

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LARISSA MANGABEIRA CUSTÓDIO

**MORFOMETRIA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA DO
CÓRREGO DO JUCÁ, UBERABA - MG**

**Ilha Solteira
2024**

LARISSA MANGABEIRA CUSTÓDIO

**MORFOMETRIA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA DO
CÓRREGO DO JUCÁ, UBERABA - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – Unesp como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheira Civil.

Cesar Gustavo da Rocha Lima
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C987m Custódio, Larissa Mangabeira.
Morfometria e uso e ocupação do solo da microbacia do córrego do rio Jucá,
Uberaba - MG / Larissa Mangabeira Custódio . -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
56 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
2024

Orientador: César Gustavo da Rocha Lima

Inclui bibliografia

1. Morfometria. 2. Solo. 3. Microbacia.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: LARISSA MANGABEIRA CUSTÓDIO

Título: **MORFOMETRIA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO JUCÁ, UBERABA - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. César Gustavo da Rocha Lima

UNESP – Campus de Ilha Solteira (Orientador)



M.a. Isadora Vitali Lobo

Mestra pelo PPGEC (FEIS/UNESP)



M.e. Olavo Tozete Tercini

Mestre pelo PPGEC (FEIS/UNESP)

Ilha Solteira

27/06/2024

DEDICATÓRIA

Dedicado aos meus familiares, amigos, companheiros de turma e professores que de alguma forma contribuíram com a minha graduação; e também a todos aqueles que como eu veem na engenharia a possibilidade de transformar o mundo em um lugar melhor para as gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e sabedoria que me permitiram estudar e realizar o sonho que esta graduação representa. Onde quer que esteja, também agradeço a minha mãe, minha estrela que tenho certeza olhou e zelou por mim durante todos esses anos e me deu forças para seguir nosso sonho da graduação. Ao meu pai obrigada pelo apoio financeiro, emocional e por sempre acreditar em mim, mesmo nos momentos em que eu mesma não acreditei. A minha irmã minha eterna gratidão por todos os momentos de desespero e cansaço superados durante nossas longas conversas!

Aos amigos que fiz durante a graduação agradeço pelos momentos de estudo e diversão, por compartilharem conhecimentos de engenharia e da vida comigo. Àqueles amigos de Uberaba gratidão pela torcida e pela compreensão nesse tempo distante.

Aos companheiros de estágio e trabalho agradeço pela experiência adquirida com o apoio de vocês, obrigada pela paciência e cuidado ao me ensinar e pelos momentos e desafios vivenciados.

Um agradecimento especial aos professores, responsáveis por nos transmitir tanto conhecimento sobre a engenharia e seus enigmas. Ao meu orientador Prof. Cesar Gustavo da Rocha Lima pelas aulas dadas sempre com muita atenção e os conhecimentos adquiridos que culminaram no presente trabalho.

“Todos os nossos sonhos podem se realizar, se
tivermos a coragem de persegui-los”. Walt Disney.

RESUMO

Um dos grandes problemas enfrentados pelas cidades atuais, independente do porte, diz respeito ao planejamento urbano. Assim, o processo de urbanização consciente deve incluir análises profundas da região de interesse, sendo comum a realização de estudos utilizando o SPRING/INPE para tratamento e apresentação de dados da região de interesse. Tendo em vista o levantamento de dados técnicos, o presente trabalho visa o estudo morfométrico e de uso e ocupação do solo da microbacia do córrego do Jucá, localizada na porção oeste da cidade de Uberaba – MG. Baseado em análises de indicadores por meio do SPRING/INPE e mapeamento da evolução do uso e ocupação do solo da bacia por meio de imagens da série de satélites LandSat também pretende identificar as alterações e a dinâmica ocupacional na bacia nos últimos 40 anos. A análise morfométrica pode ser descrita como um conjunto de parâmetros obtidos por meio de dados físicos relativos a bacia, os quais permitem quantificar a propensão à inundações e eficiência da mesma numericamente. Para a área do córrego do Jucá os resultados mostraram tendência a circularidade ($I_c = 0,68$) com uma drenagem pouco desenvolvida e pobre ($D_d = 0,61 \text{ km/km}^2$) com baixa capacidade de geração de novos cursos ($D_r = 0,73 \text{ canais/km}^2$) e elevada área para manutenção da bacia ($C_m = 1639,34 \text{ m}^2/\text{m}$). Possuindo ainda um relevo que embora não apresente grandes variações e riscos de degradação a bacia ($I_r = 0,075$) possui desníveis de ordem significativa ($R_r = 25,62 \text{ m/km}$). Já a análise do uso e ocupação do solo consistirá da valiação dos anos de 1991, 2001, 2011 e 2021, utilizando-se do classificador MAXVER por meio do SPRING/INPE. Nota-se crescimento urbano na área, o qual quase triplicou sua ocupação de 296,64 ha (27%) em 1991 para 811,62 ha (74%) em 2021. Já as áreas de vegetação densa e floresta se mantiveram constantes na ordem dos 100ha da área da bacia. Para as vegetações rasteiras e pastos bem como regiões de solo exposto notou-se grande decréscimo, partindo de 276,03 ha (25%) e 381,51 ha (35%) em 1991 para 88,74 ha (8%) e 67,95 ha (6%) em 2021, respectivamente. Conclui-se assim que a microbacia do Córrego do Jucá possui alta suscetibilidade a cheias, sendo necessária ações de mitigação na região e uma melhoria da condição de planejamento urbano para as próximas expansões na área, como em relação aos estudos preliminares.

Palavras-chave: Morfometria; Drenagem; Uso do solo; Planejamento urbano; Urbanização.

ABSTRACT

One of the biggest problems faced by current cities, regardless of size, concerns urban planning. Thus, the process of conscious urbanization must include in-depth analyzes of the region of interest, and it is common to carry out studies using SPRING/INPE to process and present data from the region of interest. With a view to collecting technical data, this work aims to study the morphometric and land use and occupation of the Jucá stream microbasin, located in the western portion of the city of Uberaba – MG. Based on analysis of indicators through SPRING /INPE and mapping the evolution of land use and occupation in the basin using images from the LandSat satellite series also aims to identify changes and occupational dynamics in the basin over the last 40 years. Morphometric analysis can be described as a set of parameters obtained through physical data relating to the basin, which allow the propensity to flood and its efficiency to be quantified numerically. For the Jucá stream area, the results showed a tendency towards circularity ($I_c = 0.68$) with poorly developed and poor drainage ($D_d = 0.61 \text{ km/km}^2$) with low capacity to generate new courses ($D_r = 0.73 \text{ channels/km}^2$) and a large area for basin maintenance ($C_m = 1639.34 \text{ m}^2/\text{m}$). It also has a relief that, although it does not present great variations and risks of degradation, the basin ($I_r = 0.075$) has significant differences in level ($R_r = 25.62 \text{ m/km}$). The analysis of land use and occupation will consist of evaluating the years 1991, 2001, 2011 and 2021, using the MAXVER classifier through SPRING/INPE. Urban growth is noted in the area, which almost tripled its occupation from 296.64 ha (27%) in 1991 to 811.62 ha (74%) in 2021. The areas of dense vegetation and forest remained constant in the order of the 100ha of the basin area. For low vegetation and pastures as well as regions with exposed soil, a large decrease was noted, from 276.03 ha (25%) and 381.51 ha (35%) in 1991 to 88.74 ha (8%) and 67.95 ha (6%) in 2021, respectively. It is therefore concluded that the Córrego do Jucá microbasin has a high susceptibility to floods, requiring mitigation actions in the region and an improvement in the urban planning condition for the next expansions in the area, as in relation to preliminary studies.

Keywords: Morphometry; Drainage; Use of the soil; Urban planning; Urbanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Hierarquização de canais segundo Stharler.....	20
Figura 2	- Área de estudo.....	28
Figura 3	- Carta topográfica e perfil altimétrico da região de estudo.....	34
Figura 4	- Ordem dos canais da bacia do estudo.....	35
Figura 5	- Perfil longitudinal do canal principal.....	36
Figura 6	- Mapa de declividades da bacia hidrográfica do córrego do Jucá....	39
Figura 7	- Área aproximada da bacia e destaque da região do Alfredo-Freire IV.....	40
Figura 8	- Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 1991.....	41
Figura 9	- Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 2001.....	41
Figura 10	- Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 2011.....	42
Figura 11	- Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 2021.....	42
Figura 12	- Evolução da ocupação do solo por classe e período.....	43
Figura 13	- Crescimento da população da cidade de Uberaba.....	44
Figura 14	- Crescimento da ocupação urbana da bacia.....	44
Figura 15	- Composição econômica por número de estabelecimentos em Uberaba.....	45
Figura 16	- Crescimento de loteamentos e bairros na área da bacia.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Faixas de classificação da Dh de bacias.....	19
Tabela 2	- Descrição das imagens de satélite utilizadas.....	30
Tabela 3	- Chave de interpretação.....	31
Tabela 4	- Parâmetros morfométricos.....	32
Tabela 5	- Dados físicos da bacia.....	36
Tabela 6	- Parâmetros morfométricos da Bacia do Córrego do Jucá	37
Tabela 7	- Classificação de declividades por Lepshc(1991).....	39
Tabela 8	- Análise quantitativa do uso e ocupação da bacia.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	GERAL	15
2.2	ESPECÍFICO	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	HIDROLOGIA E O ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS	16
3.1.1	Recursos hídricos: bacias e microbacias hidrográficas	17
3.1.2	Análise morfométrica.....	18
3.1.2.1	<i>Índice de circularidade</i>	<i>18</i>
3.1.2.2	<i>Densidade de rios</i>	<i>19</i>
3.1.2.3	<i>Densidade de drenagem.....</i>	<i>21</i>
3.1.2.4	<i>Coeficiente de manutenção.....</i>	<i>22</i>
3.1.2.5	<i>Relação de relevo</i>	<i>22</i>
3.1.2.6	<i>Índice de rugosidade.....</i>	<i>22</i>
3.1.3	Uso e ocupação do solo	23
3.2	GEOPROCESSAMENTO: coleta e análise de dados	24
3.2.1	Estudos de morfometria utilizando SIGS.....	25
3.2.2	Estudos de uso e ocupação dos solos utilizando SIGS.....	26
4	MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	28
4.2	OBTENÇÃO DE DADOS DE DELIMITAÇÃO DE BACIA	28
4.3	CLASSIFICAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO	29
4.4	AQUISIÇÃO DE MEDIDAS PARA A ANÁLISE MORFOMÉTRICA	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1	DETERMINAÇÃO DA BACIA	34
5.1.1	Ordenação de canais	34

5.2	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO JUCÁ	36
5.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O ritmo de crescimento em diversas cidades do Brasil não foi acompanhado de um planejamento urbano adequado, estabelecendo inúmeros casos de ocupação desordenada do meio físico resultando em prejuízos ambientais à cursos d'água e outros recursos naturais, além de questões relacionadas à drenagem e uso do solo.

Para estudar as alterações e impactos sofridos por uma bacia hidrográfica, o conhecimento de suas características físicas e geográficas é de extrema importância, já que serão seus parâmetros morfométricos os indicadores utilizados para uma análise quantitativa da mesma, por meio da qual torna-se possível a identificação de sua capacidade de suporte à impactos resultantes do mal uso de seus recursos.

Com base em uma análise do uso e ocupação na bacia torna-se possível a avaliação das intervenções antrópicas nessa área. Sendo que, por meio dessa e dos parâmetros morfométricos, juntamente aos estudos geomorfológicos a análise quantitativa da bacia estará completa, permitindo estabelecer a gravidade das agressões nas áreas do estudo, mediante sua morfodinâmica.

O estudo proposto objetiva a análise da microbacia do córrego do Jucá, localizado em Uberaba, nas proximidades do bairro Alfredo Freire e de dois novos loteamentos em fase de desenvolvimento. Por sua proximidade com o Distrito Industrial da cidade a região presenciou inúmeras mudanças nas últimas 4 décadas, e, embora não haja registros de enchentes e outros problemas de origem hídrica na região, seu estudo torna-se importante ao observarmos questões de gestão urbana, visto que a mesma segue em crescimento, evidenciado pela existência de novos empreendimentos no local, logo tal estudo pode fornecer indicadores do impacto dessas alterações para o futuro.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Realizar a análise morfométrica e evolução do uso e cobertura do solo na microbacia do córrego do Jucá em Uberaba-MG, com vistas ao planejamento urbano.

