designating Ramsar Sites. **Strategic Framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance, Ramsar handbooks for the wise use of wetlands**. 4th ed. RAMSAR. Gland. vol. 17. 20p, 2010.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)**, p. 89-166, 1998.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa CPAC, 2008. p. 89-166

RODRIGUES, R, G. *et al.* Biofuel-water-land nexus in the last agricultural frontier region of the Brazilian Cerrado. **Applied Energy**, [s.l.], v. 231, p. 1330-1345, 2018. DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.09.121. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.121>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

ROSOLEN, V. *et al.* Qualidade dos sedimentos no rio Uberabinha (Uberlândia, MG) e implicações ambientais. **Revista Brasileira de Geociências**, [s.l.], v. 39, n. 1, p. 151-159, mar. 2009. DOI: 10.25249/0375-7536.2009391151159 Disponível em: <https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7636/7063>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

ROSOLEN, V.; OLIVEIRA, D. A.; BUENO, G. T. Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. **Wetlands ecology and management**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 285-292, 2015. DOI: 10.1007/s11273-014-9380-4. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11273-014-9380-4>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

SANTOS, B. A; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia – MG utilizando técnicas de Geoprocessamento: sensoriamento remoto, classificação supervisionada, map. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., 2011. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: INPE, 2011. p.6185.

SILVA ANDRADE, B.; SILVA MELO, M. R.; SILVA, M. H. S. Geoprocessamento aplicado a análise do uso do solo na área de proteção ambiental dos mananciais do córrego lajeado, Campo Grande-MS. **Sociedade e Território**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 200-221, jna/jun 2019. DOI: 10.21680/2177-8396.2019v31n1ID17936. Disponível em: <https://periodicos.ufm.br/sociedadeeterritorio/article/view/17936>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

SILVA, L. L. *et al.* O papel do estado no processo de ocupação das áreas de cerrado entre as décadas de 60 e 80. **Caminhos de Geografia**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 24-36, dez. 2000. DOI: 10.14393/RCG2215251. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15251>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

SISCAR. **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <https://www.car.gov.br>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

SCHAEFER, Carlos. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Soil Research**, [s.l.], v. 39, n. 5, p. 909-926, 2001. DOI: doi.org/10.1071/SR00093 Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/sr/SR00093>. Acesso em: 29 de maio de 2021.

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

SCHNEIDER, M. O.; SILVA, D. B. Estrutura Pedológica e Dinâmica Hídrica do “Covoal” do Córrego da Fortaleza. Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, [s.l.], Ano 3, n. 5 e 6, p. 75-89. 1991.

SOARES, A. M.; SANTOS SILVA, R. T.; DANTAS, R. A. A dinâmica hidrológica na bacia do alto curso do Rio Uberabinha em Uberaba, Minas Gerais, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, [s.l.], v. 2, p. 1-15, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820596.pdf>. Acesso em: 29 de julho de 2021.

SOARES, D. M. *et. al.* Plant communities in veredas: distribution of native tree/shrubby regeneration and of the invasive species *Pinus caribaea* morelet. **Feddes Repertorium**, [s.l.], v. 1, p. 1-14, mar. 2022. DOI: 10.1002/fedr.202000024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fedr.202000024>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

SOUZA, Luciana. O agronegócio no Triângulo Mineiro e o impacto das políticas públicas nas últimas décadas. **Simpósio sobre Reforma Agrária e Questões Rurais**, v. 5, 2012.

SOUZA, Thyellenn. **SIG aplicado na área de conflito e uso do solo em APP, em função da hidrologia do Ribeirão da Água da Leopoldina Bauru (SP)**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

TEIXEIRA, G.; RODRIGUES, G. S. S. C. Trajetória geográfica da silvicultura em Minas Gerais. **Mercator (Fortaleza)**, [s.l.], v. 20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2021.e20004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/KBQgMYrBw3XyrvmbQcYk64j/?lang=pt>. Acesso em: 20/10/2021.

TUCCI, Carlos. Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos. **Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas–Câmara Temática de Recursos Hídricos**, p. 150. 2002.

UBERLÂNDIA. Departamento Municipal de Água e Esgoto. **Projeto Buriti**. Uberlândia: DMAE, 2022. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/programa-buriti-2/>. Acesso em: 27 de março de 2022.

ZEDLER, Joy B.; KERCHER, S. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. **Environment and Resources**, [s.l.], v. 30, p. 39-74, jul. 2005. DOI: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144248. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248>. Acesso em: 04 de abril de 2021.

ZEZZO, Larissa. **Avaliação de impactos ambientais e propostas de gestão de áreas úmidas (MG)**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Ciências Exatas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 121 f, 2019.

ZEZZO, L, G. *et al.* Alteração dos parâmetros físico químicos dos solos de áreas úmidas impactadas pela agricultura e mineração (MG). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [s.l.], v. 10, n. 4, p. 254-279, dez.2021.