



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

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

JULIA DE PAULA MASCHIO

**Análise morfométrica e de uso e ocupação na microbacia
hidrográfica do Córrego do Cervo, Palmeira d'Oeste - SP**

ILHA SOLTEIRA

2024



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

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

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA E DE USO E OCUPAÇÃO NA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO CERVO,
PALMEIRA D’OESTE - SP**

JULIA DE PAULA MASCHIO

Orientador: Prof. Dr. César Gustavo da Rocha Lima.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Engenharia Civil.

ILHA SOLTEIRA

2024

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

M395a Maschio, Julia de Paula.
Análise morfométrica e de uso e ocupação na microbacia hidrográfica do
Córrego do Cervo, Palmeira d'Oeste - SP / Julia de Paula Maschio. -- Ilha
Solteira: [s.n.], 2024
68 f. : il.

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

Orientador: César Gustavo da Rocha Lima
Inclui bibliografia

1. Gestão ambiental. 2. Planejamento urbano. 3. Sensoriamento remoto. 4.
Geotecnologias. 5. Recursos hídricos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: JULIA DE PAULA MASCHIO

Título: **ANÁLISE MORFOMÉTRICA E DE USO E OCUPAÇÃO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO CERVO, PALMEIRA D'OESTE - SP**

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



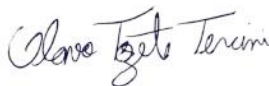
Prof. Dr. César Gustavo da Rocha Lima

UNESP – Campus de Ilha Solteira (Orientador)



M.a. Amanda de Moraes Ricardi

Mestra pelo PPGEC (FEIS/UNESP)



M.e. Olavo Tozete Tercini

Mestre pelo PPGEC (FEIS/UNESP)

Ilha Solteira

25/06/2024

Dedico esse trabalho ao meu estimado avô Osvaldo Adolfo Maschio (*in memoriam*), que sempre incentivou meus estudos e teria ouvido pacientemente sobre cada etapa desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos que cercam a minha vida, pelo discernimento e por cada adversidade que me fizeram amadurecer.

Aos meus pais, Sr. Sérgio Luis Maschio e Sra. Luciana de Paula Maschio, por terem feito do meu sonho o sonho deles. Agradeço pelo apoio incondicional e por serem meu alicerce. Agradeço por terem enfrentado graduação a noite, supletivo, aulas em todos os períodos, diferentes escolas, noites passando veneno e corrigindo provas, graduação e pós graduação com filhos para que eu pudesse ter a chance de escolher o curso e faculdade dos meus sonhos. Agradeço ao meu irmão, Pedro Henrique de Paula Maschio (Mogli) por ser meu companheiro, por me acolher e me ouvir. Meu amor por vocês é imensurável.

Aos meus avós, tios e primos por cada mensagem de carinho, apoio e torcida.

Ao meu namorado pelo companheirismo, amor e paciência em todo esse processo.

Aos meus amigos por terem me apoiado e compreendido, pelos momentos de estudo e de diversão, e pelos momentos que ainda vamos vivenciar.

Aos companheiros que convivi no Engenheiros Sem Fronteiras (ESF) Núcleo de Ilha Solteira por tantos aprendizados e novos desafios.

A Geometrisa pela oportunidade de ingressar no mercado de trabalho, pelas vivências que me fazem evoluir e por me incentivar a aprofundar meus conhecimentos

Ao Prof. Dr. César Gustavo da Rocha Lima, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho. E, principalmente, por ter me apresentado ao georreferenciamento com tanto primor.

Aos professores do departamento de Engenharia Civil e funcionários da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Ilha Solteira, por todos os ensinamentos transmitidos e suporte durante do curso de graduação.

RESUMO

Para a elaboração de estudos ambientais, planejamento urbano e gestão dos recursos naturais é essencial identificar os aspectos morfométricos e o uso e ocupação de área. O presente trabalho objetivou a análise morfométrica e de uso e ocupação na microbacia do Córrego do Cervo, através de ferramentas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). Mediante a delimitação da bacia no software ArcGIS 2018 (ESRI, 2020) foram obtidas as variáveis para o cálculo dos parâmetros morfométricos. A fim de realizar a análise de uso e ocupação foi empregado como banco de dados o Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022. Ao interpretar os parâmetros morfométricos, conclui-se que a microbacia é alongada e com baixa suscetibilidade a enchente, conforme corrobora o coeficiente de compacidade ($K_c=1,579$), o índice de circularidade ($I_c=0,395$) e o fator forma ($K_f=0,229$). Por meio da análise de uso e ocupação do solo, verificou-se que a predominância de pastagem e mosaico de pastagem e agricultura, sendo 47,649% e 16,207%, respectivamente, da área total em 2022, o que é um indicativo de vulnerabilidade a ocorrência de erosão. No mais, foi analisado o uso e ocupação do solo na Área de Preservação Permanente, apresentando resultados condizentes com a análise para microbacia, visto que em 2022 a pastagem ocupava 53,847% da área total e o mosaico de agricultura e pastagem 31,589%. Quanto ao tipo solo predominante, verificou-se o Argiloso Vermelho-Amarelo que se caracteriza pela baixa taxa de infiltração e pouca resistência à erosão. Então, por meio dos resultados, infere-se que as políticas públicas ambientais devem forçar no manejo para mitigação de processos erosivos por meio de políticas públicas.

Palavras chave: Gestão Ambiental, Planejamento Urbano, Sensoriamento Remoto, Geotecnologias, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

For the preparation of environmental studies, urban planning and management of natural resources, it is essential to identify the morphometric aspects and the use and occupation of the area. The present work aimed to analyze morphometric and use and occupation in the Córrego do Cervo mycorbasin, using remote sensing tools and Geographic Information Systems (GIS). By delimiting the basin in the ArcGIS 2018 software (ESRI, 2020), the variables for calculating the morphometric parameters were obtained. In order to carry out the analysis of use and occupation, the MapBiomass Project was used as a database – Collection 8 of the Annual Series of Land Cover and Use Maps in Brazil for the years 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 and 2022. When interpreting the morphometric parameters, it is concluded that the watershed is elongated and with low susceptibility to flooding, as corroborated by the compactness coefficient ($K_c=1.579$), the circularity index ($I_c=0.395$) and the form factor ($K_f=0.229$). Through the analysis of land use and occupation, it was found that the predominance of pasture and mosaic of pasture and agriculture, being 47.649% and 16.207%, respectively, of the total area in 2022, which is an indication of vulnerability to the occurrence of erosion. Furthermore, land use and occupation in the Permanent Preservation Area was analyzed, presenting results consistent with the analysis for the microbasin, given that in 2022 pasture occupied 53.847% of the total area and the mosaic of agriculture and pasture 31.589%. As for the predominant soil type, Red-Yellow Clay was found, which is characterized by a low infiltration rate and little resistance to erosion. Therefore, through the results, it is inferred that public environmental policies must focus on management to mitigate erosion processes through public policies.

Keywords: Environmental management, Urban planning, Remote sensing, Geotechnologies, Water Resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação da bacia do Córrego do Cervo	28
Figura 2 – Mapa Pedológico de Palmeira d'Oeste.....	32
Figura 3 – Delimitação da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados.....	34
Figura 4 – Mapa da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo.....	44
Figura 5 – Representação gráfica do perfil longitudinal do canal principal	45
Figura 5 – Mapa de declividade da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo	46
Figura 7 – Mapa uso e ocupação de 1985 a 2005.....	50
Figura 8 – Mapa uso e ocupação de 2010 a 2022.....	51
Figura 9 – Perímetro dos Imóveis rurais de Palmeira d'Oeste - 2022	57
Figura 10 – Mapa de uso e ocupação dos imóveis rurais de Palmeira d'Oeste -2022	57
Figura 11 - Perímetro dos Imóveis rurais na microbacia do Córrego do Cervo - 2022	58
Figura 12 - Mapa de uso e ocupação nos imóveis rurais na microbacia do Córrego do Cervo-2022.....	59
Figura 13 – Mapa de Uso e Ocupação da APP do Córrego do Cervo de 1985 e 2022.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pecuária de Palmeira d'Oeste entre 2005 e 2022	30
Tabela 2 – Produção Lavoura Permanente de Palmeira d'Oeste entre 2005 e 2022.....	30
Tabela 3 – Produção de Lavoura Temporária de Palmeira d'Oeste entre 2005 e 2022	31
Tabela 4 - Agrupamento das classes na reclassificação	40
Tabela 5 – Parâmetros morfométricos a serem analisados	47
Tabela 6 – Estimativa de uso e ocupação do solo de 1985 a 2022.....	52
Tabela 7 – Variação percentual do uso e ocupação do solo de 1985 a 2022	52
Tabela 8 – Evolução da estrutura fundiária de Palmeira d'Oeste de 1995 a 2017	55
Tabela 9 – Estrutura fundiária de acordo com a classificação por módulos fiscais	56
Tabela 10 – Estimativas de uso e ocupação da APP em 1985 e 2022	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	OCUPAÇÃO ANTRÓPICA	15
2.1.1	Bacia hidrográfica	15
2.2	PLANEJAMENTO	17
2.3	ANÁLISE MORFOMÉTRICA	18
2.3.1	Parâmetros morfométricos	18
2.4	ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO	22
2.5	GEOTECNOLOGIAS	23
2.5.1	Geoprocessamento	23
2.5.2	Sensoriamento remoto	24
2.6	ESTUDOS SIMILARES	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	ÁREA DE ESTUDO	28
3.1.1	Localização e características socioeconômicas	28
3.1.2	Características físicas	31
3.1.3	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)	33
3.2	ANÁLISE MORFOMÉTRICA	34
3.2.1	Delimitação da Bacia	34
3.2.2	Parâmetros Morfométricos	36
3.2.3	Perfil Longitudinal	37
3.2.4	Declividade do terreno	37
3.3	ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO	38
3.3.1	MapBiomass	38
3.3.2	Reclassificação das classes – ArcGis	39
3.4	CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA FUNDIÁRIA	40
3.5	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	42
4	RESULTADOS	44
4.1	ANÁLISE MORFOMÉTRICA	44
4.1.1	Elevação do terreno e declividade	44
4.1.2	Parâmetro Morfométricos	47
4.2	ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO	49
4.3	ESTRUTURA FUNDIÁRIA	55

4.4	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP).....	60
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização nas bacias hidrográficas promove diversos danos ao ambiente, por exemplo, prejudica o ciclo hidrológico, fragiliza o potencial produtivo dos solos, eutrofiza os recursos hídricos, impermeabiliza o solo, causa áreas de assoreamento e inundações. Isto é, a preservação do solo e a produtividade das culturas são prejudicadas pelas alterações na composição e na organização dos componentes do solo, resultantes de diversos sistemas de manejo.

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é determinado por uma série de características geomorfológicas, como forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, entre outros, bem como pelo tipo de cobertura vegetal presente na região (Lima, 1986). As características físicas e bióticas, especialmente aquelas associadas à cobertura vegetal do solo, desempenham um papel crucial nos processos relacionados à fase terrestre do ciclo hidrológico. De forma que, influencia a infiltração, a evapotranspiração, os escoamentos superficiais e subsuperficial, e a quantidade de água produzida como deflúvio.

Então, conforme Christofolletti (1980), fazer uma análise dos elementos de uma bacia, como a drenagem, o tipo de solo e o relevo, é fundamental para compreender a evolução da dinâmica ambiental. Isso se deve ao fato de que todos os acontecimentos dentro da bacia de drenagem têm algum tipo de impacto, direto ou indireto, nos cursos d'água. Dessa forma, faz-se necessário que as modificações no uso e cobertura do solo sejam monitoradas.

Tomando como base a importância das análises para estabelecer estratégias de mitigação de riscos e gestão de recursos hídricos, as abordagens que combinam informações derivadas de cálculos de índices morfométricos são importantes para o planejamento integrado das bacias hidrográficas. Isso ocorre porque essas abordagens fornecem suporte para estratégias de gestão ambiental, devido às múltiplas formas de integração com outros fatores, como a dinâmica de uso e cobertura do solo (Soares *et al.*, 2016).

A análise de parâmetros morfométricos é de grande valia nesses estudos, pois através de uma abordagem quantitativa, é possível obter uma compreensão mais aprofundada do comportamento hidrológico, na qual verifica-se a espacialização do conjunto de drenagens e vertentes.

Nesse sentido, para o entendimento das modificações em decorrência das atividades antrópicas e naturais faz-se uso da análise de uso e ocupação em uma série histórica. O mapeamento das classes que ocupam o solo permite a compreensão das interações existentes, assim como destacar pontos de atenção. Mediante a identificação, mapeamento e interpretação do uso e ocupação do solo tem-se dados para apoiar na elaboração de ações voltadas às políticas públicas para manejo dos recursos.