2.2 ESPECÍFICO

- Elaborar o mapa de uso e ocupação do solo da microbacia para as décadas de 1990, 2000, 2010 e 2020;
- Aplicar os parâmetros morfométricos para estudar a propensão de cheias na microbacia;
- Analisar conjuntamente os dados com base no planejamento de ocupação da microbacia;
- Propor ações de planejamento e gestão.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 HIDROLOGIA E O ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS

As civilizações antigas, desde os tempos remotos, através de experiências construíram suas formas de organização em torno das bacias hidrográficas e costas marítimas. A água era um elemento vital para todas as culturas, onde foi objeto de veneração e temor. Assim criaram seus mitos e símbolos para explicar as forças da natureza. O domínio deste elemento sempre foi um alvo a ser atingido, pois disto dependia sua sobrevivência (Piterman; Greco, 2005). Assim, as civilizações hidráulicas, como ficaram conhecidos os povos egípcios da antiguidade, demonstram seu progresso ao se analisar as construções de diques e canais de irrigação, ainda que em 4000 a.C., responsáveis por evitar a destruição pelas cheias dos rios, mas também o domínio das águas a serem utilizadas na agricultura.

Meyer (1917) define a hidrologia como sendo a “ciência natural que trata dos fenômenos relativos à água em todos os seus estados, de sua distribuição e ocorrência na atmosfera, na superfície terrestre e no solo, e da relação desses fenômenos com a vida e com as atividades do homem”. Logo, sua importância é facilmente compreensível quando se considera o papel da água na vida humana. A correlação entre o progresso e o grau de utilização dos recursos hidráulicos evidencia também o importante papel da Hidrologia na complementação dos conhecimentos necessários ao seu melhor aproveitamento (Pinto et al. 1976).

Ademais, essa ciência também visa conscientizar sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e diminuir o número de pessoas que atuam com descaso ou usam de forma inadequada a água que temos disponível (Oliveira, 2016).

A necessidade de água tende a crescer, o que pode impactar a quantidade e a qualidade do recurso disponível para consumo e diversos usos. A falta de informações para tomar decisões mais racionais e acertadas é um dos principais problemas que o setor apresenta (Oliveira, 2016).

Nesse contexto, ampliar os conhecimentos sobre hidrologia e aplica-los em diferentes áreas pode esclarecer dúvidas e fornecer dados confiáveis para planejar e usar a água da melhor maneira possível (Oliveira, 2016).

3.1.1 Recursos hídricos: bacias e microbacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório (Silveira, 1993).

Segundo Oliveira (2016), é importante considerar as características de uma bacia hidrográfica para entender a formação e o comportamento do solo e do ecossistema de determinado local. Isso ocorre porque ela abriga nascentes, tributários, leitos, interflúvios e foz de rios. Além disso, de acordo com Soares (2015) as bacias hidrográficas são unidades que geram e monitoram os ecossistemas, pois apresentam características próprias que acarretam efeitos no uso do solo.

Mosca (2003) conceitua microbacias hidrográficas como as menores unidades do ecossistema em que pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos. Logo, torna-se importante identificar e monitorar de forma orientada os impactos ambientais, pois perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento.

Podemos considerar que há vários fatores que levam ao desequilíbrio do ciclo hidrológico, entre eles o acelerado processo de crescimento e desenvolvimento da sociedade, o que acarreta na degradação dos recursos hídricos. Por isso, é essencial que a sociedade se desenvolva concomitantemente às realizações de manejo adequado da bacia hidrográfica para que haja a manutenção da produtividade e da qualidade da água, bem como para a conservação da biodiversidade e do crescimento econômico (Soares, 2015).

Sendo assim, estudos morfométricos em bacias hidrográficas são fundamentais na caracterização das mesmas, bem como na determinação de suas potencialidades e limitações quanto ao uso do solo, favorecendo assim o planejamento adequado das atividades a serem desenvolvidas (Fraga et al. 2014; Silva et al. 2014).

3.1.2 Análise morfométrica

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um procedimento executado nas análises hidrológicas e/ou ambientais, tendo como objetivo esclarecer questões sobre o entendimento das dinâmicas, locais e regionais, da infiltração, quantidade de deflúvio, evapotranspiração, e do escoamento superficial e subsuperficial associando a elementos físicos e bióticos de uma bacia hidrográfica (Fraga et al. 2014;Silva et al. 2014).

Os índices e parâmetros destacados por Christofolletti (1980) para um estudo analítico foram abordados a seguir.

3.1.2.1 Índice de circularidade

Visando realizar uma análise menos subjetiva da caracterização da forma das bacias, em 1953, Miller propôs o índice de circularidade(I_c), uma relação entre a área da bacia e a área do círculo do mesmo perímetro. O valor máximo a ser obtido é igual a 1,0, e quanto maior o valor, mais próxima da forma circular estará a bacia de drenagem (Christofolletti, 1980).

Assim como o comprimento vetorial do canal, o valor de I_c correlaciona um valor ideal a um mensurado. Sendo as bacias mais circulares, com índice de circularidade mais próximo de 1, tendem a favorecer cheias e inundações devido ao menor raio. Em bacias mais alongadas, por sua vez, as contribuições pluviais ocorrem desconcentradas ao longo da rede hidrográfica, desfavorecendo as cheias e inundações (Junior e Barros, 2020). O índice é calculado pela equação 1 (Miller, 1953):

$$I_c = \frac{A}{A_c} \text{ (Equação 1)}$$

Na qual,

I_c – Índice de circularidade;

A – Área da bacia;

A_c – Área de um círculo que tenha o perímetro idêntico ao da bacia considerada.

3.1.2.2 Densidade de rios

É a relação existente entre o número de rios ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica. Sua finalidade é comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água existentes em uma área de tamanho padrão como, por exemplo, o quilômetro quadrado. O cálculo da densidade de rios é importante porque representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água (Christofolletti, 1980).

A maior ou menor concentração de canais tem relação direta com os processos de escoamento que, por sua vez, estão relacionados com as características ambientais – especialmente de geologia e clima – da área analisada (Junior e Barros, 2020). É calculada pela equação 2 (Horton, 1945):

$$Dh = \frac{N}{A} \text{ (Equação 2)}$$

Em que,

N – Número total de rios ou cursos de água;

A – Área da bacia considerada.

Lollo (1995) propõe que a densidade hidrográfica seja classificada em faixas de valores, como mostra a tabela 1.

Tabela 1- Faixas de classificação da Dh de bacias.

DH	CLASSIFICAÇÃO
< 3	Baixa
3 – 7	Média
7 – 15	Alta
> 15	Muito Alta

Fonte: Lollo, 1995.

Ao citarmos o número total de rios ou cursos de água torna-se importante a hierarquização de canais, sendo que segundo Strahler (1957), o número de canais irá corresponder à quantidade de rios de primeira ordem, visto que todo e qualquer rio manifesta-se em uma nascente.

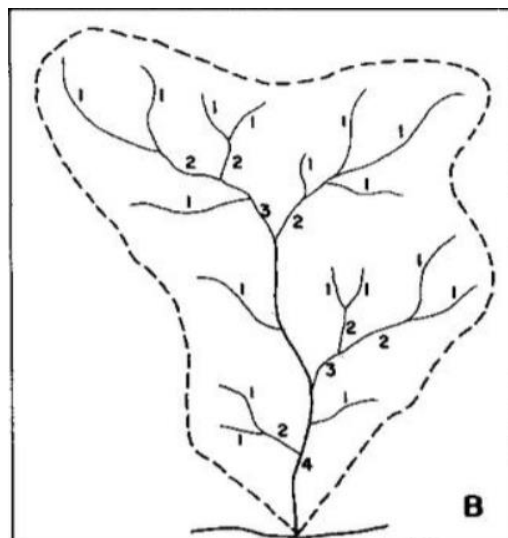
A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas.

Horton, em 1945, foi quem propôs, de modo mais preciso, os critérios iniciais para a ordenação dos cursos de água, porém, outros pesquisadores considerando a necessidade inerente de decisões subjetivas no sistema de Horton, adotaram um sistema diferente, que foi introduzido por Arthur Strahler, em 1952.

Para Strahler (1957), os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente (Christofolletti, 1980).

Desse modo, Strahler conseguiu eliminar o conceito de que o rio principal seria enumerado por uma mesma ordem durante todo seu percurso, bem como a necessidade de a cada confluência uma nova numeração ter que ser criada, como mostra a figura 1.

Figura 1 – Hierarquização de canais segundo Strahler.



Fonte: Christofolletti (1980).

De maneira geral, a hierarquização de canais permite a decomposição da rede de drenagem em segmentos discretos, cada qual composto por um ou mais desses de acordo com as regras de ordenação de cada sistema. Sendo, a área superficial contribuinte de cada subconjunto a bacia de drenagem associada a ele. Portanto, o conceito de ordem ou hierarquia se torna passível de aplicação para redes de canais como as bacias hidrográficas.

3.1.2.3 Densidade de drenagem

A densidade de drenagem (Dd) é a razão entre o comprimento total dos cursos d'água em uma bacia hidrográfica e a área dessa bacia (Soares, 2015). Indica quão eficiente em drenar água é a bacia. Logo, determina qual é a capacidade de colaborar para o ciclo hidrológico que determinada bacia apresenta (Oliveira, 2016).

A densidade de drenagem foi inicialmente definida por Horton (1945), podendo ser calculada pela equação 3 (Christofletti, 1980):

$$Dd = \frac{L_T}{A} \text{ (Equação 3)}$$

Na qual,

L_T – comprimento total dos canais;

A – área da bacia.

Se existir um número grande de cursos de água numa bacia (relativamente a sua área), o deflúvio atinge rapidamente os rios. E haverá provavelmente picos de enchentes altos e deflúvios de estiagem baixos (Garcez e Alvarez, 1988). Um valor alto para a Dd indicaria uma densidade de drenagem relativamente alta e uma resposta rápida da bacia a uma precipitação (Soares, 2015). Bacias com drenagem pobre têm um resultado médio de $0,5 \text{ km/km}^2$ e bacias muito bem drenadas alcançam resultados acima de $3,5 \text{ km/km}^2$ (Oliveira, 2016).

3.1.2.4 Coeficiente de manutenção

Proposto por S. A. Schumm, em 1956, esse índice tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. O referido autor considera-o como um dos valores numéricos mais importantes para a caracterização do sistema de drenagem (Christofolletti, 1980). O mesmo pode ser calculado pela equação 4.

$$Cm = \frac{1}{Dd} * 1000 \text{ (Equação 4)}$$

Onde,

Cm – coeficiente de manutenção;

Dd – valor da densidade de drenagem, expresso em metros.

3.1.2.5 Relação de relevo

A relação de relevo (Rr) foi inicialmente apresentada por Schumm (1956), considerando o relacionamento existente entre a amplitude altimétrica máxima de uma bacia e a maior extensão da referida bacia, medida paralelamente à principal linha de drenagem. Ainda segundo Schumm (1956), quanto maior o valor de Rr, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório, conseqüentemente maior será a declividade média da bacia. Assim, a mesma pode ser calculada pela equação 5:

$$Rr = \frac{H_m}{L_b} \text{ (Equação 5)}$$

Em que:

Hm – Amplitude topográfica máxima;

Lb – Comprimento da bacia.

3.1.2.6 Índice de rugosidade

O índice de rugosidade (Ir) foi inicialmente proposto por Melton (1957) para expressar um dos aspectos da análise dimensional da topografia. O índice de rugosidade combina as qualidades de declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem, expressando-se como número adimensional que resulta

do produto entre a amplitude altimétrica (H), que pode ser definida como a diferença de declividade entre a foz e a maior altitude situada em um ponto qualquer da área da bacia (Trajano et al. 2012) e a densidade de drenagem (Dd). Como mostra a equação 6 (Christofolletti, 1980).

$$I_r = H \times D_d \text{ (Equação 6)}$$

Strahler (1957) assinalou os relacionamentos entre as vertentes e a densidade de drenagem (Christofolletti, 1980). Ao observar a constância de um dos parâmetros, enquanto o outro apresenta crescimento, segundo ele, ocorrerá um aumento das diferenças altimétricas entre o interflúvio e os canais e a declividade das vertentes. Logo, valores elevados de I_r demonstram que ambos parâmetros são altos, indicando assim se tratar de vertentes íngremes e longas.

Patton e Baker (1976) mostraram que áreas potencialmente assoladas por cheias relâmpagos são previstas como possuidoras de índices elevados de rugosidade, incorporando fina textura de drenagem, com comprimento mínimo do escoamento superficial em vertentes íngremes e altos valores dos gradientes dos canais (Christofolletti, 1980).

3.1.3 Uso e ocupação do solo

É necessário frisar o importante papel desempenhado pelo tipo de cobertura e uso da bacia hidrográfica em estudo e sua referência na avaliação do comportamento hidrológico desta. A tendência cada vez mais acentuada da ocupação de todas as partes do globo pelo homem, para aproveitar materiais disponíveis, faz com que o tipo de cobertura do terreno de uma bacia se modifique, em alguns casos substancialmente, alterando as características da bacia no tempo (Garcez e Alvarez, 1988).

Conhecer como está sendo utilizado o solo dentro de uma bacia hidrográfica é muito importante para entender a dinâmica ambiental da área. O mau uso da terra, normalmente decorrente da ocupação desordenada e uso descontrolado, acaba gerando diversos impactos ambientais na bacia. Um dos exemplos mais comuns são assoreamentos de corpos d'água, inundações em áreas mais baixas, poluição hídrica, erosividade, desertificação, entre outros (Leonardi, 2020).

Segundo Liu (2007), classificar e mapear tipos de solo são fundamentais para monitorar, diagnosticar e planejar ações na conservação e na preservação dos recursos naturais. As técnicas de fotografias aéreas são utilizadas tradicionalmente no levantamento do solo. Com o recente avanço da tecnologia espacial, os satélites de alta resolução temporal e espacial oferecem possibilidades ilimitadas para desenvolver técnicas viáveis para monitorar as condições de usos do solo em tempo real, sendo que independente das técnicas escolhidas se faz necessário o uso do geoprocessamento para realização de análises importantes a partir desses dados.

3.2 GEOPROCESSAMENTO: COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Segundo Rodrigues (1993), geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico. Assim, na área de meio ambiente e planejamento urbano, análises muito comuns são: detecção e monitoramento de desflorestamento, controle e monitoramento de recursos hídricos, suporte ao plano diretor, planejamento no uso do solo, entre outras.

Todas essas atividades são executadas por sistemas, comumente denominado como Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O Sensoriamento Remoto (SR) também é uma ciência que está contida no conceito de geoprocessamento e refere a técnicas para coleta de dados. De acordo com Novo e Ponzoni (2001), a definição clássica do termo diz respeito a um conjunto de técnicas destinado à obtenção de informação sobre objetos, sem que haja contato físico com eles. Os objetos são corpos que absorvem energia. São alguns exemplos: corpos de água, edificações, fauna, flora, tipos de solos, entre outros.

A integração dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com o Sensoriamento Remoto abre uma infinidade de aplicabilidade ao usuário. A possibilidade de visualizar e cruzar informações espaciais revela relacionamentos, padrões e tendências de dados, que fornecerão as informações necessárias para tomar decisões mais efetivas e satisfatórias (Leonardi, 2020).

3.2.1 Estudos de morfometria utilizando SIGs

O estudo e caracterização de bacias hidrográficas, como visto anteriormente, é de extrema importância para o gerenciamento e preservação das mesmas, assim o tema é de grande interesse ao meio acadêmico, sendo objeto de diversas teses.

A exemplo temos Costa, Galvanin e Neves (2020) que realizou o estudo da morfometria da bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara, localizada em Mato Grosso, para compreensão do regime hidrológico, das vulnerabilidades quanto a enchentes, inundações, erosões e manutenção da rede de drenagem do local. Dentre os resultados encontrados, para uma área de drenagem de 16.482km², tem-se $I_c = 0,33$; $D_h = 0,72$ canais/km²; $D_d = 0,90$ km/km, valores que indicam “baixa propensão à ocorrência de enchentes e inundações devido à sua forma geométrica e que o solo na bacia é mais resistente à erosão, mais permeável, e o relevo tende a ser mais suave”.

Outro estudo, realizado por Mito et al. (2014) também utiliza-se da caracterização morfométrica para estudo da contribuição à captação de água para abastecimento humano na microbacia do Córrego Guassú, em Mundo Novo, MS. Neste estudo, também utilizou-se de SIGs para obtenção e processamento dos dados para os cálculos, tais como: Coeficiente de compactidade ($K_c=1,81$), Índice de Circularidade ($I_c=0,29$) e Densidade de Drenagem ($D_d=0,72$). Por meio dos quais concluiu-se que a Microbacia, em condições normais de precipitação, apresenta baixo risco de enchentes, não ocorrendo inundação na região de forma natural.

Fraga et. al. (2014) também realizou a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, localizado na Bahia, visando a análise de alguns parâmetros morfométricos para determinar sua propensão ou não a enchentes. Com área de drenagem de 3.128,81 km², e altitude média de 652,69 m, tem-se como resultado dos seguintes parâmetros $I_c = 0,33$, $D_d = 0,34$ km/km² e $C_m = 2.941,18$ m²/m. Cuja análise, resultou em uma bacia de quinta ordem, que indica que ela não é tão ramificada apesar de seu tamanho, de formato irregular, com baixa densidade de drenagem e susceptibilidade a enchentes em condições normais de precipitações.

Silva et. al (2014) em sua análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Cacaú, afluente do rio Tocantins, localizado no Maranhão, cuja área de drenagem possui 917km², e é de grande importância para a população ribeirinha, objetivou a

contribuição para o manejo racional do uso da terra na bacia hidrográfica. Dentre os valores obtidos para os parâmetros calculados tem-se $I_c = 0,47$ e $D_d = 0,43 \text{ km/km}^2$. Por meio dos quais conclui-se ser uma área de estudo de forma alongada, com média densidade de drenagem.

Gritti et. al. (2023) realizou uma análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Baios, uma bacia de quinta ordem, com nascentes distribuídas por toda extensão de seus $106,329 \text{ km}^2$, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Foram calculados para a região uma densidade de drenagem de $2,487 \text{ km/km}^2$ e um índice de circularidade de $0,334$. Que indicam, respectivamente, uma bacia com boa drenagem e de baixa probabilidade de enchentes quanto a sua forma, que foi considerada mais alongada. Em seus resultados conclui que essa região possui uma baixa predisposição natural para a ocorrência de eventos relacionados a enchentes.

3.2.2 Estudos de uso e ocupação dos solos utilizando SIGs

A análise de uso e ocupação da área da bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara, presente no estudo de Costa, Galvanin e Neves (2020), expôs uma situação positiva em relação as áreas de vegetação natural, porém também uma preocupação quanto às áreas de pastagem da região, onde houve supressão de áreas de mata ciliar, que podem colaborar para o aumento de sedimentos e outros elementos poluidores nos recursos hídricos.

Já a análise de uso e ocupação do solo, realizada por Mito et. al (2014) na microbacia do Córrego Guassú, permitiu concluir que sobre a questão do abastecimento da população do local, uma alternativa seria a construção de uma pequena barragem próxima ao ponto de captação já existente, a qual não seria prejudicial ao local, pois não acarretaria em uso de áreas agrícolas e o mesmo já conta com tanques ao longo dos cursos d'água destinados à criação de peixes.

Em sua análise de uso e ocupação do solo da APP da microbacia do Córrego Barreiro, também localizado em Uberaba, Carvalho Neto (2020) pode concluir que essas áreas possuíam uso conflitantes com área de culturas de agricultura e pastagens, e que se apresentavam em não conformidade legal. Em seu trabalho ainda, ressaltou a necessidade de priorização dessas áreas quanto ao seu reflorestamento adequado para diminuição de impactos ambientais que pudessem estar causando. Como proposta de intervenção ele ainda apontou a necessidade de um

plano de reflorestamento dessas áreas de uso indevido, além da educação ambiental e conscientização dos proprietários das terras em desacordo com a legislação quanto ao uso da APP.

Enquanto isso, Silva (2014), em sua caracterização do uso e ocupação da bacia do Rio Farinha (MA) obteve resultado positivo, no qual houve predominância da forma natural do solo, com paisagem preservada, prevenindo o processo erosivo e transporte de sedimentos até o curso d'água. Mas o mesmo destaca, que os dados obtidos apesar de promissores, devem ainda servir como estudos preliminares para a gestão dos recursos hídricos da bacia e incentivou a implantação de programas de manejo integrado dessas áreas, para que um diagnóstico e planejamento correto do uso dos recursos naturais seja feito.

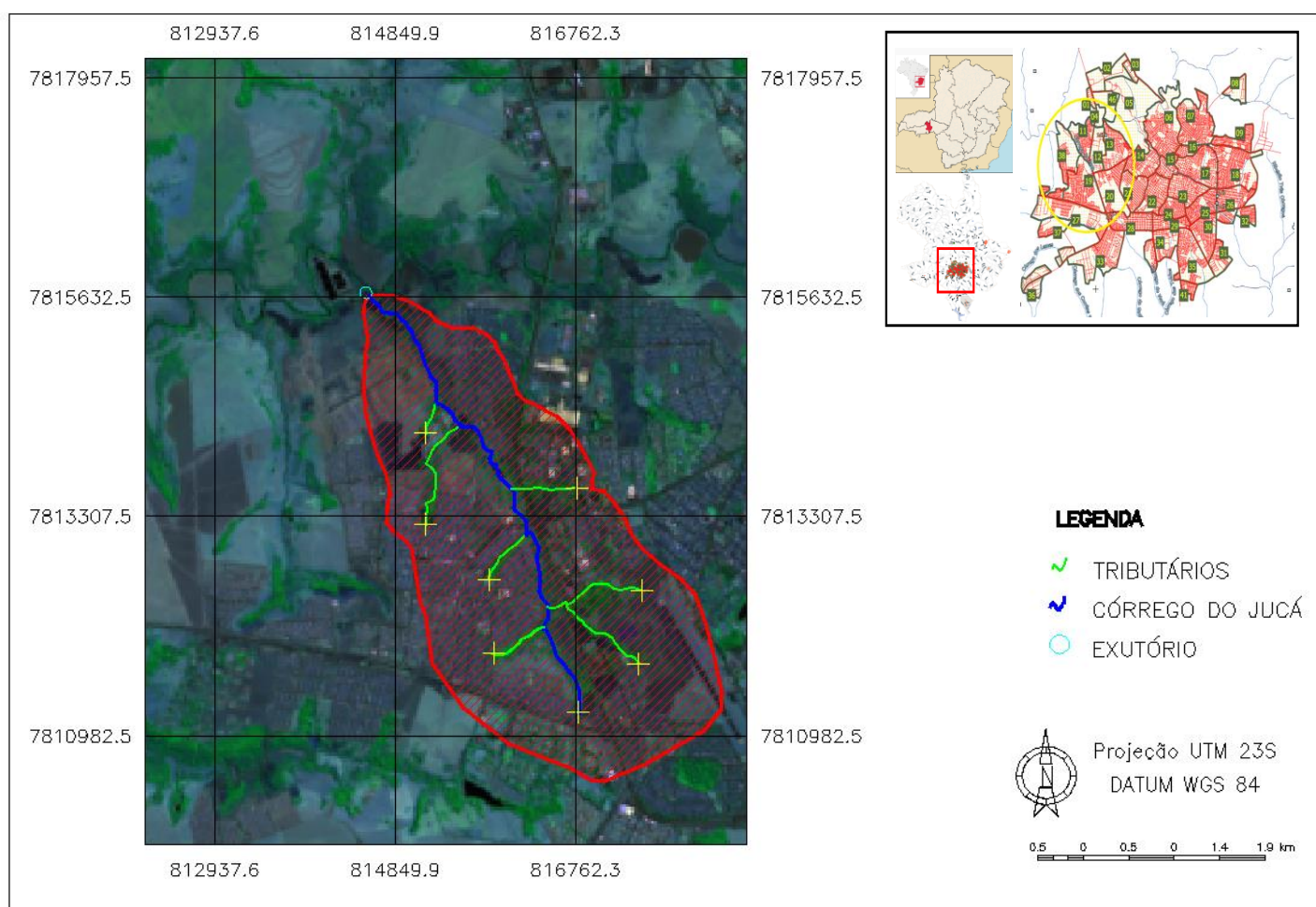
Por fim, Gritti (2023), também constatou os malefícios do uso e ocupação antrópico na bacia hidrográfica do rio Baios (RS), em seus estudos também se tornou relevante os resultados da expansão agrícola das últimas décadas e suas transformações no meio, com a transformação e perda das áreas de cobertura florestal para os campos de produção agrícola. Ele, volta a chamar a atenção quanto a situação das áreas de APP das nascentes, locais onde observou predomínio das culturas de soja, milho e trigo, tendo ressaltado a importância de medidas de mitigação e conscientização sobre a importância de conservação de nascentes e áreas do entorno para o próprio bem estar do ser humano, além de animais e o meio ambiente como um todo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área sobre a qual trata-se esse estudo localiza-se no município de Uberaba, Minas Gerais, e se refere a uma microbacia hidrográfica formada pelo córrego Jucá, localizado totalmente nos limites municipais, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Área de estudo



Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 OBTENÇÃO DE DADOS E DELIMITAÇÃO DE BACIA

Para o estudo da área, inicialmente foi montado um Banco de Dados no Programa Spring (CAMARA et al. 1996), onde foram inseridas imagens de satélite da

série LANDSAT (respectivas aos anos de 1991, 2001, 2011 e 2021). Para os anos de 1991, 2001 e 2011, utilizou-se de imagens LANDSAT 5 (sensor TM bandas 3,4 e 5) e para 2021 imagens LANDSAT 8 (Sensor OLI bandas 4,5 e 6). Essas imagens todas foram extraídas do catálogo de imagens do portal do INPE (2023).