Quanto as metodologias para as análises do uso e ocupação do solo e análise morfométrica são amplamente utilizadas as Geotecnologias. Visto que são um conjunto de tecnologias que processam e analisam de dados espaciais, e através de modelos simplificados da realidade permitem estabelecer tendências e possíveis vulnerabilidades da área de interesse.

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem a proposição de realizar a análise morfométrica e de uso e cobertura do solo da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo, através de ferramentas de sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG). Inclusive, pela predominância de zona rural na área de extensão da microbacia, serão comparados os dados de uso e ocupação com a estrutura fundiária e com as áreas de preservação ambiental, para que possa entender como é a distribuição das culturas, as dimensões das propriedades e se as áreas de preservação estão sendo mantidas conforme preconiza as legislações vigentes. Almeja-se que os resultados gerados sejam pertinentes como referências para elaboração de estudos ambientais voltados para planejamento urbano e gestão dos recursos naturais do município de Palmeira d'Oeste - SP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 OCUPAÇÃO ANTRÓPICA

A cobertura vegetal é um dos mecanismos de preservação do solo, de maneira que auxilia no controle da erosão causada tanto pela água quanto pelo vento. Isso ocorre porque o fluxo de água está intimamente relacionado com a cobertura vegetal e a inclinação do terreno tem um impacto significativo no processo de erosão do solo (Cassol, 1996). Por isso para entendimento da disponibilidade e da qualidade dos recursos naturais, além da biodiversidade, devem ser analisados os processos de modificação da cobertura do solo que são diretamente influenciados pelas ações de uso e ocupação provocadas pelo homem (Mendonza *et al.*, 2011).

Tem se observado as modificações nos ecossistemas em decorrência das atividades antrópicas nos últimos anos. Especialmente, nas bacias hidrográficas, as ações humanas têm provocado sérios danos ambientais, enfraquecendo a capacidade produtiva do solo e causando eutrofização nos recursos hídricos. Uma parte significativa dessa degradação decorre da abordagem fragmentada dos diversos elementos que compõem a paisagem (Batista *et al.*, 2017).

Comumente, o processo de ocupação pelo homem tem início com a remoção da vegetação, seguida pela introdução de práticas agrícolas, construção de vias de acesso e o crescimento das áreas urbanas e industriais. Essas transformações podem vir a resultar em um aumento repentino no fluxo dos rios devido à impermeabilização da superfície, isto é, modifica a quantidade, o percurso e a velocidade do escoamento da água sobre a terra, resultando em problemas de inundação (Walsh *et al.*, 2005; Fox *et al.*, 2012; Dams *et al.*, 2013; Guo, 2013).

Para minimizar os impactos da degradação é essencial implementar estratégias de gestão que visem a ordenação territorial e ambiental das áreas geográficas. Sendo que, para estabelecimento do planejamento, citando Cunha e Guerra (1996), as bacias hidrográficas deverão ser caracterizadas tanto fisicamente, para entendimento mais preciso do escoamento superficial, como enquanto unidades integradoras do social e natural.

2.1.1 Bacia hidrográfica

Na análise do ciclo hidrológico, as bacias hidrográficas desempenham um papel essencial, especialmente quanto ao escoamento, que inclui a infiltração e o

escoamento superficial. Essa área é delimitada por um divisor topográfico de águas, separando-a de outras bacias vizinhas, e funciona como uma captação natural para a água fluvial através de superfícies inclinadas. (Borsato; Martoni, 2004). Citando Pissarra *et al.*, (2004), a bacia hidrográfica pode ser definida como o método mais eficaz para controlar os recursos hídricos que a compõem, pois é vista como a unidade de planejamento e regulamentação do uso e ocupação do solo.

Ao longo do tempo as características físicas das bacias hidrográficas se alteram em função de fatores de ordem natural e de ordem antrópica. Por exemplo, as mudanças decorrentes do processo de antropização favorecem a diminuição da cobertura vegetal, modificam o relevo e causam danos aos cursos d'água (Batista *et al.*, 2017). Então, considerando o papel desempenhado das bacias é de suma importância monitorar as mudanças para que sejam estabelecidos planos de conservação e uso consciente dos seus recursos.

De acordo com Ro Charlton (2008), a forma das encostas, o padrão de fluxo de água, a configuração da bacia, a inclinação do terreno, o tipo de canais fluviais, a cobertura do solo e a vegetação têm uma relação direta com a velocidade de escoamento das águas pluviais pela superfície da área física e territorial. O risco à inundação é mais significativo nos casos em que os leitos maiores são ocupados e impermeabilizados por construções.

Os alagamentos ocorrem, comumente, em áreas urbanas quando o canal de drenagem excede sua capacidade, porém pode não ser em decorrência de processos de natureza fluvial (IPT, 2007), o que o diferencia dos eventos associados a enxurradas. Enquanto os eventos fluviais envolvem fluxos de água mais dispersos e de menor energia ao longo de um período mais longo, as enxurradas são caracterizadas por um escoamento superficial concentrado e de alta energia, ocorrendo em um curto intervalo de tempo (IPT, 2007). Já as enchentes referem-se ao aumento do nível de água em um canal de drenagem temporário sendo que após o evento ocorre a vazante até que o lençol subterrâneo volte a abastecer as vazões de base (Miranda, 2016).

Tendo em vista as consequências relacionadas aos aspectos geomorfológicos e de uso e ocupação das bacias faz se necessário a elaboração de estudos para monitorar as alterações ao longo do tempo, identificar potenciais vulnerabilidades e limitações. Dentro desse contexto, o desenvolvimento de estudos relacionados aos aspectos morfológicos da rede de drenagem facilita a compreensão da geomorfologia

local, considerando que a transformação continua da paisagem está diretamente relacionada os processos recorrentes que alteraram a forma do relevo. (Christofoletti, 1980). Dessa maneira, esses estudos são de grande valia para auxiliar no planejamento de uso e ocupação do solo.

2.2 PLANEJAMENTO

A princípio, o desenvolvimento e a gestão ambiental de uma cidade são fundamentados em princípios básicos de planejamento. Isto é, a avaliar os impactos da urbanização no escoamento, a análise das características e parâmetros físicos da área, o estudo do comportamento e controle dos efluentes, e a consideração da bacia hidrográfica como uma unidade básica de análise ambiental. Isso se deve ao fato, como explica Silva (2016), de que todos os fatores que influenciam a produção e o equilíbrio do meio ambiente têm reflexos nas suas características físicas, bióticas e antrópicas.

Contudo, há cases em que a implantação da cultura de gestão dos recursos é dificultada em função da exploração econômica desenfreada, pois em regiões com um histórico de exploração é um desafio conciliar a conservação dos recursos naturais com uma exploração e expectativa econômica intensiva. Esse cenário se agrava quando os proprietários não adotam práticas de conservação da água, do solo e dos recursos naturais, e quando o tamanho da propriedade dificulta a implementação de medidas de conservação ou as torna inviáveis em termos de sustentabilidade econômica (Barroso, 1987).

Para a consolidação de um bom planejamento e gestão dos recursos é preciso aplicar estudos que gerem resultados refinados e alinhados com a realidade ambiental. Por isso, o avanço das técnicas e metodologias de avaliação ambiental tem tido maior espaço nas pesquisas científicas, citando, por exemplo, o caso do geoprocessamento. As informações oriundas das ferramentas de geoprocessamento possibilitam uma caracterização sistemática do objeto de estudo, auxiliando na tomada de decisões para o manejo da área em questão (Silva e Zaidan, 2004).

Nesse contexto, as abordagens que incluem informações derivadas de cálculos de índices morfométricos são fundamentais para o planejamento integrado das bacias hidrográficas. Essas informações fornecem suporte às estratégias de gestão ambiental, pois oferecem várias oportunidades de integração com outros fatores, como a dinâmica de uso e cobertura do solo. (Soares *et al.*, 2016).

2.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

2.3.1 Parâmetros morfométricos

Visando aprimorar o gerenciamento dos recursos naturais e ampliar a análise dos recursos hídricos é importante que seja elaborado estudos morfométricos das redes de drenagem em bacias hidrográficas. A análise morfométrica em uma bacia permite detalhar o ambiente e as paisagens de maneira que caracteriza suas potencialidades e limitações, e permite a interpretação do comportamento hidrológico e da dinâmica geomorfológica.

A metodologia da análise morfométrica prevê a descrição de parâmetros morfológicos e seus processos, para diagnosticar mudanças, com ou sem interferência das atividades humanas (Pissarra *et al.*, 2010). Ao realizar o levantamento de índices numéricos é possível classificar as redes de drenagem, podendo ser embasamento para estudos de erosão ao permitir a avaliação do grau de energia e a susceptibilidade de ocorrência de processos erosivos ao longo de sua drenagem.

Com o avanço e investimento nas Geotecnologias, os Modelos Digitais de Superfície (MDS), obtidos a partir de imagens de satélite e processados em Sistemas de Informações Geográficas, têm se tornado uma valiosa fonte de informações para a análise morfométrica de bacias, tendo em vista o rigor dos dados que fornecem. Por exemplo, os SIG utilizam ferramentas de geoprocessamento que aprimoram a eficiência da análise topográfica em uma bacia hidrográfica.

Segundo Christofolleti (1974), a análise morfométrica tem como propósito aprofundar o entendimento das dimensões e associação entre causa e efeito que existem entre as formas, os processos pedológicos e hidrológicos envolvidos na formação de uma bacia hidrográfica. Para obter tais grandezas são estabelecidos parâmetros morfométricos, os quais relacionam fatores naturais com a tendência ao desenvolvimento de inundações. Ao associar os parâmetros morfométricos evidencia-se as divergências em áreas homogêneas e traz o diagnóstico de potenciais vulnerabilidades ambientais e suscetibilidade geomorfológica a inundações. (Antoneli; Thomaz, 2007)

Como os índices morfométricos são obtidos para sejam interpretados e analisado o risco, torna-se imprescindível obter as características físicas da bacia pois

descrevem o comportamento hidrológico. Além disso, o estudo do sistema de drenagem, o qual contempla o rio principal e suas ramificações, auxilia na compreensão da velocidade com que a água escoar pela bacia hidrográfica. Nesse sentido, as ramificações deverão ser categorizadas e as tendências de drenagem qualificadas. Por fim, é essencial analisar o relevo de uma bacia hidrográfica em decorrência da influência nos fatores hidrológicos e meteorológicos. Como ilustra Villela e Matos (1975), a velocidade do escoamento superficial é modificada pela inclinação do terreno, enquanto a altitude desempenha um papel na regulação da temperatura, precipitação e evaporação.

A respeito dos parâmetros morfométricos comumente calculados tem-se: área total; perímetro; coeficiente de compacidade; comprimento do Rio principal; comprimento total dos rios; densidade de drenagem; fator forma; ordem dos rios; índice de circularidade; índice de sinuosidade; coeficiente de manutenção; declividade e altitude da bacia.

Tendo o conhecimento das dimensões de área, perímetro e comprimentos dos cursos hídricos calcula-se os índices morfométricos considerando as condições estabelecidas por Smith (1950), Horton (1945) e Strahler (1957) apud Christofletti (1980). Após a determinação dos índices morfométricos, realiza-se as interpretações para inferir quais os riscos e potencialidades do objeto de estudo, e avaliar os impactos ambientais gerados principalmente em decorrência das ações antrópicas. Visto que, ilustrando tem-se que bacias com forma mais circular apresentam tendência de gerar picos de enchente mais elevados quando comparada a bacias mais alongadas.

- Área de Drenagem (A)

Por definição, conforme Villela e Matos (1975), área de drenagem calcula a extensão da área plana delimitada pelos divisores topográficos que a circundam.

- Coeficiente de compacidade (K_c)

Empregado na determinação da forma da bacia, o coeficiente de compacidade (K_c) é o produto entre o perímetro da bacia e a circunferência de uma área com a mesma extensão da bacia (Villela e Matos 1975), de forma que quanto mais irregular for a bacia maior será o coeficiente. Este coeficiente é adimensional e varia conforme o formato da bacia independente do seu tamanho.

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} \quad (1)$$

Tomando que,

$$K_c = \frac{P}{2\pi \sqrt{\frac{A}{\pi}}} \quad (2)$$

Portanto

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (3)$$

- Fator Forma (K_f)

Prosseguindo na vertente de determinar a forma da bacia é calculado o fator forma (K_f). Seu valor é obtido pela associação entre a largura média ($\bar{L}$) e o comprimento axial da bacia (L) (Villela e Matos 1975). Sendo que, quanto mais próximo da unidade maior a tendência a enchente. Adota-se como comprimento da bacia (L) o comprimento do talvegue principal por ser o curso d'água mais extenso desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia.