As imagens utilizadas compreenderam os meses de agosto e setembro. No programa SPRING 5.5.6 (Camara et al. 1996) foi desenvolvida a classificação por pixel das mesmas, que consiste em considerar a informação espectral de cada pixel – podendo utilizar uma ou mais bandas de acordo com o grau de precisão esperado da classificação. Nesse estudo em específico foi-se utilizada a classificação supervisionada com algoritmo MAXVER (máxima verossimilhança), para caracterização da área da microbacia do córrego do Jucá.

Já para a delimitação da bacia foi realizada a importação dos dados de altimetria SRTM do site do Brasil em Relevo, da EMBRAPA (2023), o qual disponibiliza as imagens em formato “.tiff”. Feito o download e importação dessas imagens para o SPRING, as mesmas foram transformadas em MNT (Modelo Numérico de Terreno) com o auxílio da função de “Geração de Grade MNT”. Feito isso, produziu-se isolinhas de altitude em intervalos de 10 metros, possibilitando a delimitação da área da bacia e extração da drenagem da mesma, com o uso de imagens de satélites e observando o comportamento das áreas úmidas. Como resultado obteve-se o traçado manual do polígono da bacia, por meio da função de edição vetorial do SPRING e das orientações dadas pelos mapas de isolinhas.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO

Para dar início ao processo de classificação quanto ao uso e ocupação do solo da área de estudo, foi-se necessária a análise quanto a seu georreferenciamento para identificar o formato da bacia e o melhor recorte para as imagens a serem utilizadas para tal finalidade. Primeiramente, observou-se as bandas dos satélites em uso para composição das imagens e aplicação de contraste visando melhor resultado quanto a posterior aquisição de dados e elaboração de conclusões.

De acordo com os anos a serem observados neste estudo, na tabela 2 encontra-se a descrição referente as imagens de satélite utilizadas:

Tabela 2 - Descrição das imagens de satélite utilizadas.

Ano	Satélite	Data	Hora
1991	LandSat 5	11/08/1991	12:33:15
2001	LandSat 5	07/09/2001	12:49:54
2011	LandSat 5	03/09/2011	12:58:24
2021	LandSat 8	05/09/2021	13:09:57

Fonte: elaborado pelo autor.

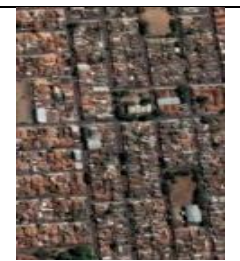
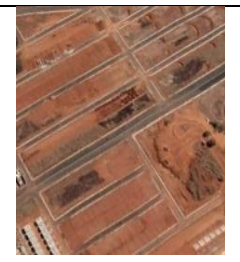
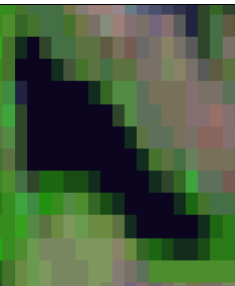
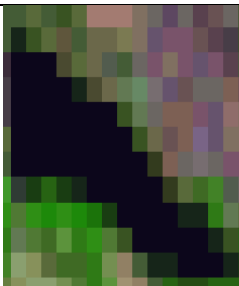
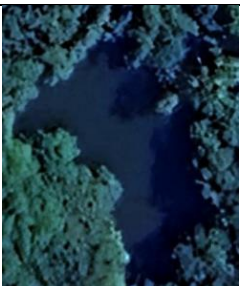
Para melhor assertividade da análise, pode-se notar pelas datas das imagens utilizadas, que foram adquiridas em datas e horários próximas, sendo assim apresentam climas semelhantes.

Sua composição foi realizada respeitando os seguintes parâmetros, para os quais foi-se obtida uma composição de falsa cor:

- 1991, 2001 e 2011 (LandSat 5): B3-B (vermelho), B4-G (infravermelho próximo), B5-R (infravermelho médio);
- 2021 (LandSat 8): B4-B (vermelho), B5-G (infravermelho próximo), B6-R (infravermelho médio).

De posse de tais imagens, para cada uma delas, em seu respectivo ano, realizou-se a coleta de amostras de pixels de acordo com as classes de ocupação do solo previamente definidas, ilustradas sob a forma da chave de interpretação apresentada na tabela 3.

Tabela 3 - Chave de interpretação.

Classe	Imagem LandSat 5 B3(B), B4(G), B5(R)	Imagem LandSat 8 B4(B), B5(G) e B6(R)	Imagem Google Earth	Coordenadas UTM 23S	Imagem in loco (nas proximidade s do curso principal
Vegetação de pequeno porte/pasta gem				187862.58m E/ 7812047.53m S	
Vegetação de grande porte/ arbórea				188168.51m E/ 7812550.16m S	
Área urbana				186442.30m E/ 7815074.41m S	
Solo exposto				185682.63m E/ 7814979.57m S	
Corpo Hídrico				188114.08m E/ 7812650.85m S	

Fonte: elaborado pelo autor.

Por meio do método da máxima verossimilhança (MAXVER), que consiste na comparação de cores dos pixels com as amostras das imagens atribuídas pelo usuário de forma manual para cada classe de interesse, foi realizada a classificação supervisionada das imagens de satélite para cada um dos anos analisados.

E posteriormente, esses valores foram utilizados na construção de tabelas e gráficos, visando melhor clareza na apresentação dos dados, bem como uma análise quanto a urbanização na cidade de Uberaba como um todo, e de maneira mais específica na microbacia de interesse, comparando os momentos vivenciados ao longo da cronologia do estudo, em escala macro e posteriormente mais localizada.

4.4 AQUISIÇÃO DE MEDIDAS PARA ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Ainda no software SPRING, feitas as etapas e ajustes necessários, tornou-se possível a aquisição de dados vetoriais referentes a bacia em estudo, sendo eles: área, perímetro, comprimento do curso d'água, comprimento do canal principal, distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal, amplitude topográfica máxima e comprimento da bacia. Os quais foram utilizados para o cálculo final dos parâmetros morfométricos de interesse, conforme tabela Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros Morfométricos (continua).

Parâmetro	Fórmula	Significado
Índice de circularidade	$Ic = \frac{A}{Ac}$	Caracterização da forma da bacia, quanto a sua proximidade ou não do circular.
Densidade de rios	$Dh = \frac{N}{A}$	Parâmetro de comparação da frequência ou quantidade de cursos d'água existentes em uma área padrão.
Densidade de drenagem	$Dd = \frac{Lt}{A}$	Indica quão eficiente em drenar água é a bacia.
Coeficiente de manutenção	$Cm = \frac{1}{Dd} * 1000$	Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento.

Tabela 4 – Parâmetros Morfométricos (conclusão).

Relação de relevo	$Rr = \frac{Hm}{Lb}$	Visa estabelecer a declividade média da bacia hidrográfica, por meio do desnível entre sua cabeceira e exutório.
Índice de rugosidade	$Ir = H * Dd$	Expressa uma análise dimensional da topografia da bacia

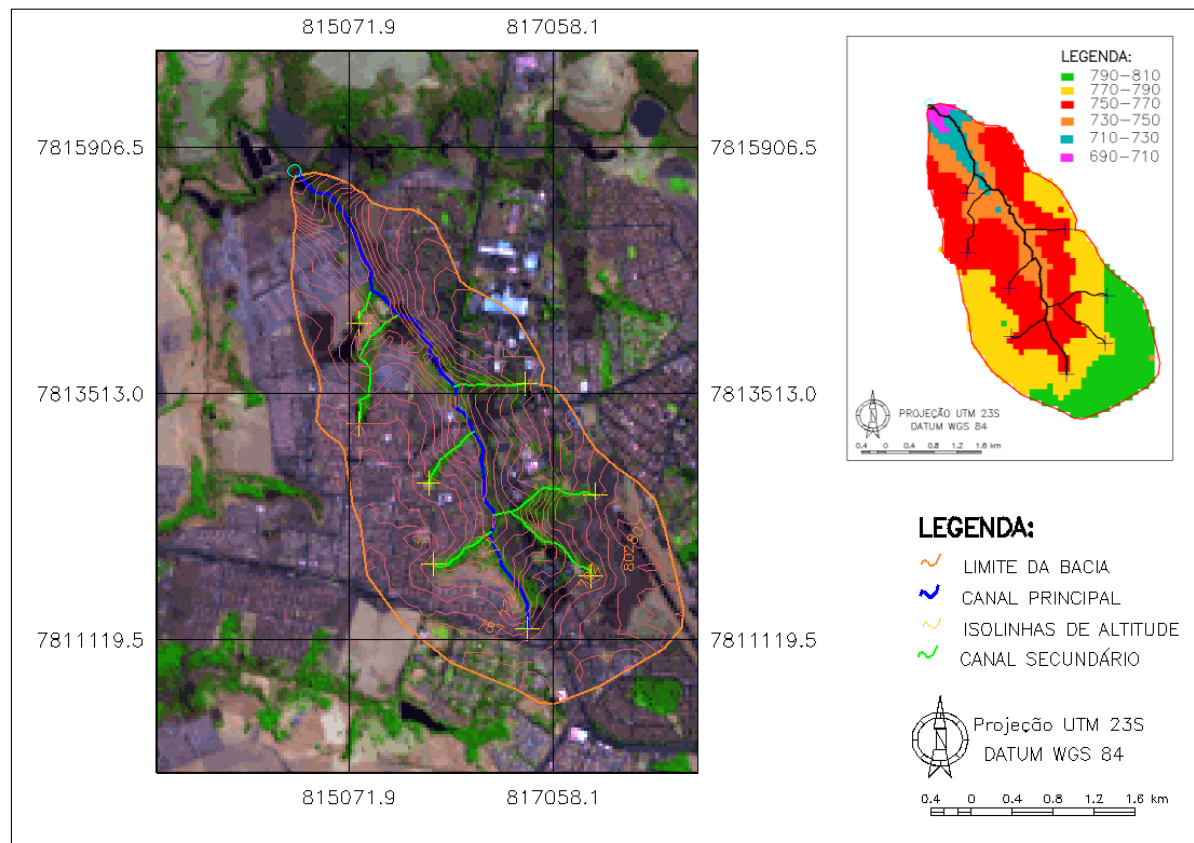
Fonte: Elaborado pelo autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DETERMINAÇÃO DA BACIA

Na determinação do polígono da bacia, primeiramente foram geradas as isolinhas de altitude, sendo importante salientar que a região do estudo encontra-se entre dois conjuntos de dados SRTM distintos, sendo assim foi-se utilizado àqueles referentes a bacia em análise, como será mostrado na carta topográfica a seguir.

Figura 3 – Carta topográfica e perfil altimétrico da região de estudo.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.1 Ordenação de canais

Como visto anteriormente, para certos cálculos da análise morfométrica de uma bacia torna-se importante o conhecimento da ordem de seus canais, sendo assim, realizou-se o procedimento de hierarquização dos canais de drenagem da bacia em estudo. Os resultados encontram-se na figura 4:

Figura 4 – Ordem dos canais da bacia do estudo.



Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se na imagem, que a bacia em estudo possui ordem 3, que indica sistema de drenagem muito ramificado ao compararmos sua área, apresentando canais de ordem 1,2 e 3, classificados a partir de suas nascentes, de acordo com a confluência de seus tributários. Observa-se o maior número de canais de primeira ordem (em rosa) totalizando 8 cursos d'água, os quais serão importantes durante a análise morfométrica do mesmo, ou seja, segundo a classificação de Strahler (1952), os menores canais, sem tributários, com nascente bem definida que segue até sua confluência. Nesse caso, esses canais encontram-se com outros canais de primeira ordem, cuja confluência origina o pequeno canal de segunda ordem observado (em verde). E ainda, seguem pela maior parte da bacia em confluência com o canal de maior extensão e ordem observado (em laranja).

5.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO JUCÁ.

Por meio do software SPRING 5.5.6, foi possível a simples extração dos dados físicos da bacia, a partir dos quais calculou-se os parâmetros morfométricos referentes a bacia em estudo. Na tabela 5, encontram-se os valores extraídos.

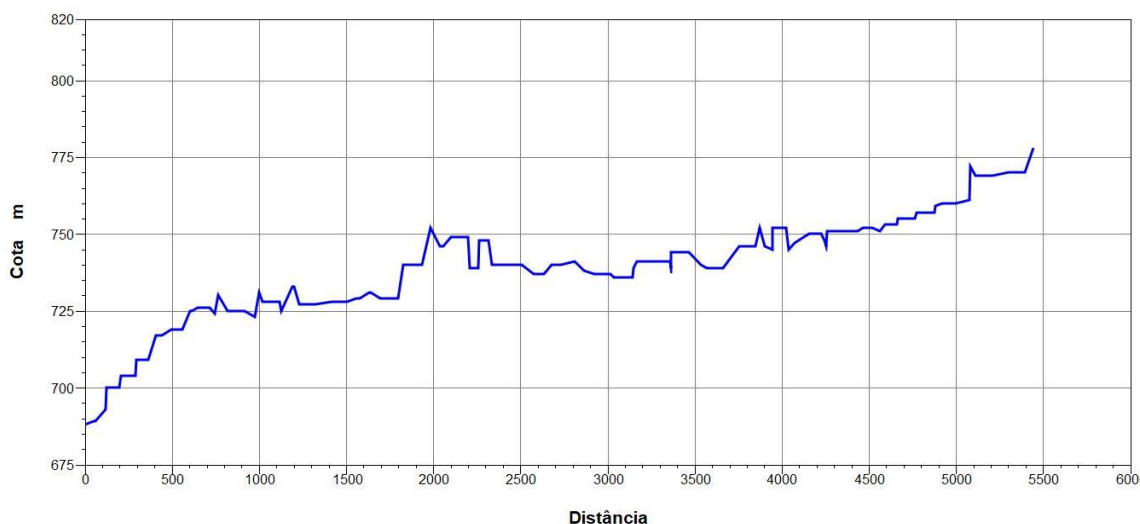
Tabela 5 - Dados físicos da bacia.

Dados físicos		Valor
Perímetro da bacia	P(km)	14,22
Área da bacia	A(km ²)	10,99
Comprimento da bacia	Lb(km)	2,93
Comprimento total de canais	Lt(km)	10,88
Área do círculo de perímetro idêntico ao da bacia	Ac(km ²)	16,09
Número de rios ou cursos d'água de 1º ordem	N	8
Amplitude Altimétrica	H(m)	124
Amplitude topográfica máxima	Hm(m)	126

Fonte: elaborado pelo autor.

Para determinação dos valores de altimetria, apresentados acima, utilizou-se a extração do o perfil altimetrico do terreno, além do perfil longitudinal do canal principal cuja representação é explicitada na figura 5.

Figura 5 – Perfil longitudinal do canal principal



Fonte: elaborado pelo autor.

Feita a captação de todos os valores necessários, pode-se realizar os cálculos dos parâmetros morfométricos pela simples substituição dos mesmos nas equações anteriormente apresentadas. A tabela 6 indica todos os resultados obtidos.

Tabela 6 - Parâmetros morfométricos da Bacia do Córrego do Jucá.

Parâmetros		Valores	Resultado
Densidade de drenagem	(km/km ²)	0,61	Alta suscetibilidade a enchentes
Densidade de rios	(canais/km ²)	0,73	Alta suscetibilidade a enchentes
Coeficiente de manutenção	(m ² /m)	1639,34	Alta suscetibilidade a enchentes
Índice de circularidade	-	0,68	Alta suscetibilidade a enchentes
Índice de rugosidade	-	0,075	Baixa suscetibilidade a enchentes
Relação de relevo	(m/km)	25,62	Alta suscetibilidade a enchentes

Fonte: elaborado pelo autor.

A densidade de rios para a bacia em questão forneceu resultado de aproximadamente 0,73 canais/km², valor considerado pequeno pela classificação de Lollo (1995) por estar na faixa menor que 3, como mostrado na Tabela 1, e que expressa uma baixa capacidade de geração de novos cursos de água. Em seu trabalho Costa, Galvanin e Neves (2020) encontrou valor semelhante para a bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara (BHPJ), que apresentou resultado de 0,72 canais/km², e o autor sinalizou preocupação com a área, devido a probabilidade de refletir na manutenção hidrográfica da mesma.

Seguindo essa ideia, o coeficiente de manutenção responsável por quantificar a área necessária para manutenção de 1 metro de escoamento se mostrou preocupante e relativamente alto ao observarmos os demais parâmetros da bacia, equivalendo-se a 1639,34m²/m. Certa similaridade mais uma vez pode ser observada na bacia de Costa, Galvanin e Neves (2020), uma vez que seus resultados apontaram área mínima de 1111m² para manutenção de um metro de escoamento da BHPJ, mas que foi sinalizado pelo mesmo como um parâmetro apenas para compreensão da dinâmica de drenagem do sistema, visto não considerar as declividades dos corpos hídricos.

Quanto a forma geométrica da bacia, o índice de circularidade da mesma resultou em 0,68, valor próximo do unitário como proposto por Christofolletti (1980), indicando um formato próximo ao circular, que indica maior propensão a cheias e inundações devido ao raio ser menor, de acordo com Junior e Barros (2020).

A densidade de drenagem na bacia em estudo foi de 0,61 km/km² o que indica que essa bacia apresenta uma densidade de drenagem baixa, ou seja, com sistema de drenagem pouco desenvolvido e pobre, segundo a classificação apresentada por Oliveira (2016), onde as densidades de drenagem com médias próximas a 0,5km/km² são consideradas pobres. Mais uma vez, semelhança observada na BHPJ, na qual a densidade de drenagem da bacia da ordem de 0,90km/km², a classificou como sendo pouco drenada, e fez com que seus autores chamassem atenção também para a questão dos solos de regiões com essa denominação. Visto que, segundo a literatura, prevê solos mais resistentes à erosão ou mais permeáveis com relevo mais suave, contribuindo para um lento escoamento pluvial.

Observa-se pelos trabalhos de Costa, Galvanin e Neves (2020), a importância dada ao conhecimento do relevo da região de estudo, visto sua preocupação quanto aos desníveis e variações que o mesmo pode apresentar que interferem diretamente na velocidade de escoamento e percolação de água nos solos, contribuindo para recarga hídrica e manutenção da rede de drenagem. Assim sendo, índices relativos ao relevo da bacia também foram calculados.

O primeiro deles o índice de rugosidade, resultou em 0,075 sendo pouco representativo e considerado baixo, ao observarmos os resultados encontrados por Trajano (2012) para Bacia Hidrográfica do Mamanguape, que foram da ordem de 0,72 a qual ela caracterizou como sendo pouco representativo e baixo, definindo sua área de estudo como de menor risco de degradação, com pouca variação em seu relevo e desníveis. Assim, a bacia do Corrego do Jucá apresenta índice 90% menor, logo podemos definir, de acordo com esse parâmetro, um risco de degradação de bacia, bem como de enchentes, aproximadamente irrisório por questões de relevo, ou seja, no percurso da bacia são poucos os desníveis entre a foz e os demais caminhos por ela percorridos, resultando em uma bacia com menor risco a enchentes.

Ainda quanto ao relevo da bacia, calculou-se a sua relação de relevo que resultou em 25,62m/km demonstrando uma bacia com significativos desníveis. Para melhor ilustrar esse resultado um mapa de declividades foi gerado (Figura 6) o qual

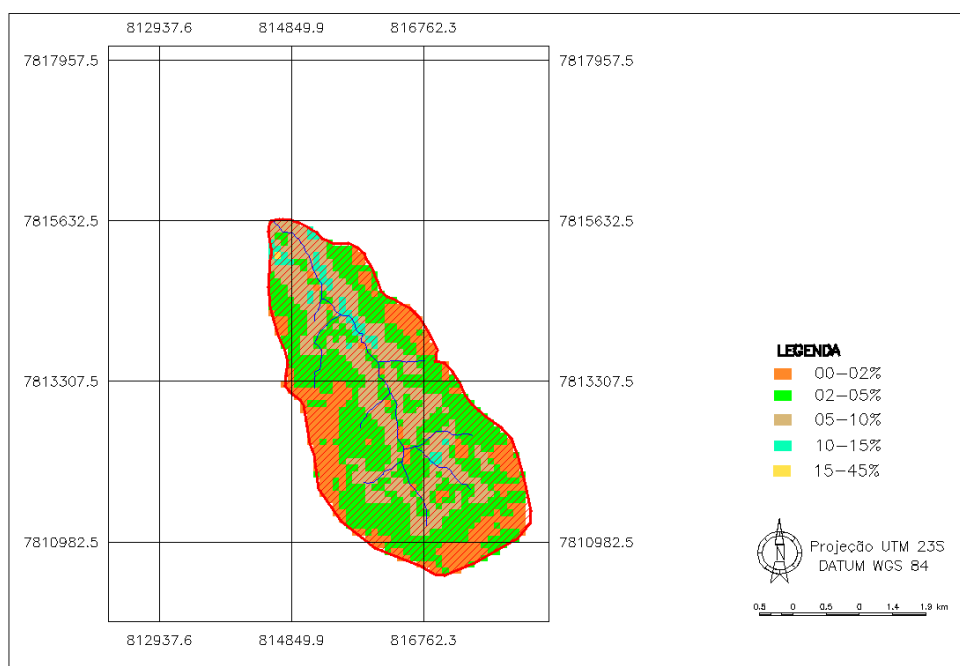
teve sua classificação baseada em Lepshc (1991), que pré-definiu os intervalos de declividade apresentados na tabela 7:

Tabela 7 - Classificação de declividades por Lepshc (1991).

Classe	Nível de declive	Terreno
A	< 2%	Plano
B	2 a 5%	Suave ondulado
C	5 a 10%	Moderadamente ondulado
D	10 a 15%	Ondulado
E	15 a 45%	Forte ondulado
F	45 a 70%	Montanhoso
G	> 70%	Escarpado

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 6 – Mapa de declividades da bacia hidrográfica do córrego do Jucá.



Fonte: elaborado pelo autor.

Por meio da figura, pode-se observar uma grande variação nos intervalos de 0 a 15%, uma variação de relevo que representa do liso ao ondulado. Porém, ao observar o curso dos canais nota-se uma maior representatividade do tipo moderadamente ondulado.

De modo geral, feitas as análises dos parâmetros morfométricos nota-se certa pretensão a ocorrência de enchentes na bacia de análise, e ainda que não haja histórico de cheias na região da bacia. Ou seja, naturalmente o rio não apresenta histórico de atingir sua cota máxima no fenômeno conhecido como cheia, porém como resultado do processo de urbanização e consequentemente impermeabilização do solo, caso haja problemas de drenagem na região, enchentes podem vir a ocorrer. Como aponta Costa, Galvanin e Neves (2020), as deficiências na geração de novos canais e na densidade de drenagem, bem como o coeficiente de manutenção da bacia, são condições preocupantes quanto ao futuro do sistema de drenagem ser ineficiente, afetando a dinâmica hídrica, o uso múltiplo das águas e na influencia com os ecossistemas que dependem das águas providas dessas bacias.