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L} \quad (4)$$

Considerando que,

$$\bar{L} = \frac{A}{L} \quad (5)$$

Logo,

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (6)$$

- Índice de Circularidade (I_c)

O índice de circularidade (I_c), proposto por Miller (1953) e complementado por Strahler (1958), é obtido pela relação entre a área de drenagem (A) e a área do círculo de mesmo perímetro (P). Em suma, o resultado tende a unidade em casos que a bacia se aproxima da forma circular (Cardoso et al., 2006). Dessa forma, bacias mais alongadas terão índices de circularidades inferiores a unidade.

$$I_c = 12,57 * \frac{A}{P^2} \quad (7)$$

- Índice de Sinuosidade (I_s)

De acordo com o que descreve Christofolletti (1980), para determinar o índice de sinuosidade (I_s) deve se relacionar o comprimento verdadeiro do canal, isto é, o

comprimento da bacia na projeção ortogonal (L), com a distância vetorial entre os dois pontos extremos do canal principal (L_v). Sendo que, quanto menor for a sinuosidade, menos desvios o curso hídrico enfrentará para alcançar a saída da bacia, enquanto uma sinuosidade elevada implica em maiores desafios para o escoamento seguir seu curso até o exultório (Batista *et al.*, 2017).

$$I_s = \frac{L}{L_v} \quad (8)$$

- Ordem dos rios

Para analisar a ordem dos rios emprega-se o método hierárquico de Strahler (1957). A classificação define a composição da drenagem em cada uma de suas ordens de ramificação da seguinte maneira: os canais menores, que não têm tributários, são considerados de 1ª ordem; quando dois canais de 1ª ordem se encontram, formam canais de 2ª ordem, que só recebem afluentes de canais de 1ª ordem; para serem classificados como de 3ª ordem, é necessário que dois canais de 2ª ordem se juntem, podendo receber afluentes de canais de 1ª e 2ª ordem, e assim por diante. Em resumo, quando dois rios de ordem “n” se juntam, dão origem a um rio de ordem “n+1”.

- Densidade de Drenagem (D_d)

A declividade de drenagem (D_d), por sua vez, é o quociente do comprimento total dos rios (L_t) e a área da bacia (A), então influencia diretamente na associação do tempo de duração do escoamento superficial e o tempo de concentração das precipitações (Villela e Matos, 1975). Por meio do índice é possível comparar a extensão dos canais drenados em uma área padrão indicando o grau de desenvolvimento deste sistema de drenagem.

$$D_d = \frac{L_t}{A} \quad (9)$$

- Declividade média do talvegue principal (m/m)

Como explicitado, a velocidade do escoamento é influenciada pela declividade, pois quanto maior a declividade, maior a velocidade de escoamento, menor o tempo de concentração e maior as perspectivas de enchentes na bacia (Villela e Matos, 1975). Ademais, por meio desse parâmetro pode-se identificar vulnerabilidade a processos erosivos em decorrência das características do escoamento superficial e infiltração (Machado e Torres, 2012).

A declividade média pode ser definida pela divisão entre o desnível do talvegue principal e o comprimento do talvegue principal (L_{tv}), indicando uma visão superficial sobre o relevo da bacia (Mendonça, 2024).

2.4 ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO

Conceitualmente a cobertura do solo trata do ao estado físico, químico e biológico da superfície terrestre em que há áreas com empreendimento, cobertura vegetal ou floresta. Enquanto o uso do solo refere-se à atividade antrópica em decorrência da agropecuária e áreas urbanas (Turner II e Meyer, 1994). Contudo, Leal (2005) explicita que mudanças no uso das terras frequentemente resultam em alterações na sua cobertura, porém podem ocorrer mudanças na cobertura das terras sem que haja modificações em seu uso.

Sabendo que o uso das terras é um processo dinâmico e que a ação do homem é o principal agente transformador do meio, como expõe Araújo, Grigio e Pereira Neto (2019), surge a demanda por mecanismos para realizar análises multitemporais espaciais a fim de estudar à medida que estabelece estratégias efetivas de ações para políticas públicas baseadas nas demandas ambientais e sociais locais. Nesse sentido tem se criado e aperfeiçoados aparatos tecnológicos para obter tais análises, como a Cartografia Temática.

Tem-se utilizado amplamente o mapeamento de uso e cobertura das terras, para estudar os padrões de organização do espaço, possibilitando a observação das implicações resultantes do uso inadequado do solo (Rosa, 2001). Ao comparar o mapeamento em determinado intervalo de tempo pode-se analisar como a ocupação foi reconfigurada em relação aos seus usos.

Em vista disso, para refinar o estudo de uso e ocupação da área deve se empregar uma fonte de dados segura e com alto nível de detalhamento das classes. Por isso, considera-se viável utilizar os dados previamente processados disponibilizados no Projeto MapBiomas da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.

O mapeamento do uso e cobertura das terras resulta em um compilado de informações que torna viável a análise das mudanças ocorridas em uma região específica em um período de tempo determinado. Isto é, a partir do mapeamento

realiza-se a caracterização da dinâmica espaço-temporal do processo por meio do cruzamento digital das informações presentes nos planos cartográficos.

De acordo com Batistella *et al.* (2008), para o avaliar a situação recente de uma determinada área, os processos que influenciaram a essa situação e o impacto do desenvolvimento regional, é de grande auxílio o uso do monitoramento e do mapeamento do uso e cobertura das terras. Sendo que, os resultados gerados por tais técnicas podem contribuir como base para a elaboração e implantação de planos de ações no planejamento urbano regional, como o Plano Diretor e Planos de Contingência.

2.5 GEOTECNOLOGIAS

2.5.1 Geoprocessamento

O emprego de técnicas de geoprocessamento através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), constitui-se em uma ferramenta essenciais em aplicações ambientais que requerem integração e análise de dados espaciais em várias escalas. Visto que são eficazes na resolução de problemas relacionados à topologia de mapas e diversas projeções cartográficas (Mattikalli *et al.*, 1995), além de auxiliarem no planejamento do crescimento de áreas urbanas e contribui para orientar a tomada de decisões relacionadas à gestão e regulação do uso e cobertura do solo (Nascimento; Lima; Santos, 2009).

Tendo em vista que, para a elaboração do planejamento e gestão de recursos são necessários estudos precisos que abordam tanto a análise de uso e ocupação como morfométrica da área de interesse, são empregadas as Geotecnologias. Isto é, são conjuntos de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica (Rosa, 2011).

Segundo Júnior e Barbassa (2012), o Geoprocessamento é o processo de mapeamento da superfície terrestre com o objetivo de analisar suas características e manipular dados para gerar informações relevantes relacionadas à área de estudo. Exemplificando, para realizar esse mapeamento tem-se: os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), Sensoriamento Remoto por Satélites, Cartografia Digital, Sistema

de Posicionamento Global, Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia Clássica, dentre outros.

Amplamente utilizados, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são conjuntos de ferramentas para o tratamento de dados relacionados ao espaço geográfico (Rosa, 2011). A criação do SIGs, segundo Macedo, Mendes e Costa (2018), teve como finalidade desenvolver uma tecnologia para a gestão da informação por meio de entidades distribuídas geograficamente em grandes extensões territoriais.

Essas ferramentas permitem além do processamento e análise de dados espaciais, a realização de previsões sobre situações futuras por meio de modelos, que são simplificações da realidade. Os SIGs têm aplicações em uma variedade de áreas, como Gestão Municipal, Meio Ambiente, Agronegócios, serviços públicos de saneamento, energia elétrica, telecomunicações e na Educação.

Destaca-se que Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), prevê o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos como um dos seus instrumentos de gestão. Reconhecendo a importância dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), a Agência Nacional de Águas (ANA) está envolvida na modelagem de um sistema capaz de consolidar dados e fornecer informações aos gestores nacionais de recursos hídricos. Essas informações são essenciais para promover o uso sustentável da água, atendendo às diversas demandas dos usuários.

Para mapear uma área de estudo pode-se utilizar o Sensoriamento Remoto e o SIG, os quais são Geotecnologias, dessa maneira os dados gerados por tais ferramentas são usados em operações de Geoprocessamento. Por sua vez, alinhado ao refinamento de dados, o Geoprocessamento define-se como um compilado de técnicas computacionais que operam sobre bases de dados georreferenciados (SILVA, 1992).

2.5.2 Sensoriamento remoto

Visando mapear o uso e cobertura das terras emprega-se o Sensoriamento Remoto. Essa técnica permite uma avaliação e acompanhamento mais abrangente da conservação de áreas com vegetação natural e crescimento urbano, sendo é útil no planejamento e controle da ocupação do meio físico de forma organizada e eficiente (Campos *et al.*, 2010).

O Sensoriamento remoto é uma ferramenta que identifica, avalia e mensura, em escala multitemporal, a dinâmica de uso, ocupação e cobertura da terra. Os mapas gerados são obtidos a partir de imagens capturadas por satélites, os quais são sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas e orbitais (INPE, 2024). Por isso, além das técnicas de Sensoriamento Remoto e as de Geoprocessamento, é essencial que tenha um profissional tecnicamente habilitado para interpretar as imagens com base nos elementos interpretativos: tonalidade, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização.

De acordo com Parma (2007) nos estudos de bacias hidrográficas tem-se observado um crescente aumento no uso de dados de Sensoriamento Remoto. Pode-se mencionar os Modelos Digitais de Superfície (MDS) e os Modelos Digitais de Terreno (MDT), que oferecem suporte a diversas pesquisas ambientais, conforme evidenciam Gasparini *et al.* (2013) e Rocha Júnior *et al.* (2018). Ressalta-se que, enquanto os MDS são mapas empregados na geração de curvas de nível e ortofotos por representar altimetria dos elementos acima do solo, os MDT representam a topografia da área.

Os mapas produzidos a partir do Sensoriamento Remoto são empregados em estudos, planos de ação e processos de tomada de decisão por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG). A combinação do Sensoriamento Remoto com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) resulta em tecnologias eficazes para a classificação e monitoramento do uso e ocupação do solo. Essas ferramentas são amplamente utilizadas em estudos ambientais e em diversas outras áreas da ciência, proporcionando produtos relevantes que podem subsidiar o planejamento e a gestão do território (Duarte e Silva, 2019).

A partir dessas tecnologias, são produzidos modelos matemáticos que auxiliam a simular o comportamento sistêmico do ambiente. Esses modelos permitem uma análise globalizada e interativa dos elementos da paisagem, de forma a obter os dados morfométricos a partir de Modelos Digitais de Terreno. Isso possibilita a análise do espaço temporal dos processos geomorfológicos de forma mais completa e abrangente (Ferreira, Fonseca e Pereira, 2020).

Em resumo, pode-se empregar o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para obter a partir da classificação digital do uso e ocupação da terra informações otimizadas (Bezerra *et al.*, 2008).

2.6 ESTUDOS SIMILARES

No que tange ao planejamento urbano e gestão de recursos, é essencial acompanhar as alterações dentro dos limites da bacia hidrográfica de interesse, pois permite estabelecer relações entre as particularidades hídricas, o potencial produtivo do solo, a qualidade da água e o equilíbrio natural do ambiente com as atividades humanas que impactam o meio (Santos *et al.*, 2007). Nesse contexto, é requerido um levantamento detalhado das características ambientais e um conhecimento profundo das condições naturais do sistema para que não haja comprometimento da disponibilidade e a qualidade da água na região (Santos e Hernandez, 2013).

O monitoramento dessas mudanças pode abranger uma variedade de perspectivas (Fisch *et al.*, 2019; Neves *et al.*, 2020), incluindo estudos voltados para o planejamento dos recursos terrestres, conservação, análise de uso e ocupação, e morfométrica. Por exemplo, o conhecimento das características físicas permite o entendimento do ciclo hidrológico de uma bacia, e por consequência, possibilita estabelecer medidas preventivas para controle de enchentes, nas quais se identifiquem suscetibilidade (Fontes *et al.*, 2008).

Santos *et al.* (2012), analisaram a morfometria das sub-bacias hidrográficas Fojo e Perdizes, no município de Campos do Jordão, SP. Em seus resultados verificaram que em condições normais de precipitação, as sub-bacias são pouco suscetíveis a enchentes reforçando os índices de circularidade encontrado. Apesar das similaridades, no campo da conservação, a sub-bacia Fojo apresentou-se mais bem conservada, em virtude da área cobertura do tipo campo e uma área de floresta ser maior além área urbanizada ser menor, quando comparado a sub-bacia de Perdizes.

Ressalta-se que os levantamentos também são empregados na implantação de empreendimentos. Por exemplo, citando a análise técnica de Mota *et al.* (2013), que avaliou as alterações no uso e cobertura das terras ao longo do tempo na região do Baixo Acaraú devido a implantação do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú. O trabalho empregou a geotecnologia, SIG, pela qual foi elaborado o mapeamento de uso e cobertura das terras que descreveu as 16 classes de cobertura, sendo que a maior cobertura corresponde à classe vegetação mista, seguido da classe vegetação arbóreo-arbustiva e da classe carnaubal com vegetação riparia associada.

No caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio – GO, que é a principal fonte de abastecimento de água no município, Batista *et al.* (2017) analisaram as

características morfométricas e destacaram-se os valores baixos da Densidade da drenagem, Relação do relevo, entre outros, inferindo que a bacia que apresenta suscetibilidade média a enchentes por isso necessita de planejamento adequado para utilização das terras em atividades antrópicas.

O estudo de Pereira *et al.* (2021), analisou e quantificou, em escala multitemporal, a dinâmica de uso, ocupação e cobertura da terra da cidade de Caxias/MA com foco na zona Leste. Destacaram que, apesar da área de vegetação secundário abranger um maior espaço físico, é necessário realizar estudos mais recentes com a contribuição do sensoriamento remoto para monitoramento das diversas atividade de ocupação desenvolvidas na área.

Silva *et al.* (2021), através da análise morformétrica, comparou características lineares, zonais e hipsométricas de onze sub-bacias de contribuição do Ribeirão Ubá, da cidade de Ubá-MG. A partir dos comportamentos hidrológicos traçados inferiu-se que apresentam características morfológicas de alta suscetibilidade às inundações, sendo necessário estabelecer estratégias de mitigação de risco.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

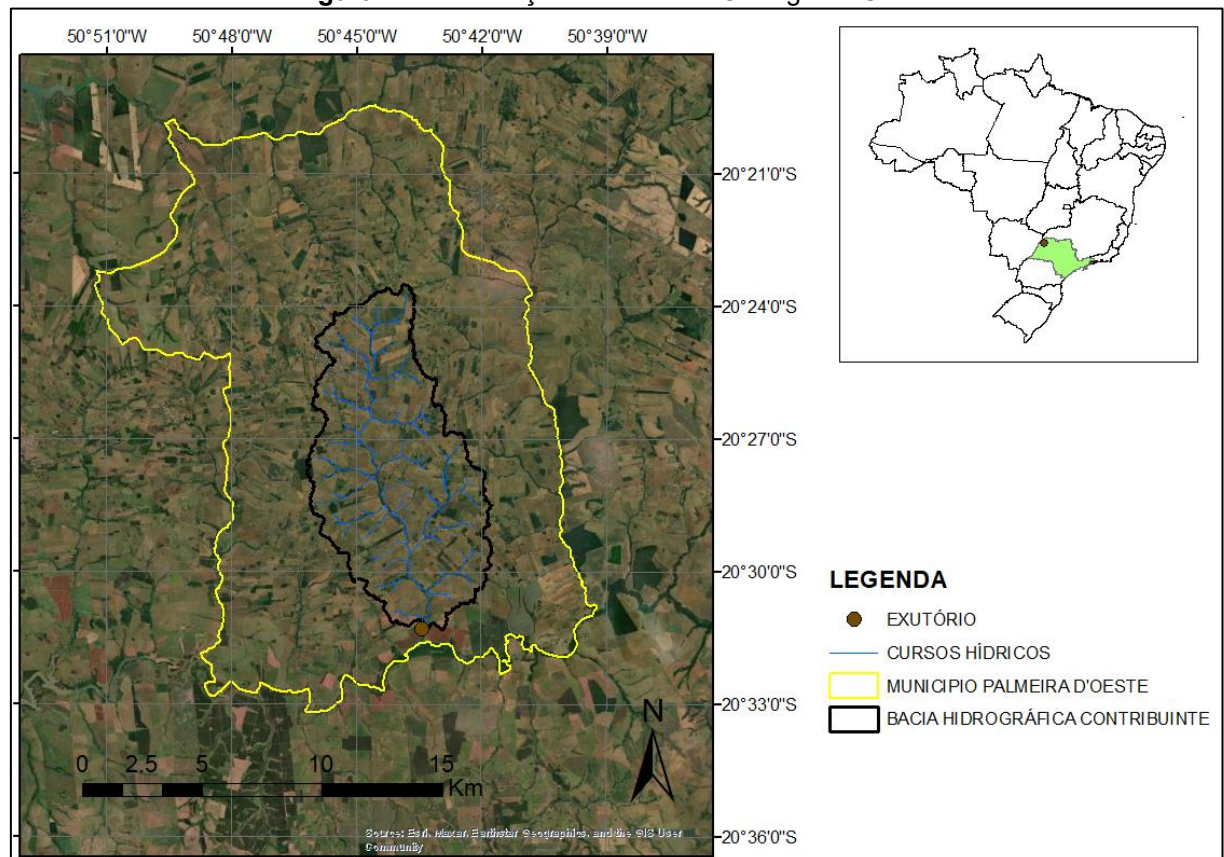
3.1 ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização e características socioeconômicas

Como área de estudo optou-se por analisar os parâmetros morfométricos assim como o uso e ocupação de uma microbacia hidrográfica do córrego pertencente ao município de Palmeira d'Oeste, o Córrego do Cervo, apresentado na **Figura 1**, tendo em vista que, ao longo de sua extensão é margeado por diversas propriedades rurais e pela proximidade com a zona urbana tanto do município como do distrito, Dalas-SP.

O município Palmeira d'Oeste situa-se no estado de São Paulo (**Figura 01**), sob as coordenadas de latitude $20^{\circ}24'59''$ S e longitude $50^{\circ}45'43''$ O, estando a uma altitude de 433 metros.

Figura 1 – Delimitação da bacia do Córrego do Cervo



Quanto as características socioeconômicas, de acordo com o censo realizado em 2022 pelo IBGE, a área territorial do município era de 318.740 quilômetros

quadrados. No que diz respeito ao número de habitantes, no censo de 2010 a população do município era 9.584 pessoas (IBGE, 2010), enquanto no Censo de 2022, o município possuía uma população estimada de 8.903 pessoas (IBGE, 2022). Portanto, houve uma redução no número de habitantes de 7,11%, quando comparado os períodos.

Em relação aos fatores que qualificam a qualidade de vida e os parâmetros socioeconômicos municipais, de acordo com uma pesquisa realizada em 2010 pelo IBGE, a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade era de 98,5%. Em relação ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), no ano de 2021, o IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental na rede pública era 6,2 e para os anos finais, de 5,5.

Conforme divulgado pelo Censo de 2022 do IBGE, 77,4% dos lares possuem esgotamento sanitário adequado, 99,1% dos lares urbanos localizam-se em áreas com arborização em vias públicas e 34,6% dos lares urbanos estão em regiões com urbanização adequada, o que inclui a presença de bueiros, calçadas, pavimentação e meio-fio.

Quanto ao trabalho e rendimento, sabe-se que em 2021, o salário médio mensal era de 1,9 salários mínimos, e o PIB per capita era de R\$ 23.443,85. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 14.2%. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, 27.3% da população enquadra-se nessas condições (IBGE, 2022).

Tendo em vista que apenas 2,26 km² do município de Palmeira d'Oeste é área urbanizada (IBGE, 2022), tem-se uma vasta área de zona rural, na qual tem-se intensa pecuária e produção agrícola, conforme apresenta as **Tabela 1**, **Tabela 2** e **Tabela 3**.

Tabela 1– Pecuária de Palmeira d'Oeste entre 2005 e 2022

PECUÁRIA	2005 ¹	2010 ²	2015 ³	2020 ⁴	2022 ⁵
Bovino [cabeças]	40673	40326	44135	51090	49910
Caprinos [cabeças]	28	32	17	114	102
Equinos [cabeças]	996	798	786	618	544
Galináceo [cabeças]	18200	15082	13353	12.673	11.616
Mel da abelha [quilograma]	3250	2000	1214	1200	500
Ovinos [cabeças]	810	1000	1017	676	712
Suínos [cabeças]	3200	2420	2395	2310	2.133

¹ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2005; Rio de Janeiro: IBGE, 2006

² IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2010; Rio de Janeiro: IBGE, 2011

³ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2015; Rio de Janeiro: IBGE, 2016

⁴ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2020; Rio de Janeiro: IBGE, 2021

⁵ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2022; Rio de Janeiro: IBGE, 2023

Fonte: Adaptado de IBGE (2006 – 2023).

Tabela 2– Produção Lavoura Permanente de Palmeira d'Oeste entre 2005 e 2022

PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LAVOURA PERMANENTE		2005 ¹	2010 ²	2015 ³	2020 ⁴	2022 ⁵
Laranja	Quantidade produzida [tonelada]	25710	31750	21666	12070	7344
	Área destinada a colheita [ha]	1186	1270	628	355	216
Limão	Quantidade produzida [tonelada]	7600	25000	24984	24072	30856
	Área destinada a colheita [ha]	800	515	654	708	812
Uva	Quantidade produzida [tonelada]	5400	8225	9686	8961	8961
	Área destinada a colheita [ha]	180	235	334	309	309
Banana	Quantidade produzida [tonelada]	1300	2210	2000	4720	1000
	Área destinada a colheita [ha]	100	170	200	472	100
Borracha	Quantidade produzida [tonelada]	60	110	133	186	1152
	Área destinada a colheita [ha]	32	38	47	60	360
Café	Quantidade produzida [tonelada]	600	50	-	-	-
	Área destinada a colheita [ha]	500	105	-	-	-

¹ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2005; Rio de Janeiro: IBGE, 2006

² IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2010; Rio de Janeiro: IBGE, 2011

³ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2015; Rio de Janeiro: IBGE, 2016

⁴ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2020; Rio de Janeiro: IBGE, 2021

⁵ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2022; Rio de Janeiro: IBGE, 2023

Fonte: Adaptado de IBGE (2006 – 2023).

Tabela 3– Produção de Lavoura Temporária de Palmeira d'Oeste entre 2005 e 2022

PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LAVOURA TEMPORÁRIA		2005 ¹	2010 ²	2015 ³	2020 ⁴	2022 ⁵
Arroz	Quantidade produzida [tonelada]	-	9	-	-	-
	Área destinada a colheita [ha]	-	8	-	-	-
Mandioca	Quantidade produzida [tonelada]	431	45	400	400	403
	Área destinada a colheita [ha]	44	5	25	25	25
Milho	Quantidade produzida [tonelada]	189	448	300	147	83
	Área destinada a colheita [ha]	100	160	100	30	20
Soja	Quantidade produzida [tonelada]	84	-	-	-	-
	Área destinada a colheita [ha]	60	-	-	-	-
Sorgo	Quantidade produzida [tonelada]	-	24	-	-	-
	Área destinada a colheita [ha]	-	10	-	-	-
Algodão	Quantidade produzida [tonelada]	263	-	-	-	-
	Área destinada a colheita [ha]	250	-	-	-	-
Cana de Açúcar	Quantidade produzida [tonelada]	-	19200	37030	64000	42400
	Área destinada a colheita [ha]	-	320	529	800	530

¹ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2005; Rio de Janeiro: IBGE, 2006

² IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2010; Rio de Janeiro: IBGE, 2011

³ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2015; Rio de Janeiro: IBGE, 2016

⁴ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2020; Rio de Janeiro: IBGE, 2021

⁵ IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2022; Rio de Janeiro: IBGE, 2023

Fonte: Adaptado de IBGE (2006 – 2023).

Quanto a pecuária, verificou-se a predominância de bovinos e galináceos, sendo que essas atividades pecuárias implicam em pastagem. Analisando a lavoura permanente conclui-se que os principais manejos são de laranja e limão. Por sua vez, na lavoura temporária, observou-se a partir de 2010 a produção significativa de cana de açúcar.