Preocupações essas que são compartilhadas pela bacia do córrego do Jucá, visto a proximidade da região com a parte, ainda não entregue, do bairro Alfredo-freire IV, como mostrado na Figura 7, onde é possível identificar as residências abandonadas e além disso o futuro acesso entre bairros sobre o Córrego.

Figura 7 – Área aproximada da bacia e destaque da região do Alfredo-Freire IV.



Fonte: Google Earth (2024) – Editado pelo autor.

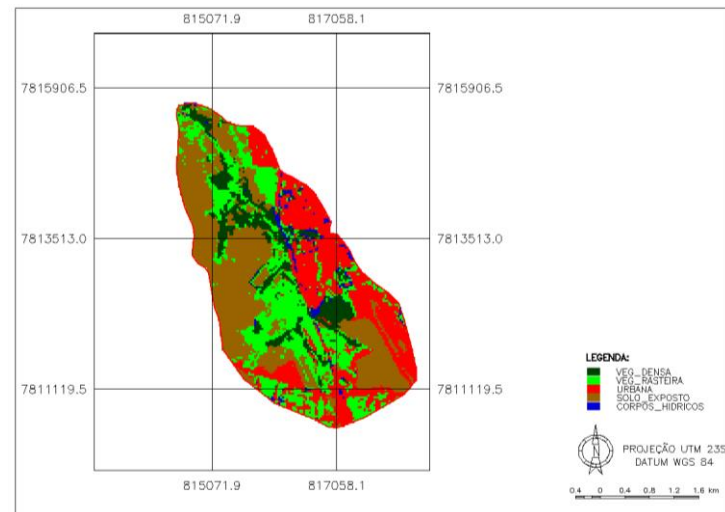
Tal região gera indagações a respeito da obra do loteamento, tendo sido inclusive elencadas pelo Ministério Público de maneira direta quanto aos alagamentos, como citado pela promotoria em reportagem do Jornal de Uberaba: “Há

uma dúvida sobre risco de alagamento. Por isso, estão fazendo uma análise para dar segurança para quem vai morar lá. Então, estamos paralisados” (Barcelos, 2023).

5.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA.

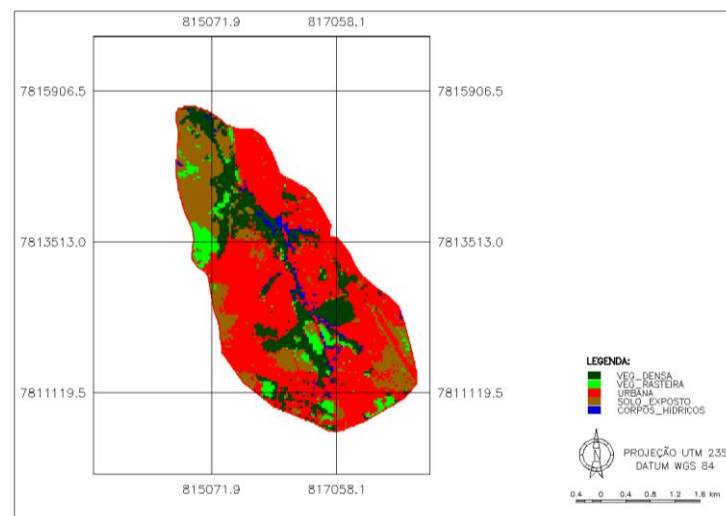
Em um segundo momento no estudo realizou-se a análise da bacia quanto a seu uso e ocupação, sendo estes ilustrados em espaços temporais, já mencionados anteriormente, como mostram as figuras a seguir.

Figura 8 – Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 1991.



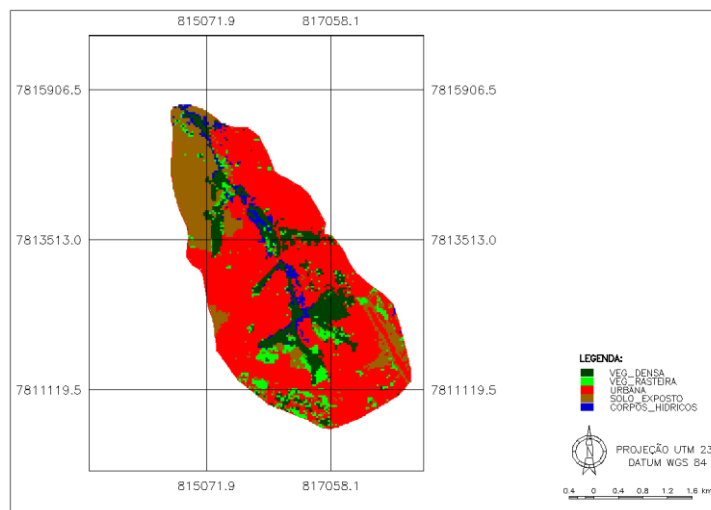
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 – Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 2001.



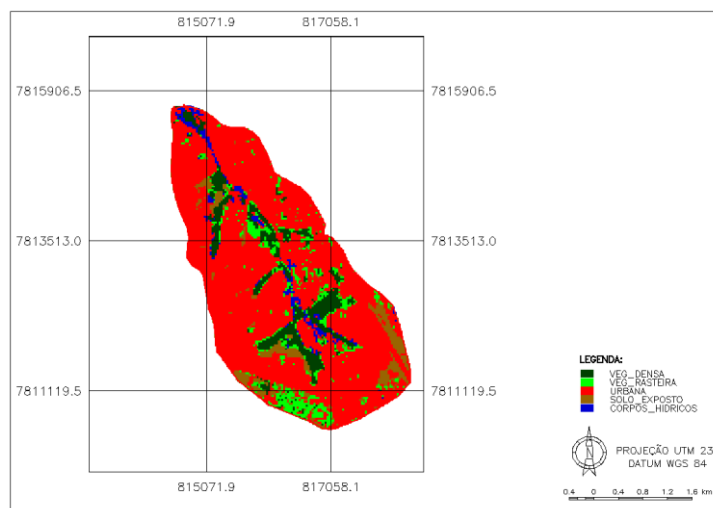
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 – Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11 – Classificação do uso e ocupação do solo da bacia em 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma análise quantitativa foi feita por meio da ferramenta SPRING para as áreas, de acordo com as décadas de estudo. Os resultados, em hectares, são apresentados na tabela 8:

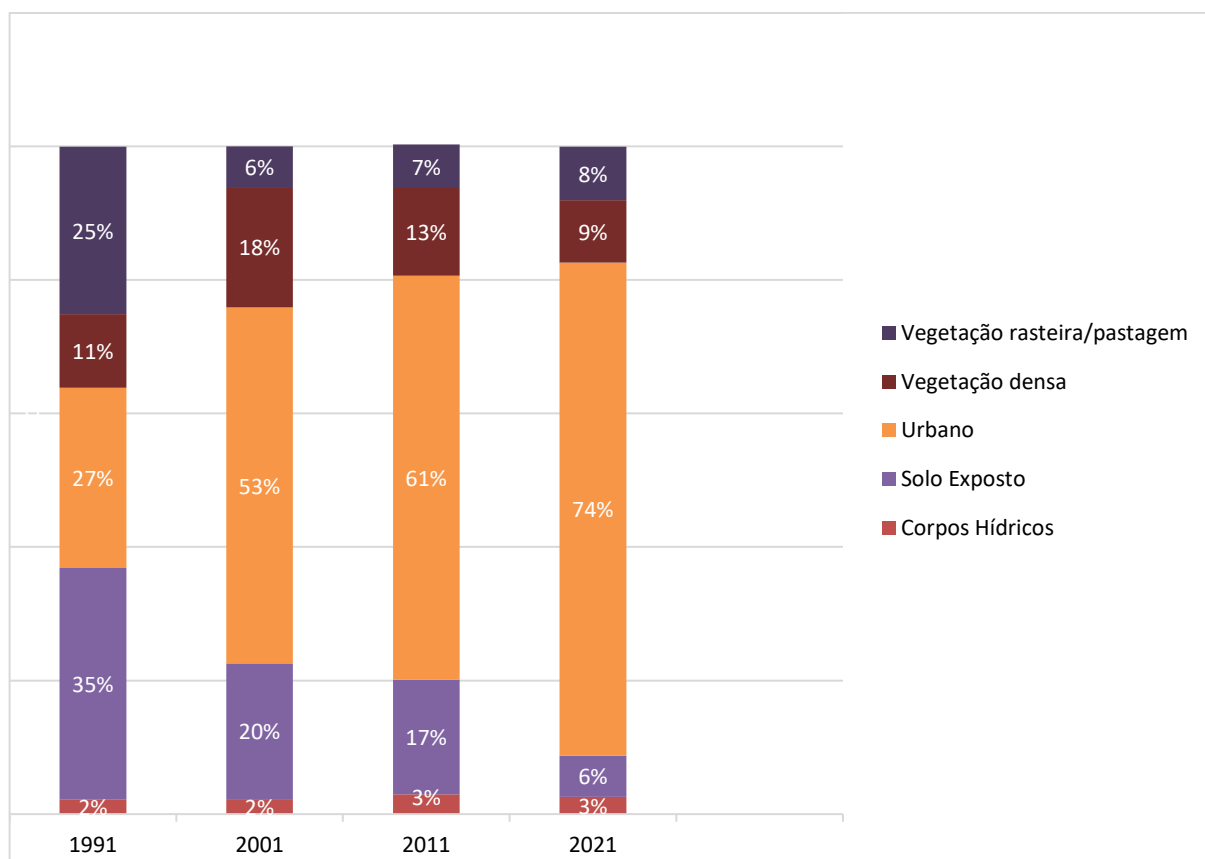
Tabela 8 - Análise quantitativa do uso e ocupação da bacia.

Classe \ Ano	Área (ha)			
	1991	2001	2011	2021
Corpos Hídricos	23,85	24,93	32,40	28,53
Solo Exposto	381,51	223,29	188,82	67,95
Urbana	296,04	585,63	665,19	811,62
Vegetação densa/ Florestal	276,03	198,63	144,09	102,33
Vegetação rasteira/Pastagem	121,14	66,69	68,67	88,74
Total	1099,17	1099,17	1099,17	1099,17

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao colocarmos os dados obtidos em um gráfico, como o mostrado na figura 12, podemos observar a evolução da ocupação da região no período em análise.

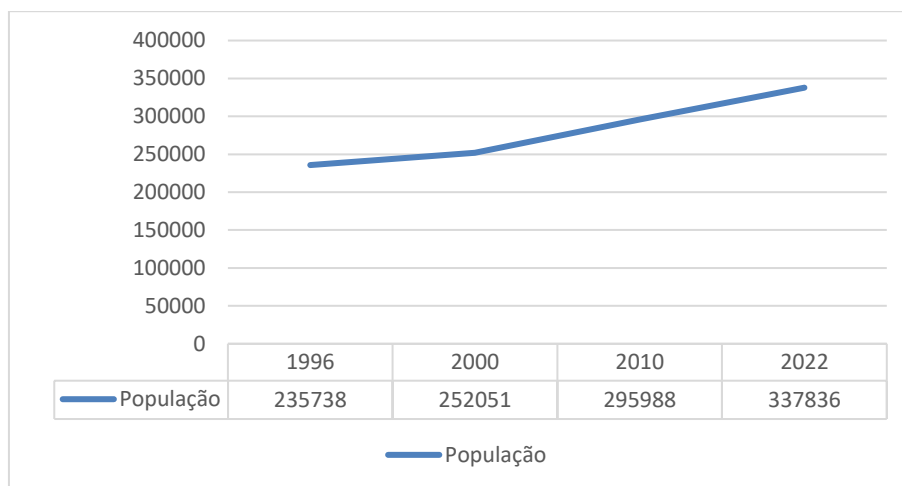
Figura 12 – Evolução da ocupação do solo por classe e período.



Fonte: elaborado pelo autor.

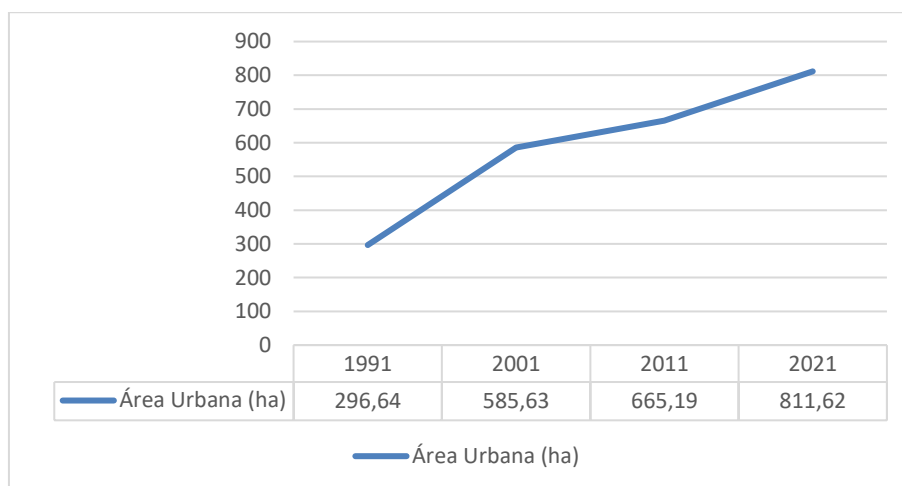
Ainda com base nos dados obtidos e com o auxílio do Censo demográfico da cidade de Uberaba (IBGE,2024) nas décadas de interesse foi possível a confecção dos gráficos de crescimento da população da cidade bem como a evolução das áreas urbanas, como mostrado nas figuras 13 e 14.

Figura 13 –Crescimento da população da cidade de Uberaba.



Fonte: IBGE (2024) - Editado pelo autor.

Figura 14 – Crescimento da ocupação urbana da bacia.

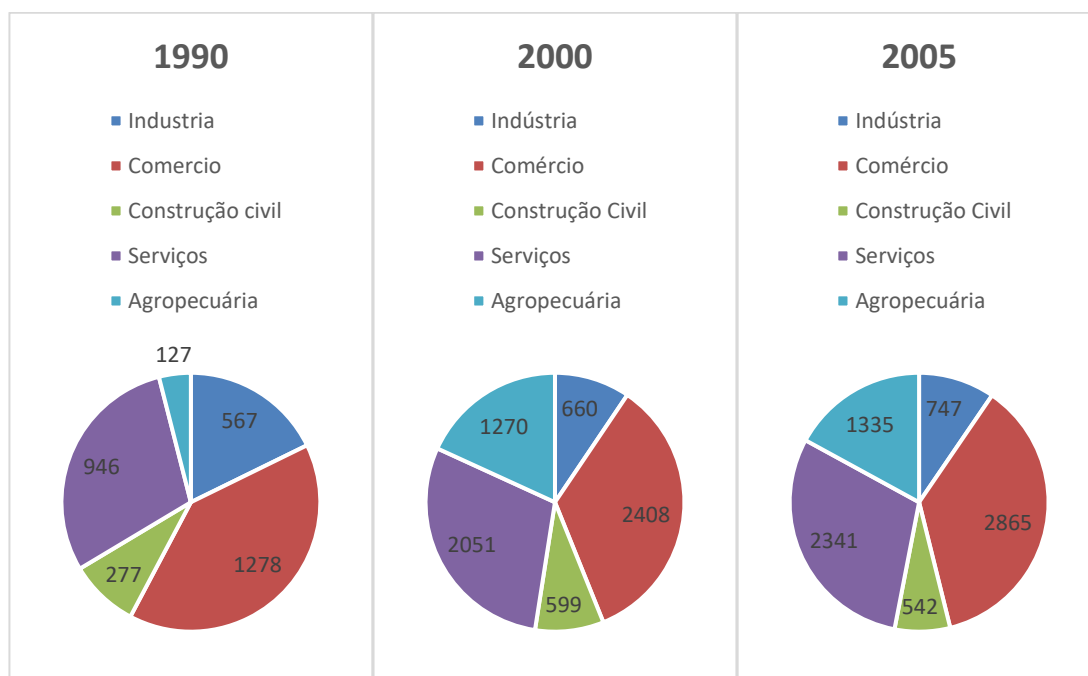


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar pelos gráficos que o crescimento urbano na área da bacia acompanhou o desenvolvimento da população da cidade como um todo. Porém, de maneira sutil nota-se um crescimento populacional mais expressivo a partir de 2000, momento de profundas transformação da matriz econômica da cidade com inserção

mais expressiva de alguns setores, como mostram os gráficos apresentados na figura 15.

Figura 15 – Composição econômica por número de estabelecimentos em Uberaba.



Fonte: Gomes (2015) – Editado pelo autor.

Observa-se crescimento em número de estabelecimentos em todos os setores, o que pode explicar o aumento populacional na cidade, atraindo investimentos e consequentemente uma nova população em busca de oportunidades.

Para a área da bacia observa-se dois momentos mais expressivos de mudança no crescimento urbano. O primeiro entre as décadas de 90 e 2000, que pode ser explicado pelo momento econômico vivenciado pela cidade que apresentou grande crescimento nos setores do comércio, serviços e indústria, estando esse dois últimos muito bem representados no Distrito Industrial I, o qual está localizado dentro da área da bacia o que pode ter auxiliado seu crescimento urbano.

Segundo Gomes (2015), essa mudança na dinâmica econômica de Uberaba resulta em um processo mais amplo que envolve as chamadas “cidades médias”, as quais passam a assumir papel de destaque na rede urbana brasileira a partir da desconcentração econômica e industrial da metrópole de São Paulo a partir de 1970.

Gomes (2015) ressalta que, em 1970, São Paulo respondia por uma taxa de participação da produção industrial brasileira da ordem de 58,1%, a qual apresentou

queda de aproximadamente 9 pontos percentuais até a década de 1990. Período no qual houve mudança expressiva na composição econômica de Uberaba que acompanha o crescimento do estado de Minas Gerais no mesmo período, o qual passou por um crescimento da produção industrial de 6,4% para 8,7%.

Como apresentado na figura 15, o número de indústrias na cidade de Uberaba passou de 567 para 660 nesse período, com um aumento de 33% da quantidade de trabalhadores nesse setor, os quais evidentemente precisavam se estabelecer na cidade, sendo a região, considerada periférica e consequentemente vista como mais “barata” para se viver, muito procurada por esses trabalhadores.

Nesse sentido, as empresas passam a buscar as vantagens oferecidas por esse tipo de cidades, como preços de terrenos e imóveis mais atrativos quando comparados às metrópoles como São Paulo, maior mobilidade no trânsito e incentivos fiscais e de infraestrutura por parte do poder público, as quais se tornam mais atrativas tanto para a população quanto para setores da indústria, do comércio e dos serviços.

Gomes (2015) cita ainda que essa realidade extrapola os limites do estado de São Paulo, com o surgimento de novos pólos de produção no Rio de Janeiro, Paraná, além é claro do Triângulo Mineiro.

Nesse contexto, vale analisar a cidade de Uberlândia também no Triângulo Mineiro, que se tornou o principal centro urbano da região no decorrer do século XX, com relações a nível nacional e destaque na rede urbana do país, como destaca Gomes (2015).

Esse crescimento econômico, como mostram Ribeiro e Oliveira (2015), é fruto de um processo que vem ocorrendo no Triângulo Mineiro desde a década de 1960, após a construção da nova capital Brasília, que resultou em grande crescimento das atividades comerciais, visto sua posição geograficamente estratégica de ligação entre os litorais paulistanos e carioca com a mesma. Nesse momento, houve o intenso crescimento populacional das cidades do Triângulo Mineiro, marcado por migrantes que queriam ocupar os novos postos de trabalho das suas indústrias.

Com o crescimento populacional das décadas de 70 e 80, Uberlândia precisou descentralizar suas atividades do centro, visto que os recém chegados trabalhadores buscavam moradia nas áreas periféricas da cidade, e os serviços e áreas comerciais precisavam atender essa população. Além disso, para consolidar suas empresas atacadistas também necessitou implementar uma estrutura física de armazenamento

para os produtos, as quais se instalaram no distrito industrial e bairros próximos as rodovias. Seguindo o exemplo da “vizinha mineira” nas décadas seguintes, Uberaba recorreu ao mesmo método de expansão econômica e urbana, como mostrado anteriormente.

Já o segundo momento, a partir de 2011 pode estar atrelado a uma conquista de âmbito nacional do setor imobiliário, o programa de incentivo a habitação “Minha Casa, Minha Vida” (MCMV) lançado em 2009, o qual beneficiou grande parte dos loteamentos criados na região da bacia nesse período.

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Uberaba – PMU (SEDET,2024), em 2000, a cidade contava com 59 bairros, sendo que na bacia do córrego do Jucá existiam apenas 7 bairros, com uma população total de 13.220 moradores, dos quais 5 deles classificados como bairros de classe média e baixa, apenas 1 de classe alta e 1 bairro industrial.

Passados duas décadas, a cidade de Uberaba atualmente tem reconhecidos 331 bairros, entre localizações urbanas e rurais. Um crescimento da ordem de 500% no quesito ocupação, dos quais vale citar que mais de 10 loteamentos e bairros pertencentes e nas proximidades da bacia do córrego do Jucá, sendo muitos resultantes dos programas MCMV e Casa Verde e Amarela (SISHAB,2024) , como mostra o mapa apresentado na figura 16.

Figura 16 – Crescimento de loteamentos e bairros na área da bacia



Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se que a ocupação da bacia se deu por meio de loteamentos residenciais, não sendo uma área propensa à verticalização. Pode-se observar ainda que, apesar da introdução de algumas células de alto-padrão na região a mesma ainda é em suma periférica e de bairros considerados de baixa e média renda.

Quanto aos bairros destacados como potencialmente problemáticos, um deles já foi explorado nesse estudo pela sua proximidade com o curso hídrico principal da bacia do córrego do Jucá, a qual foi apontada aqui com propensão a cheias, sendo o bairro a sua margem esquerda também passível a esses problemas apesar de um pouco mais distante.

Fatores que causam certo estranhamento nesse cenário porém, ao analisarmos o mapa, são as faixas de área de preservação permanente (APP) dos cursos d'água, observando os padrões de crescimento da cidade apontados acima podemos ver uma proximidade muito grande das faixas urbanizadas, e o mais alarmante, e perceptível em visita ao local, a escassez ou mesmo inexistência de mata ciliar bem desenvolvida e respeitada, como mostrado na Figura 7, a vegetação local aparece bem esparça e pobre, em sua maioria composta de gramíneas apenas.

Realidade que vem sendo observada ao longo dos anos na cidade, como mostram os estudos de Siqueira et. al. apresentado no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbrs (2013) sobre o Córrego Lageado localizado na Área de Preservação Ambiental (APA) do Rio Uberaba, que apresentou déficit de áreas de vegetação nativa segundo o código ambiental da época, além de ocupação indevida da área pela agricultura, pecuária, urbanização, mineiração e solo exposto na sub-bacia.

Já Carvalho Neto (2020), em seus estudos sobre o Córrego do Barreiro, também localizado no município de Uberaba, revelou que o mesmo possui área de 28,17 ha em uso conflitante com a APP da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba, e aponta que a mesma apresenta incorformidade com o Código Florestal (Lei 12651/2012) devido também a ocupação de culturas como agricultura e pastagem estarem inseridas dentro da delimitação da APP. Sendo recomendação do autor a realização de um plano de reflorestamento dessas áreas, além de um processo de educação ambiental e conscientização dos proprietários que realizem uso inadequado de tais áreas.

Realidade retratada também por Pelli e Pimenta (2020) que embora tragam uma especificidade em relação a conservação da vegetação de veredas na cidade de

Uberaba, foram cirurgicos ao pontuar que “ a degradação não ocorreu apenas no passado, mas continua acontecendo como se fosse natural ou esperado”.

Uma realidade que aparentemente irá permanecer, visto o anuncio do novo loteamento em área próxima ao curso principal da bacia em estudo mais uma vez (Lima,2020). Porém, dados os problemas já apresentados e os conhecidos quanto a altas taxas de impermeabilização de solos, poluição de cursos hídricos, entre outros causados pelo processo de urbanização, merecia ser revista pelas autoridades do município.