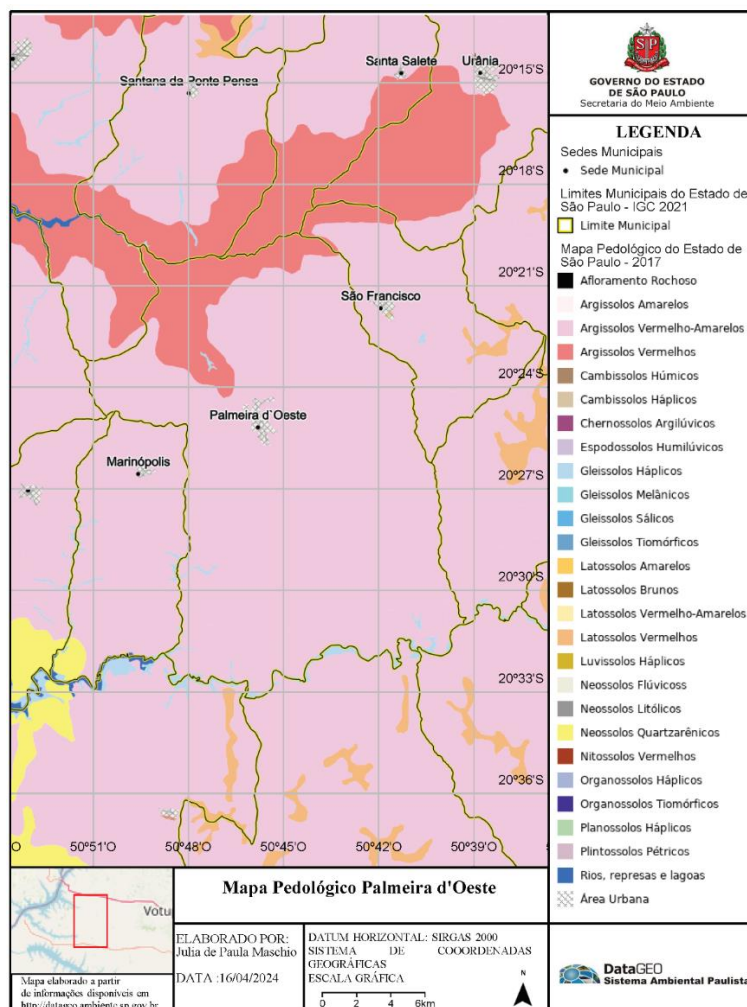
3.1.2 Características físicas

Ao analisar o meio ambiente na região, de acordo com o IBGE (2019), verifica-se que o município está no bioma da Mata Atlântica. Dentre os recursos hídricos presentes na região, destaca-se que o Córrego do Cervo desagua no Rio São José dos Dourados.

Citando a classificação dos climas do Estado de São Paulo pelo sistema de Köppen, o qual tem como base os dados agrometeorológicos de 427 localidades, o município estudado tem o clima “Aw”. Sendo esse clima tropical chuvoso, com chuvas mensais de até 260 mm, e o inverno seco com temperatura média de 18° C, com precipitação média variando de varia de 0 mm/mês até 40 mm/mês (Rolin *et al.*, 2007).

No âmbito da classificação do solo da região, em conformidade com o mapeamento pedológico do Estado de São Paulo elaborado pelo Instituto Ambiental, verifica-se a abrangência dos solos Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos como apresenta **Figura 2**.

Figura 2 – Mapa Pedológico de Palmeira d'Oeste



Fonte: Adaptado de DataGeo Sistema Ambiental Paulista (2024)

Os Argissolos Vermelhos apresentam uma coloração avermelhada devido aos teores mais elevados e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material original. Uma limitação desses solos é a fertilidade natural muito variável devido à diversidade de materiais de origem. Além disso, eles geralmente ocorrem em áreas de relevo ondulado, o que pode dificultar a produção devido aos declives. (Santos *et al.*, 2021).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) possuem um horizonte de acumulação de argila com coloração vermelho-amarelada devido à presença da

mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. Apresentam também uma fertilidade natural baixa a muito baixa, com uma reação fortemente ácida e argilas de atividade baixa, o que requer adubação e calagem. No entanto, são predominantemente utilizados para o cultivo de cana-de-açúcar, fruticultura (jaca, manga, banana, sapoti, citros, coco, acerola), algumas pastagens plantadas (capins braquiária, pangola e elefante) e para o cultivo da mandioca. (Silva e Neto, 2021).

De acordo com Sartori *et al.* (2005), os argilosos possuem uma textura média ou arenosa na superfície e são, em sua maioria, solos profundos a muito profundos. Destaca-se a baixa taxa de infiltração e pela pouca resistência e tolerância à erosão.

3.1.3 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)

O Rio São José dos Dourados teve seu comitê instituído em 7 de agosto de 1997, sendo nomeado como Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (CBH-SJD). Trata-se de um órgão colegiado regional de caráter consultivo, deliberativo e fiscalizador do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH), com atuação na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio São José dos Dourados (UGRHI-18), definida pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH).

De acordo com a divisão hidrográfica do Brasil, a área hidrográfica da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraná. A bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados abrange 25 municípios dentro de sua área sede, incluindo Aparecida d'Oeste, Auriflama, Dirce Reis, Floreal, General Salgado, Guzolândia, Ilha Solteira, Jales, Marinópolis, Monte Aprazível, Neves Paulista, Nhandeara, Nova Canaã Paulista, Palmeira d'Oeste, Pontalinda, Rubinéia, Santa Fé do Sul, Santa Salete, Santana da Ponte Pensa, São Francisco, São João das Duas Pontes, São João de Iracema, Sebastianópolis do Sul, Suzanópolis e Três Fronteiras. Destes, 11 possuem seus territórios totalmente incluídos na bacia, enquanto os outros 14 têm áreas que se estendem também para outras Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) vizinhas como ilustra a **Figura 3**.

resultados são previamente processados pela *Alaska Satellite Facility* (ASF, 2023), oferecendo imagens com resolução espacial de 12,5 metros no formato *Geotiff*. Ressalta-se que mesmo sendo um levantamento realizado entre os anos de 2006 e 2011, a microbacia hidrográfica Córrego do Cervo é majoritariamente margeado pela zona rural, a qual apresenta poucas alterações ao decorrer do tempo de forma que não compromete o rigor técnico do produto final.

- Preenchimento de Falhas

Como pode haver pequenas imperfeição, isto é, vazios, em decorrência da má interpretação do relevo pelo radar utiliza-se a ferramenta “*Fill*”, a qual irá “preenchimento os vazios”. De forma que, a ferramenta preenche coletores e picos em um novo arquivo *raster* (ESRI, 2023).

- Direção do Fluxo

Para determinar a direção do escoamento vertentes e visualizar o relevo, emprega-se a ferramenta “*Flow Direction*” no *raster* criado anteriormente. Então, é gerado um novo *raster* com os valores da declividade armazenados ao logo da direção do fluxo (ESRI, 2023), de maneira que é observado a inclinação do relevo e a tendência de escoamento na rede de drenagem.

- Fluxo Acumulado

Na sequência, aplica-se a ferramenta “*Flow Accumulation*” para gerar um novo *raster* com as informações do fluxo acumulado em cada célula para verificar quais são as áreas de captação e os pontos de junção dos corpos hídricos (ESRI, 2023).

- Ordem dos Rios – Condição

Então, como foi gerado um *raster* contendo a tendência do escoamento, pontos de captação e confluência, é possível estratificar os contribuintes da rede de drenagem.

Nesse sentido foi aplicado método proposto por Strahler (1957), o qual identifica e classifica os tipos de fluxos com base no número de tributários.

No *software*, foram empregadas as ferramentas “*stream order*”, “*con*” e “*stream to feature*” para traçar a rede com a ordem desejada pelo operador (ESRI, 2023). No caso, como condição utilizou-se o critério “*value>5*” visando contemplar apenas rios

de ordem 6 e acima no traçado da rede, tendo em vista que a delimitação de bacia automática do SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020) superestima a ordem quando comparado a delimitação manual.

- Delimitação da Bacia

Com o exultório já definido, a ferramenta “*Watershed*” delimita a bacia a montante desse ponto ao traçar zonas similares, por meio do fatiamento dos vetores das feições de drenagem e relevo, utilizando os *rasters* produzidos nos processos anteriores (ESRI, 2023). Em conclusão, após a ferramenta “*Watershed*” utiliza-se o comando “*Raster to Features*” para a transformação da bacia em polígono.

3.2.2 Parâmetros Morfométricos

Mediante a delimitação da bacia no software ArcGIS 2018 (ESRI, 2020), foram obtidas as dimensões da bacia, como área total, perímetro, raio, comprimento do talvegue principal, e comprimento dos afluentes, e cotas de nascente e exultório. Na sequência, calculou-se os seguintes parâmetros morfométricos apresentados no **Quadro 1**.

Quadro 1 – Parâmetros Morfométricos analisados

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
Coeficiente de Compacidade (K_c)	Coeficiente adimensional resultante do produto entre perímetro e área da bacia. • $1,00 < K_c < 1,25$ – bacia possui alta tendência a enchentes; • $1,25 < K_c < 1,50$ – bacia possui tendência mediana a enchentes; • $K_c > 1,50$ – bacia não é sujeita a esse enchentes.	$K_c = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$
Fator Forma (K_f)	Coeficiente relaciona a área de drenagem e o comprimento da bacia. • $0,75 < K_f < 1,00$ – bacia possui alta tendência a enchentes; • $0,5 < K_f < 0,75$ – bacia possui tendência mediana a enchentes; • $K_f < 0,5$ – bacia não é sujeita a esse enchentes.	$K_f = \frac{A}{L^2}$
Índice de Circularidade (I_c)	Coeficiente indica a tendência a circularidade de uma bacia a partir da	$I_c = 12,57 * \frac{A}{P^2}$

	relação entre a área de drenagem e o perímetro. • $I_c = 0,51$ – escoamento moderado e pequena probabilidade de cheias rápidas; • $I_c > 0,51$ – bacia circular, tendência a inundação; • $I_c < 0,51$ – bacia alongada favorecendo o escoamento.	
Índice de Sinuosidade (I_s)	Coeficiente obtido pela relação do comprimento verdadeiro do canal com a distância vetorial entre os dois pontos extremos do canal principal • $I_s < 1,00$ – indica canal retilíneo; • $I_s > 2,00$ indica canal sinuoso (Freitas, 1952)	$I_s = \frac{L}{L_v}$
Densidade de Drenagem (D_d)	Coeficiente resultante do comprimento total dos rios e a área da bacia. Em suma, quanto maior o índice tem-se menos áreas de infiltração.	$D_d = \frac{L_t}{A}$

Fonte: Villela e Matos 1975; Lima et al. 2013; Cardoso et al., 2006. Adaptado pela autora (2024).

3.2.3 Perfil Longitudinal

Visando correlacionar os parâmetros com as especificidades de altitude do relevo, foi gerado através do software ArcGIS 2018 (ESRI, 2020), o perfil longitudinal do canal principal. Sendo que o perfil longitudinal do canal principal é representação gráfica que conecta as altitudes do leito de um rio ao longo de todo o seu trajeto, desde a nascente até a foz, sendo nesse caso o exultório da microbacia.

Para a obtenção do perfil, utilizou-se a camada dos cursos hídricos obtida anteriormente. O procedimento emprego foi usar a ferramenta “*interpolate line*” para traçar manualmente o canal principal, e na sequência “*profile graph*” para gerar o gráfico do perfil longitudinal.

3.2.4 Declividade do terreno

Por fim, para verificar o comportamento dos desníveis do terreno foi elaborado o mapa da declividade para a área da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo. Para tal foi utilizado o MDT proveniente do ALOS PALSAR no software ArcGIS 2018 (ESRI, 2020). Aplicou-se a ferramenta “*slope*” por meio da qual representa a taxa de alteração da elevação de cada célula no modelo de elevação digital, sendo que foi

escolhido a representação em porcentagem. Sendo que, para análise do resultado da declividade média empregou-se as classes de susceptibilidade a erosão conforme metodologia indicada pela Embrapa (Embrapa, 2018) visto **Quadro 2**.

Quadro 2 – Classes de declividade EMBRAPA

CLASSIFICAÇÃO	VARIAÇÃO
Plano	0% a 3%
Suave ondulado	3% a 8%
Ondulado	8% a 20%
Forte ondulado	20% a 45%
Montanhoso	45% a 75%
Escarpado	Superiores a 75%

Fonte: Embrapa (2018)

3.3 ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO

3.3.1 MapBiomias

Os dados necessários para realizar a análise de uso e ocupação do solo foram obtidos, no campo da cartografia, a partir de produtos do sensoriamento remoto. Nesse sentido, as técnicas de geoprocessamento são altamente efetivas na integração e planejamento de dados, possibilitando a coleta e análise de informações temáticas e fornecendo suporte ao planejamento agrícola e ambiental (Valério Filho, 1994).

Por meio das camadas disponíveis na Coleção 8 do MapBiomias foram elaborados mapas de uso e ocupação da cobertura das terras para o município de Palmeira d'Oeste. Ressalta-se que é necessário reestabelecer a escala de tratamento dos dados e, para tal, foi feito o processamento das imagens através da reclassificação dos códigos da legenda para os valores de pixel por meio do SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020). Prosseguindo a atividade, as imagens passam por recorte e interpretação de forma a iniciar o mapeamento do uso e cobertura das terras.

Ao fim da análise, discute-se quais foram as alterações e reconfigurações em relação aos usos e ocupação da área de interesse visando compreender a realidade multitemporal da região.

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação foi utilizado os dados do Projeto MapBiomias – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da

Terra do Brasil para o período de 1985 a 2022. Destaca-se que o MapBiomass é uma rede colaborativa, formada por ONGs, universidades e startups de tecnologia.

Para o download das imagens, em formato *tiff*, limitadas apenas para a área de estudo foi utilizado a ferramenta *Google Earth Engine* (GEE), pois exporta tanto o mapa como a estatística de área para o município e períodos selecionados. Destaca-se que os anos escolhidos para análise foram 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022.

3.3.2 Reclassificação das classes – ArcGis

Posteriormente o download das imagens no formato *tiff*, estas foram importadas para o SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020) com a finalidade de reclassificar os códigos da legenda. Empregou-se a ferramenta “*reclassify*” para reclassificar os valores no raster, de modo que fossem distribuídos valores das classes da Coleção 08 em novas classes para agrupá-las de acordo com o objetivo do estudo, conforme é apresentado na **Tabela 4**. As cores atribuídas as classes foram em conformidade ao código Hexadecimal apresentado na legenda para os valores de pixel na Coleção 8 do Projeto MapBiomass.

Como as imagens eram um conjunto de dados raster, utilizou-se a ferramenta “*Raster to polygon*” para converter o *raster* em recursos poligonais para obter os dados de área por classe.

Contudo as informações apresentadas na Tabela de Atributos estavam dispersas. Então, para simplificar a apresentação usou a ferramenta “*dissolve*” para agrupar as informações de uma mesma classe.

Por fim, foi realizada a quantificação da área de cada classe com objetivo de comparar o uso e ocupação do solo ao decorrer do período analisado e assim discutir modificações observadas.

Tabela 4 - Agrupamento das classes na reclassificação

COLEÇÃO 8 - ID	COLEÇÃO 8 - CLASSES	RECLASSIFICAÇÃO - ID	RECLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES	COR - CÓDIGO HEXADECIMAL
1	Floresta	1	Floresta	#32a65e
3	Formação Florestal			
4	Formação Savânica			
5	Mangue			
6	Floresta Alagável			
49	Restinga Arbórea	2	Formação natural não florestal	#ad975a
10	Formação Natural não Florestal			
11	Campo Alagado e Área Pantanosa			
12	Formação Campestre			
13	Outras formações não Florestais			
29	Afloramento Rochoso			
32	Apicum	3	Pastagem	#edde8e
15	Pastagem			
39	Soja	4	Soja	#f5b3c8
20	Cana	5	Cana de Açúcar	#db7093
62	Algodão	6	Algodão	#ff69b4
18	Agricultura	7	Outras lavouras temporárias	#e6ccff
40	Arroz			
41	Outras lavouras temporárias			
46	Café	8	Café	#d68fe2
47	Citrus	9	Citrus	#9932cc
35	Dendê	10	Outras lavouras perenes	#e6ccff
48	Outras lavouras Perenes			
21	Mosaico de Usos	11	Mosaico de pastagem e agricultura	#ffefc3
24	Área Urbanizada	12	Área urbana	#d4271e
23	Praia, Duna e Areal	13	Área não vegetada	#db4d4f
25	Outras áreas não vegetadas			
30	Mineração			
26	Corpo D'água	14	Corpo d'água	#0000FF
31	Aquicultura			
33	Rio, Lago e Oceano			

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Após empregar o mesmo procedimento para a elaboração dos mapas de uso e ocupação da microbacia do Córrego do Cervo referentes aos anos 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022, foi identificada, quantificada e interpretada a área de cada classe assim como o quanto esse valor representa em relação a área total do município.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA FUNDIÁRIA

Na sequência, visando analisar como a zona rural do município é organizada foi realizado a caracterização da estrutura fundiária. Para tal análise foram empregados dados do censo agropecuário de 2020 e levantamentos por município disponibilizados na plataforma digital do Projeto de Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA) efetuados pela

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), ambos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) do estado de São Paulo, nos períodos de 1995/96, 2007/08 e 2016/17, (SAA - LUPA, 1996, 2017).

Mediante o *download* do *shapefile* no Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo (SICAR) disponibilizadas em 04 de junho de 2024 do perímetro dos imóveis rurais no estado de São Paulo, foi importado no SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020). Então para visualizar apenas os imóveis abrangidos no município de Palmeira d' Oeste, utilizou-se a ferramenta "*clip*" (recortar) para essa delimitação.

A fim de afunilar a análise para diferenciar as propriedades em função das dimensões, foi feita a classificação por módulo fiscal. Visto que o módulo fiscal é um dos Índices Básicos Cadastrais empregados pelo Incra para estabelecer parâmetros de caracterização e classificação de imóveis rurais em virtude da dimensão e disposição regional por município.

A classificação em relação ao tamanho da área é preconizada pela Lei Federal nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 (BRASIL, 1993), alterada pela Lei Federal nº 13.465, de 11 de julho de 2017 (BRASIL, 2017), a qual estabelece os seguintes critérios:

- Minifúndio representa o imóvel rural com área menor que a Fração Mínima de Parcelamento;
- Pequena propriedade se aplica a áreas que variam entre Fração Mínima de Parcelamento e 4 módulos fiscais;
- Média propriedade compreende áreas maior que 4 e até 15 módulos fiscais;
- Grande Propriedade são os imóveis rurais com área superior a 15 módulos fiscais.

Então foi realizada a consulta do valor do módulo fiscal para o município de Palmeira d'Oeste por meio da consulta de Índices Básicos na Plataforma de Governança Territorial e foram agrupadas as propriedades em função das suas classificações por dimensão. Os resultados foram tabulados e comparou-se a variação na série histórica.

Posteriormente, para realizar uma análise visual de como é o uso e ocupação dos imóveis, no SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020) foi feita a sobreposição dos perímetros dos imóveis rurais no mapa de uso e ocupação para o ano de 2022.

Como conclusão, as informações extraídas foram de uso e ocupação do solo nas áreas das unidades de produção agropecuária (UPAs) bem como a estrutura agrária no município nos anos 1995/96, 2007/08 e 2016/17.

3.5 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Dentre as estratégias para preservação dos recursos hídricos tem-se a delimitação da extensão de uma área de proteção no entorno da calha dos rios e a nascente, sendo essa área denominada como Área de Preservação Permanente (APP). A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece que a Área de Preservação Permanente é uma região protegida, independentemente de possuir vegetação nativa, com o objetivo ambiental de conservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, promover o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Então, foram delimitadas essas áreas na microbacia do Córrego do Cervo afim de avaliar seu uso e ocupação.

Conforme determina a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, para o caso de cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura a Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, devem se estender em 30 (trinta) metros em cada margem da calha do curso d'água. Enquanto as áreas no entorno das nascentes, qualquer que seja sua situação topográfica, serão consideradas no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (Brasil, 2012).

Como o Córrego do Cervo se enquadra como curso d'água com menos de 10 (dez) metros de largura, no SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020) foi gerado uma *buffer* de 30 metros em cada margem dos cursos d'água na camada gerada durante a delimitação da bacia, na sequência gerou-se outra *buffer* de raio de 50 metros para as nascentes. Para avaliar as áreas ao longo de todos os cursos em conjunto, empregou-se a ferramenta "*merge*" para unir as buffers, e na sequência, para eliminar as áreas sobrepostas, utilizou-se a ferramenta "*dissolve*".

Neste seguimento, para analisar o uso e ocupação das áreas de preservação permanente nos anos de 1985 e 2022, utilizou-se as camadas geradas anteriormente a partir dos dados do Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Foi utilizado a ferramenta "*clip*" para delimitar as

classes de uso e ocupação contempladas nas APPs. Por fim, os dados de área ocupada por cada classe de uso e ocupação foram tabelados e interpretados.

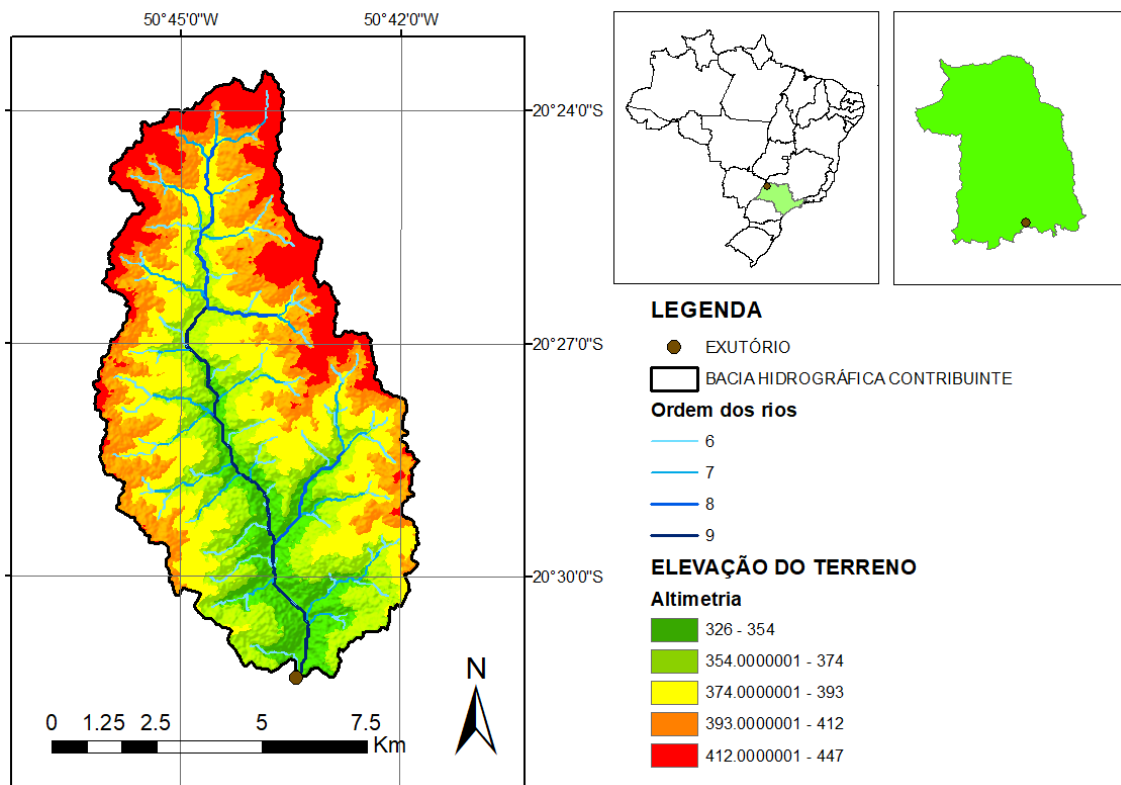
4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

4.1.1 Elevação do terreno e declividade

Verifica-se a localização da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo tanto em relação ao limite administrativo do município de Palmeira d'Oeste, como em relação ao limite administrativo federal (**Figura 4**). Na representação da microbacia estão evidenciados os cursos hídricos que compõe o Córrego do Cervo e a elevação altimétrica do terreno.

Figura 4 – Mapa da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo



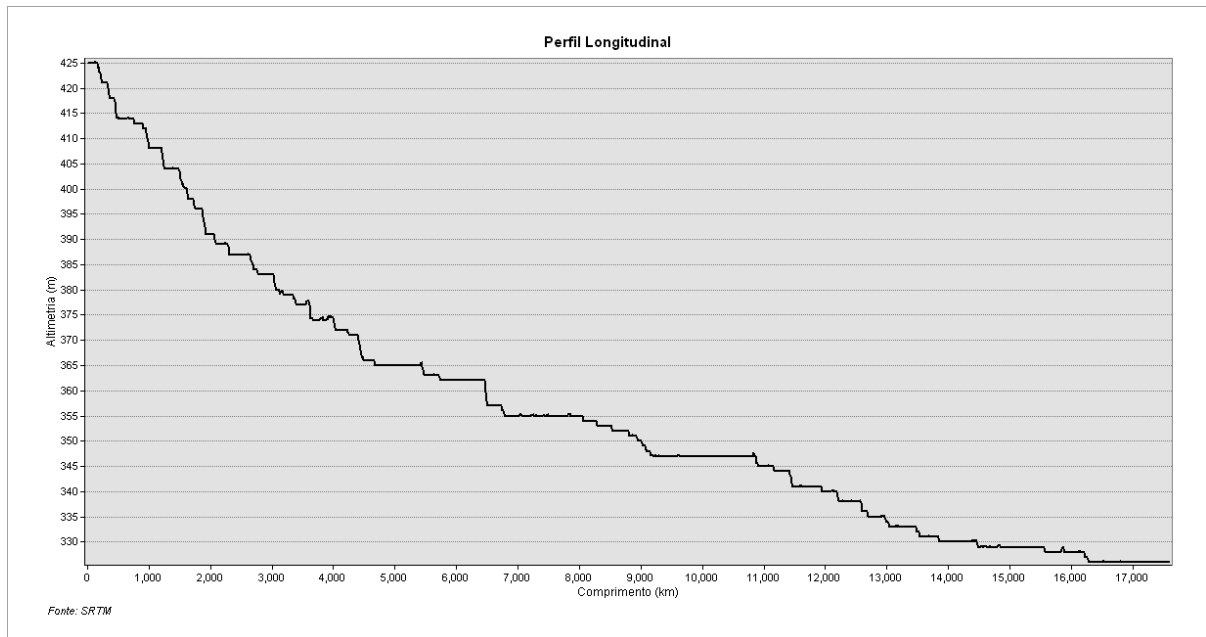
Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

A elevação do terreno foi apresentada em intervalos de aproximadamente 20 metros, em um intervalo de 326 a 447 metros acima do nível do mar. A cota mais baixa é nas proximidades do exutório, sendo que o Córrego deságua no Rio São José dos Dourados.