Como já fora anunciada a execução de uma ligação entre os bairros nas duas cabeceiras do canal principal da microbacia do Córrego do Jucá, uma maneira de talvez amenizar impactos poderia ser por meio da utilização de pavimentos permeáveis nessa obra, os quais irão permitir a infiltração da água, reduzindo o escoamento superficial. Além disso, poderia-se utilizar paredões de contenção para dar mais segurança aos moradores desses bairros no caso de inundações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de todas as análises realizadas até o momento, do ponto de vista ambiental e social, é inevitável falar sobre a necessidade de ação do poder público e da realização de ações quanto a realidade observada na bacia do córrego do Jucá e seu entorno. Do ponto de vista governamental, políticas públicas de incentivo a revegetação de margens, ou seja replantar a vegetação nativa nas margens dos rios para estabilizar o solo e reduzir a erosão em troca de abatimentos em impostos como o IPTU para as famílias que moram nas proximidades, ou mesmo em parceria com escolas, já aproveitando para vincular uma educação comunitária a respeito da importância de se preservar esse tipo de vegetação e seus benefícios, enquanto promovem uma nova maneira de educar, de forma dinâmica para esses alunos.

Já são mais de 10 anos de espera de famílias buscando não mais pela realização de sonhos mas também por respostas a incerteza da segurança ou não de seus lares. É o momento de repensar e reorganizar mecanismos públicos de ocupação de terras, o estudo prévio de caracterização de solos é importante e deve ser tratado como tal, principalmente em regiões críticas como às próximas de recursos hídricos.

O desenvolvimento econômico de uma cidade é importante mas deve ser acompanhado de uma boa gestão de seus recursos e meio ambiente, por meio de um planejamento urbano integrado, considerando aspectos hidrológicos no planejamento urbano para minimizar os impactos da urbanização. Ou seja, as tratativas devem ser preventivas sempre que possível, como por meio da criação do zoneamento restritivo em áreas que apresentam características semelhantes às desse estudo. As quais podem ser mapeadas por meio de estudos preliminares utilizando geoprocessamento e SIGs como feito nesse caso.

Mas para os casos como a bacia do córrego do Jucá onde a urbanização já é realidade consolidada, temos como ações corretivas além do reflorestamento já citado, a criação de sistemas de alerta antecipado para o caso de possíveis inundações, para que a população e autoridades serem avisadas com antecedência podendo assim evitar muitos danos sociais, ambientais e econômicos.

7 CONCLUSÃO

Os resultados numéricos da análise morfométrica indicam que a bacia apresenta grande propensão a alagamentos, sendo uma bacia de formato próximo ao circular ($I_c=0,68$), com sistema de drenagem pouco desenvolvido e pobre ($D_d=0,61$ km/km²), com baixa capacidade de geração de novos cursos d'água ($D_h = 0,73$ canais/km²) e de difícil manutenção por área ($C_m = 1639,34\text{m}^2/\text{m}$).

Por meio desse estudo, nota-se que a mesma passou por um processo de intensa urbanização, acompanhando o que ocorreu na cidade como um todo. As áreas urbanizadas da bacia apresentaram crescimento da ordem de 47% no intervalo entre 1991 e 2021. O qual se deu em grande parte em antigas áreas de pastagem da região as quais sofreram uma perda da ordem de 180 hectares nos últimos 40 anos. Observa-se ainda que está é a realidade da maioria dos novos loteamentos da cidade, os quais vem sendo anunciados em grandes áreas de pastagens no passado.

As imagens LandSat da região mostram ainda grandes áreas de solo exposto em preparação para novas expansões. Em uma região de clara fragilidade quanto a fenômenos de cheias e alagamentos, deve ser cada vez melhor assistida pelo poder público para que o potencial econômico e de crescimento da mesma não ultrapasse os limites da segurança e bem estar de sua população, além das leis ambientais. Devendo ocorrer principalmente nas etapas de estudos preliminares da instalação de novos empreendimentos, e não como medida de controle como está sendo feito no momento.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, G. Alfredo Freire 4 segue parado e Elisa cobra solução da Caixa. **JM Online**. Uberaba, p. 01-01. 04 nov. 2023. Disponível em: <https://jmonline.com.br/politica/alfredo-freire-4-segue-parado-e-elisa-cobra-solucao-da-caixa-1.325737>. Acesso em: 22 fev. 2024.

BRASIL. Lei 4771/1965. Código Florestal Brasileiro [online] <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm>.

"SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CARVALHO NETO, Luciano Marajó de. (2020). Uso e Ocupação do solo da Área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.1, n.2, p.29-41.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1980.

COSTA, Angélica Aparecida Dourado da; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva. Análise morfométrica da bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso - Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 74, p. 483-500, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2020v35n74p483/42975>. Acesso em: 22 fev. 2024.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Projeto BRASIL EM RELEVO: Banco de dados geomorfométricos do Brasil (SRTM).Disponível em: www.cnpem.embrapa.br/projetos/relevobr/mg/hth0/mg2d_30.htm. Acesso em: 06 dez. 2023.

FRAGA, Micael de Souza; FERREIRA, Renan Gon; SILVA, Felipe Bernardes; VIEIRA, Nayara Paula Andrade; DA SILVA, Danilo Paulúcio; BARROS, Flávia Mariani; MARTINS, Ione Sousa Braga. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE, BAHIA, BRASIL. **Nativa**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 214–218, 2014.Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1785>. Acesso em: 25 maio. 2023.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

GOOGLE. Google Earth mapas website. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em jan. 2024.

GOMES, Maria Terezinha Serafim. Dinâmica econômica e cidades médias: uma análise sobre a cidade de Uberaba na região Triângulo Mineiro. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), São Paulo, Brasil, v. 19, n. 3, p. 516–534, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/81733>. Acesso em: 22 fevereiro. 2024.

GRITTI, Odirvan; BOZA, Daniela; TRENTIN, Romário. (2023). Uso da geotecnologia na análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Baios. Revista De Geografia, 40(2), 179–199.

HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Am. Bull., v.56, n.3, p.275-370,1945.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro: Séries históricas de Uberaba - MG. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberaba/pesquisa/43/30281?ano=1996>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Divisão de Geração de Imagens, Catálogo de Imagens. Disponível em: www.dgi.inpe.br/catalogo/explore. Acesso em 10 jan. 2023.

LEONARDI, Ivan Rodrigo. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto para recursos hídricos**. Curitiba: Contentus, 2020.

LEPSCH, Igo Fernando; ESPINDOLA, Carlos Roberto; VISCHI FILHO, Oswaldo Julio; HERNANI, Luís Carlos; SIQUEIRA, Diego Silva (org.). **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

LIMA, Marconi. Prefeitura lança projeto de mini-distrito, arena esportiva e Praça Conectada no Alfredo Freire. 2020. Elaborada por Secretária de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Inovação de Uberaba/MG. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,51015>. Acesso em: 19 fev. 2024

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 2. ed. Campo Grande: Uniderp, 2006.

LOLLO, Jose Augusto de. **Uso da tecnica de avaliacao do terreno no processo de elaboracao do mapeamento geotecnico**: sistematizacao e aplicacao na quadricula de campinas. 1995. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995. Acesso em: 25 fevereiro 2024.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira; BARROS, Luiz Fernando de Paula. **Hidrogeomorfologia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Editora Sa, 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Hidrogeomorfologia/YGXTDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0>. Acesso em: 07 abr. 2024

MELTON, Mark A. 1957. An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology, technical report no. 11, Office of Naval Research Project nr 389-042.

MEYER, Adolf F. The elements of Hydrology. Nova Iorque, John Wiley and Sons, 1. ed.1917.

MILLER, V. C. "A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain área, Virginia and Tennessee", Technical Report (1953), (3). Dept. Geology, Columbia University, New York, 389-402.

MIOTO, Camila Leonardo; RIBEIRO, Vinicius de Oliveira; SOUZA, Dulcélya Mônica de Queiroz; PEREIRA, Thiago Vieira; ANACHE, Jamil Alexandre Ayach; PARANHOS FILHO, Antonio Conceição. **Morfometria de Bacias Hidrográficas Através de SIGs Livres e Gratuitos**. 2014. 6 f. Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj, Rio de Janeiro, 2014.

MOSCA, Andreia Arruda de Oliveira. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-20082003-170146/publico/andreia.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2024.

NOVO, Evelyn Márcia Leão de Moraes; PONZONI, Flávio Jorge. **INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO**. São José dos Campos: Divisão de Processamento de Imagens - Inpe, 2001. Disponível em: https://www.dpi.inpe.br/Miguel/AlunosPG/Jarvis/SR_DPI7.pdf. Acesso em: 07 abr. 2023.

OLIVEIRA, Diego Barreto de (org.). **Hidrologia**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

PATTON, Peter C. ; BAKER, Victor R. (1976). Morphometry and Floods in Small Drainage Basis Subject of Diverse Hydrogeomorphic Controls. Water Resources Research, 12, 941-952.

PELLI, Afonso; PIMENTA, Paloma Cristina. ESTADO ATUAL DE CONSERVAÇÃO DE VEREDAS NO MUNICÍPIO DE UBERABA/MG. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 214-230, jan/mar 2020.

PINTO, Nelson L. de Sousa; HOLTZ, Antônio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia Básico**. 18. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

PITERMAN, Ana; GRECO, Rosângela Maria. A ÁGUA SEUS CAMINHOS E DESCAMINHOS ENTRE OS POVOS. **Revista Aps**, Juiz de Fora, v. 8, n. 2, p. 151-164, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3fi6pUP>. Acesso em: 07 abr. 2024.

RIBEIRO, Mária Bruna Pereira; OLIVEIRA, Letícia Parreira. FORMAÇÃO TERRITORIAL DO TRIÂNGULO MINEIRO (MG): a cidade de Uberlândia como centro comercial. **Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, Grajaú/Ma, v. 1, n. 2, p. 188-203, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaço/article/view/4038/2123>. Acesso em: 01 maio 2024.

RODRIGUES, Marcos. **Geoprocessamento: um retrato atual. [Entrevista]**. Fator Gis: a Revista do Geoprocessamento, v. 1, n. 2, p. 20-23, 1993.

SCHUMM, Stanley A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of America Bulletin*, v. 67, n. 5, p. 597- 646, 1956.

SEDET – Secretária de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Inovação. Índices municipais de territorialização do programa mais cultura – bairros de Uberaba. Disponível em: http://uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/fundacao_cultural/arquivos/rede_de_pontos/TABELA%20I.pdf. Acesso em 15 jan. 2023.

SILVA, Aichely Rodrigues da; SILVA, Marcelo Francisco da; SANTOS, Luiz Carlos Araújo dos. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACAU-MA. **Revista Percorso - Nemo**, Maringá, v. 6, n. 2, p. 141-153, dez. 2014.

SILVEIRA, André L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. São Paulo: Abrh, 2012. p. 35-51.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçu, Pr, Brasil. **Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente na sub-bacia do córrego Lageado, localizado na Área de Proteção Ambiental do rio Uberaba, Uberaba-MG**. Uberaba: INPE, 2013. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.44.40/doc/p0577.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SISHAB - Sistema de Habitação - Casa Verde e Amarela - Minha Casa e Minha Vida - Portal de Dados Abertos do MDR. Disponível em: https://dadosabertos.mdr.gov.br/es/dataset/cva_mcmv/resource/983447db-9630-4900-a9da-2a36970f8198. Acesso em: 20 fev. 2024.

SOARES, Stela de Almeida. Gestão de recursos hídricos. Curitiba: Intersaberes, 2015.

STRAHLER, Arthur N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Haven: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38. p. 913-920

TRAJANO, Sâmara Rachel Ribeiro da Silva; SPADOTTO, Claudio Aparecido; HOLLER, Wilson Anderson; DALTIO, Jaudete; MARTINHO, Paulo Roberto Rodrigues; FOIS, Natália Santos; SANTOS, Beatris Barbi de Oliveira; TOSCHI, Hugo Henrique; LISBOA, Flávia Seixas. Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica – Subsídio à Gestão Territorial Estudo de caso no Alto e Médio Mamanguape. Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, 2012. 35 p. (Embrapa Gestão Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2). Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84896/1/0000010346-BPD-Analise-morfometrica.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2024.