Na sequência, foi estudado o perfil longitudinal do canal principal como ilustra a **Figura 5**. Por meio do gráfico, nota-se que o perfil tem o comprimento de

aproximadamente 17,59 km, estando na cota altimétrica de 425 metros acima do nível do mar e a sua foz está a 326 metros acima do nível do mar. Sendo que a nascente está localizada em uma cota topográfica elevada de forma a possibilitar sua distribuição por gravidade

Figura 5 – Representação gráfica do perfil longitudinal do canal principal



Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Faz-se necessário avaliar a declividade em face ao risco de erosão e assoreamento. De acordo com Medeiros *et al.* (2017), há uma tendência a erosão em casos com maiores inclinações do terreno, pois em função da inclinação a velocidade de escoamento da precipitação será maior e, consequentemente, a água ganhará cada vez mais força para desagregar o solo carregando-o a jusante.

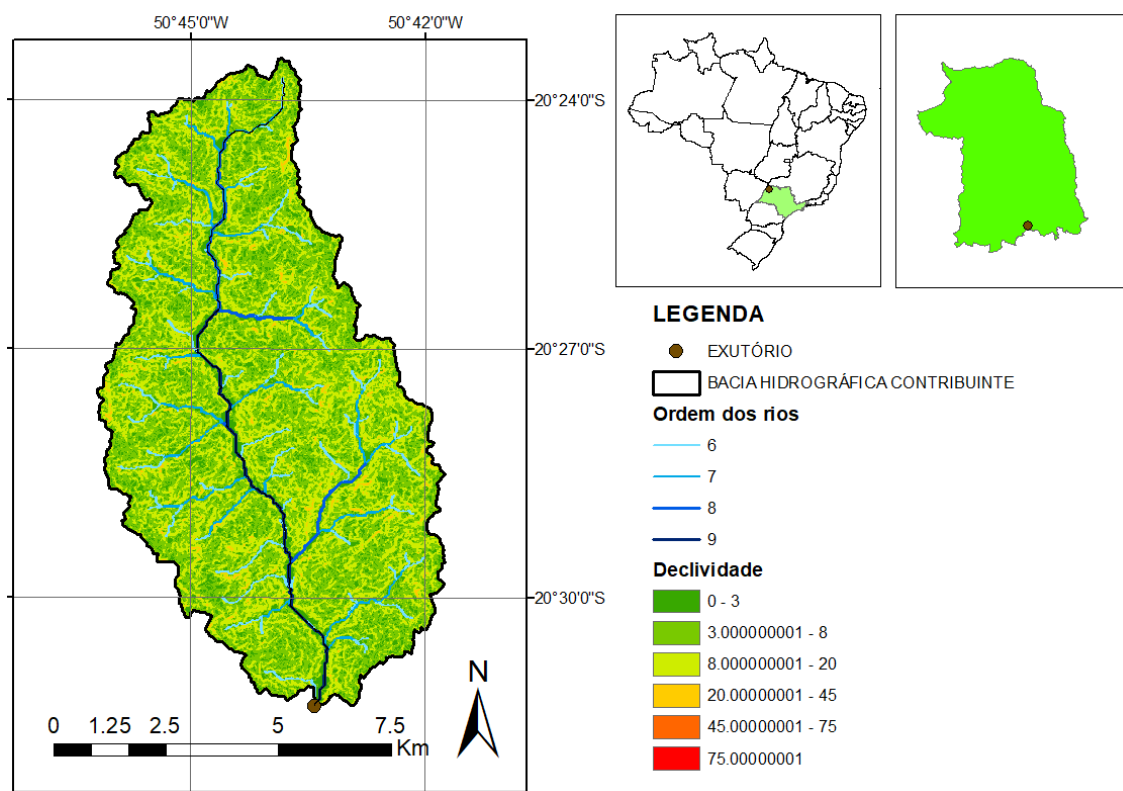
Ao analisar o perfil longitudinal do canal principal do Córrego do Cervo, entende-se que a variação da declividade entre a nascente e a foz é de aproximadamente 100 metros e não há alterações abruptas na declividade, sendo baixa na maioria do seu curso, caracterizando o perfil como relativamente plano.

Vale ressaltar que as áreas com menor diferença de nível, são pontos de atenção pela tendência ao acúmulo. Na representação gráfica verifica-se essas áreas nos trechos, aproximadamente: 4,5 a 5,5 km, 5,9 a 6,6 km, 7 a 8 km, e 9 a 11 km. Ainda que essas localidades não sejam ocupadas pela zona urbana, o que impactaria na permeabilização do solo, trata-se de uso e ocupação por agricultura e pastagem,

que, em decorrência de acúmulo de matéria orgânica e pisoteamento por bovinos contribui para a diminuição das taxas de infiltração no solo. Tomando como base que o solo predominante é Argilossolo Vermelho-amarelo, segundo Sartori *et al.* (2005), esse solo é caracterizado pela baixa taxa de infiltração e pela pouca tolerância à erosão. Portanto há possibilidade do uso e ocupação estarem aumentando as vulnerabilidades naturais do solo, de maneira que são áreas que devem ser monitoradas.

Por fim, para avaliar as características do relevo e as classes de declividade que predominam na microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo foi elaborado o mapa de declividade da **Figura 6**

Figura 6 – Mapa de declividade da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo



Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

De acordo com os dados obtidos no SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020), declividade média do terreno é de aproximadamente 7,267%. Ao comparar o valor encontrado com as classificações da Embrapa, conclui-se que, por se enquadrar no intervalo de 3 a 8% trata-se de um relevo suavemente ondulado, isto é, superfície de topografia pouco movimentada apresentando declives suaves (Embrapa, 2018). Reforça-se que

as declividades mais altas foram verificadas no entorno das calhas dos cursos hídricos que compõe a microbacia do Córrego do Cervo.

Inclusive, em um estudo semelhante de caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel-PR, a declividade média obtida foi de 5%, concluindo-se que não possui valor acentuado, contudo é passível a ação de processos erosivos (Santos et al., 2012).

4.1.2 Parâmetro Morfométricos

A partir da delimitação da bacia foi possível extrair os índices físicos e morfométricos, os quais estão expostos na **Tabela 5**.

Tabela 5 – Parâmetros morfométricos a serem analisados

PARÂMETROS	RESULTADO	SUSCETIBILIDADE NATURAL A ENCHENTES E INUNDAÇÕES
Área de drenagem (A)	70.926 Km ²	N/A
Perímetro (P)	47.489 Km	N/A
Raio da bacia (r)	4.751 Km	N/A
Comprimento do talvegue principal (L)	17.592 Km	N/A
Distância vetorial do talvegue principal (L _v)	14.033	N/A
Comprimento total dos cursos d'água (L _t)	142.329 Km	N/A
Cota da Nascente	425.000 m	N/A
Cota do Exutório	326.000 m	N/A
Ordem da Bacia	9 ^a	N/A
Desnível do Talvegue Principal	99.000 m	N/A
Declividade média do talvegue principal	0.006 m/m	N/A
Coefficiente de Compacidade (K _c)	1.579	
Fator Forma (K _f)	0.229	
Índice de Circularidade (I _c)	0.395	
Índice de Sinuosidade (I _s)	1.254	
Densidade de Drenagem (D _d)	2.007 Km/Km ²	

	Suscetibilidade baixa
	Suscetibilidade moderada
	Suscetibilidade alta

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Conforme apresentado, o coeficiente de compacidade (K_c) encontrado foi 1,579. Sabendo que, coeficiente de compacidade possibilita a indicação de maior ou menor ocorrência de cheias à medida que se aproxima ou afasta da unidade, respectivamente, sendo que quando igual à unidade corresponde a uma bacia circular e com tendência a inundação (Villela e Mattos, 1975). Portanto, a microbacia do

Córrego do Cervo trata-se de uma bacia alongada e com baixa suscetibilidade a enchentes.

O fator forma (K_f) qual indica a tendência para enchentes de uma bacia, de maneira que quanto mais baixo for o coeficiente menos sujeito a enchente se comparada a outra bacia de mesmo tamanho, mas com maior fator forma. Como o valor do parâmetro encontrado é 0,141, indica uma bacia pouco sujeita a enchentes estando em concordância com o Coeficiente de Compacidade encontrado. Fazendo um paralelo com o fator forma de 0,46 para Microbacia do Ribeirão Pitanguerias, avaliado em Oliveira et al. (2022), no qual conclui-se que a Microbacia possuía baixa propensão a enchentes.

O índice de circularidade (I_c) tem como objetivo comparar a forma da bacia em relação à de um círculo, considerado como a expansão areal mais bem relacionada com o escoamento fluvial (Christofolletti, 1970). Por isso, quanto mais próximo do valor unitário, maior a circularidade por consequência é mais vulnerável a inundações. Pelo resultado de 0,395, entende-se que se trata de uma bacia alongada e com baixa tendência a enchente por favorecer o escoamento, estando em concordância os valores discutidos anteriormente.

Por sua vez, o índice de sinuosidade (I_s) dos canais está relacionado à velocidade do escoamento nos canais de drenagem e, em síntese, sua relação com o solo em produzir erosão. Segundo Freitas (1950), adota-se para canais retilíneos valores menores que 1 (um), enquanto para canais sinuosos tem-se valores maiores que 2 (dois), e os valores intermediários indicam formas transitórias. Interpretando o índice obtido de 1,601, entende-se que o canal está em forma transitória. Valores semelhantes foram encontrados em Santos et al. (2012), sendo 1,33 para Perdizes e 1,43 para Fojo, então inferiu-se que os canais de drenagem destas sub-bacias não têm forma retilínea nem sinuosa, isto é, os canais têm uma forma transitória.

Conceitualmente, a densidade de drenagem (D_d) fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia. De acordo com Villela e Matos (1975), o índice tem uma variação de 0,5 km/km² para bacias com drenagem pobre à valores maiores ou iguais a 3,5 km/km² para bacias com alta tendência a drenagem. No caso em análise, como a densidade de drenagem resultante é 2,007 km/km², conclui-se que se trata de uma bacia com tendência mediana de escoamento superficial.

Além dos resultados numéricos, determinou-se também que o talvegue principal, ou seja, o curso hídrico de maior ordem é um rio de 9ª ordem. Vale ressaltar

que a metodologia empregada foi a delimitação de bacia automática do ArcGis, de modo que influência na obtenção de ordens de rios maiores do que comparado ao método de delimitação manual.

4.2 ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO

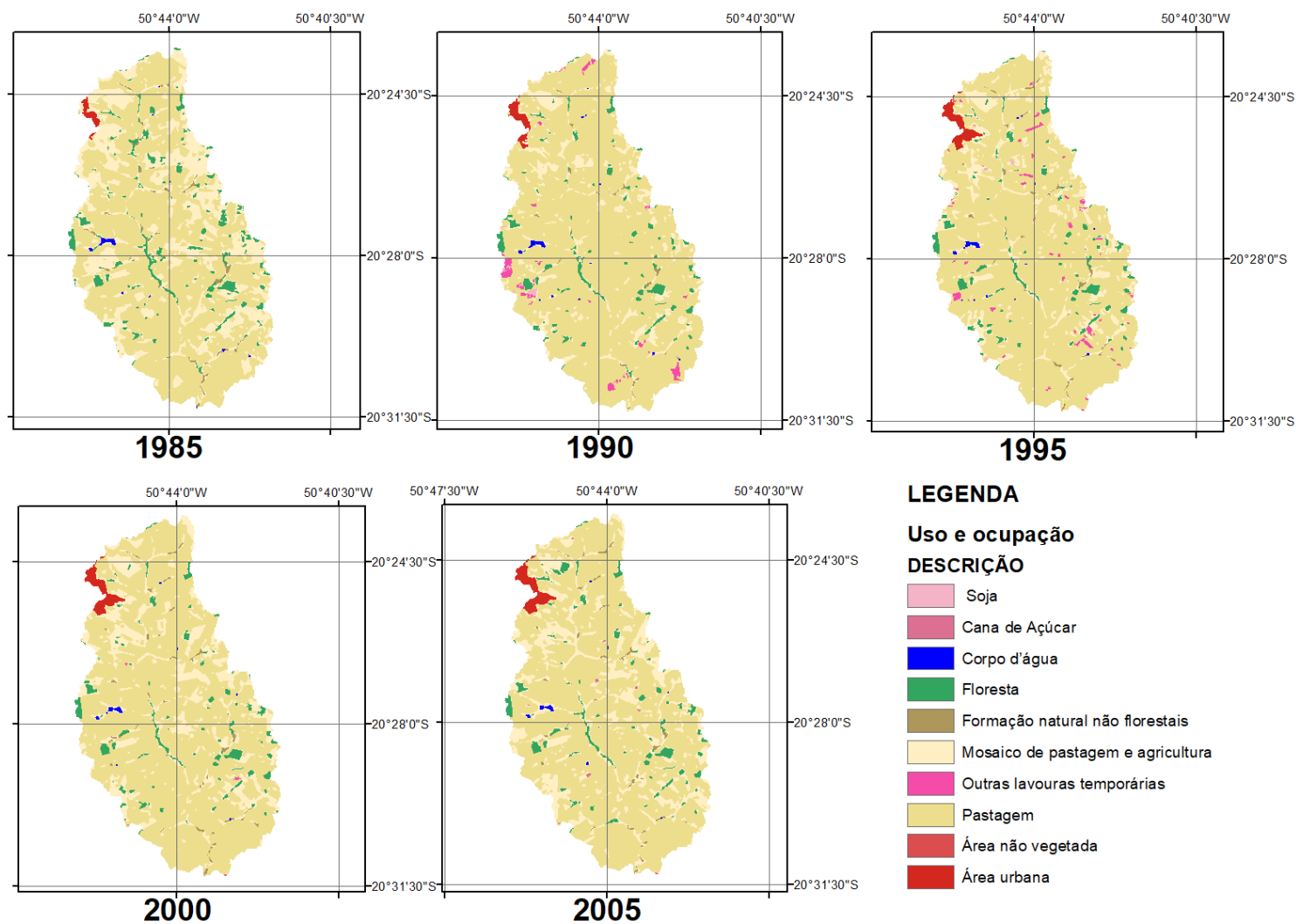
Inicialmente, por meio das imagens de satélite disponibilizadas na plataforma *Google Earth* (Google, 2024) foi realizada uma análise visual da área pertinente a Microbacia do Córrego do Cervo. Observou-se que a área é majoritariamente zona rural de uso e ocupação variando entre vegetação densa, agricultura, pecuária, solo exposto e cursos hídricos. Então para quantificar as modificações de uso e ocupação da área na série histórica estudada foram adotadas as seguintes classes: Floresta, Formação natural não florestais, Pastagem, Soja, Cana de Açúcar, Algodão, Outras lavouras temporárias, Citrus, Mosaico de pastagem e agricultura, Área urbana, Área não vegetada, e Corpo d'água.

Análise do uso e ocupação do solo para os períodos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022, como resultados expostos nas **Figura 7** e **Figura 8**. Ressalta-se que foi utilizado como base de dados o Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil em virtude do detalhamento de classes de uso e ocupação.

Na etapa seguinte, as informações obtidas da área ocupada em quilometro quadrado por cada classe ao longo dos anos estudados na microbacia do Córrego do Cervo foram tabelados. A partir dessa disposição de dados foi calculada a representação em porcentagem de cada classe em relação a área total, como mostra a **Fonte:** Adaptado de Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (2022).

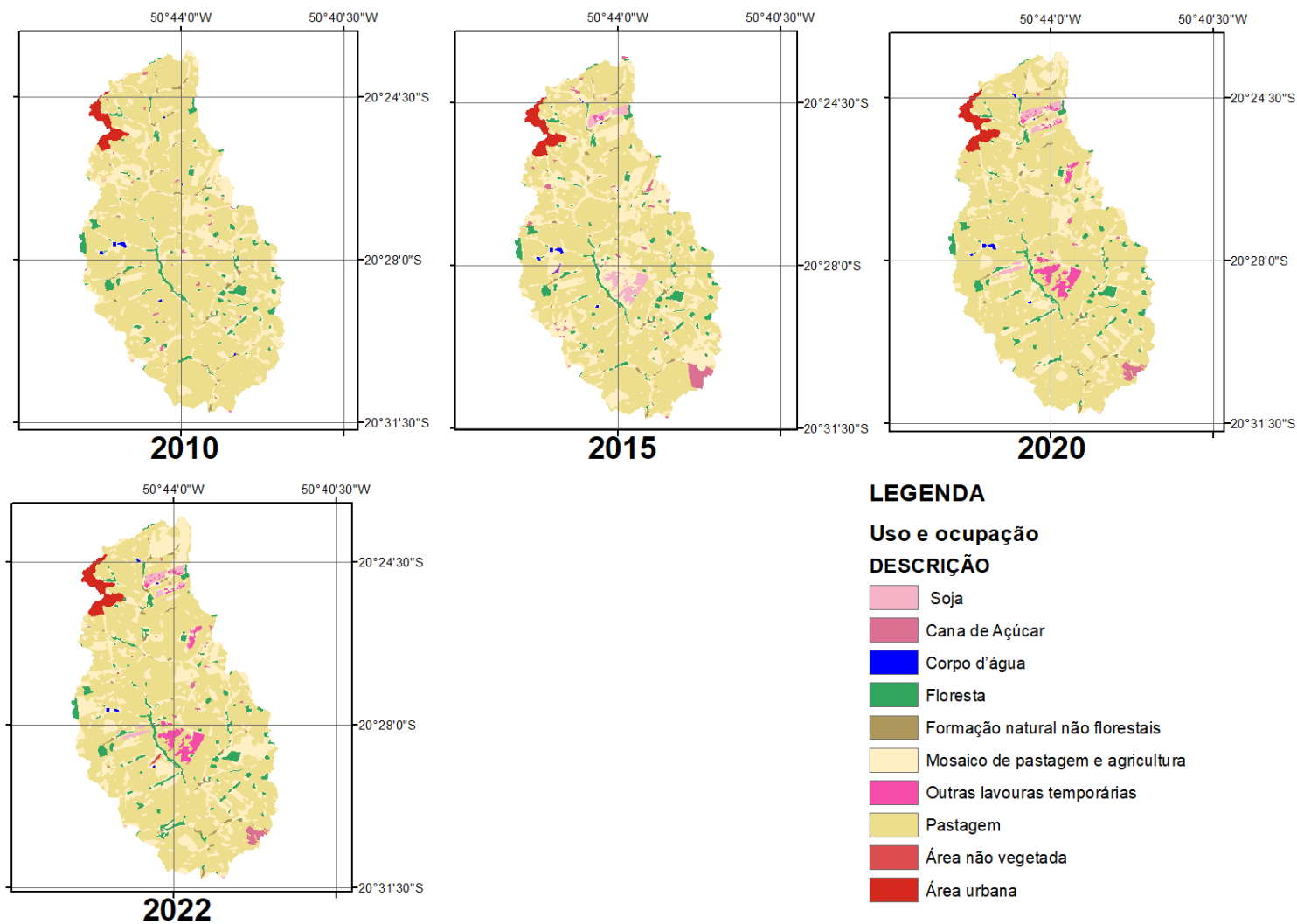
Tabela 6. Por fim, conforme exibido na **Tabela 7** , foram comparadas as áreas ocupadas por cada classe em relação ao ano anterior, assim como o primeiro com o último ano da série histórica.

Figura 7 – Mapa uso e ocupação de 1985 a 2005



Fonte: Adaptado de Projeto MapBiomias – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (2022).

Figura 8 – Mapa uso e ocupação de 2010 a 2022



Fonte: Adaptado de Projeto MapBiomias – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (2022).

Tabela 6 – Estimativa de uso e ocupação do solo de 1985 a 2022

ID	Classe	1985		1990		1995		2000		2005		2010		2015		2020		2022	
		Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (KM ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
1	Floresta	3.259	4.595%	2.243	3.162%	2.257	3.182%	2.180	3.074%	2.312	3.260%	2.245	3.165%	2.405	3.391%	2.513	3.543%	2.825	3.983%
2	Formação natural não florestais	0.551	0.777%	0.246	0.347%	0.432	0.609%	0.531	0.749%	0.473	0.667%	0.544	0.767%	0.480	0.677%	0.482	0.680%	0.515	0.726%
3	Pastagem	46.693	65.833%	59.420	83.777%	57.258	80.729%	53.905	76.002%	52.833	74.490%	52.575	74.127%	44.694	63.015%	50.895	71.759%	47.649	67.184%
4	Soja	0.000	0.000%	0.165	0.233%	0.061	0.086%	0.000	0.000%	0.001	0.001%	0.012	0.017%	1.183	1.668%	0.657	0.926%	0.655	0.924%
5	Cana de Açúcar	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.070	0.099%	0.225	0.317%	0.937	1.321%	0.431	0.608%	0.453	0.639%
6	Algodão	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.010	0.014%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%
7	Outras lavouras temporárias	0.000	0.000%	0.783	1.104%	0.790	1.114%	0.038	0.054%	0.010	0.014%	0.000	0.000%	0.064	0.090%	1.254	1.768%	1.249	1.761%
9	Citrus	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.035	0.049%	0.000	0.000%	0.000	0.000%
11	Mosaico de pastagem e agricultura	19.938	28.111%	7.344	10.354%	9.105	12.837%	13.237	18.663%	14.175	19.986%	14.262	20.108%	19.941	28.115%	13.345	18.816%	16.207	22.852%
12	Área urbana	0.321	0.453%	0.549	0.774%	0.858	1.210%	0.909	1.282%	0.932	1.314%	0.940	1.325%	1.078	1.520%	1.235	1.741%	1.242	1.751%
13	Área não vegetada	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.059	0.083%
14	Corpo d'água	0.164	0.231%	0.176	0.248%	0.165	0.233%	0.126	0.178%	0.120	0.169%	0.113	0.159%	0.109	0.154%	0.113	0.159%	0.069	0.097%
ÁREA TOTAL		70.926	100.00%	70.926	100.00%	70.926	100.000%	70.926	100.000%	70.926	100.000%	70.926	100.000%	70.926	100.000%	70.925	100.000%	70.923	100.000%

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Tabela 7 – Variação percentual do uso e ocupação do solo de 1985 a 2022

ID	Classe	1985 - 1990	1990 - 1995	1995 - 2000	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2022	1985 - 2022
1	Floresta	-31.18%	0.62%	-3.41%	6.06%	-2.90%	7.13%	4.49%	12.42%	-13.32%
2	Formação natural não florestal	-55.35%	75.61%	22.92%	-10.92%	15.01%	-11.76%	0.42%	6.85%	-6.53%
3	Pastagem	27.26%	-3.64%	-5.86%	-1.99%	-0.49%	-14.99%	13.87%	-6.38%	2.05%
4	Soja	0.00%	-63.03%	0.00%	0.00%	1100.00%	9758.33%	-44.46%	-0.30%	0.00%
5	Cana de Açúcar	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	221.43%	316.44%	-54.00%	5.10%	0.00%
6	Algodão	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	Outras lavouras temporárias	0.00%	0.89%	-95.19%	-73.68%	0.00%	0.00%	1859.38%	-0.40%	0.00%
9	Citrus	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11	Mosaico de pastagem e agricultura	-63.17%	23.98%	45.38%	7.09%	0.61%	39.82%	-33.08%	21.45%	-18.71%
12	Área urbana	71.03%	56.28%	5.94%	2.53%	0.86%	14.68%	14.56%	0.57%	286.92%
13	Área não vegetada	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
14	Corpo d'água	7.32%	-6.25%	-23.64%	-4.76%	-5.83%	-3.54%	3.67%	-38.94%	-57.93%
Houve aumento da área ocupada em relação ao período anterior Houve diminuição da área ocupada em relação ao período anterior Não houve alterações										

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Analisando os resultados apresentados, pode-se verificar que a classe floresta, isto é, a vegetação densa, se manteve acima de 2% da área total em toda série histórica. Observa-se que de 1985 a 2010 houve diminuição da área ocupada (31,11%), contudo de 2015 a 2022 observou-se um aumento (17,46%) mas não houve recuperação da área vista em 1985. Enquanto, a formação natural não florestais, dita como vegetação rasteira, oscilou de 0,4 a 0,5% da área ocupada, destaca-se que sofreu uma queda significativa de 1985 a 1990 em que houve uma redução significativa (55,35%), contudo no intervalo de 1990 a 2022 verificou-se um crescimento significativo (109,35%).

Em relação as culturas, destaca-se a pastagem, a qual passou por alterações ao longo da série histórica analisada, mas se manteve como o principal uso e ocupação da área, ilustrando que em 2015 teve a menor área ocupada e ainda assim representava 63,015% cerca de 44,694 km². Tal informação, também é comprovado pelos Censos do IBGE de 2005 a 2022, no qual observou-se as atividades pecuárias predominantes são bovinos e galináceos, representando cerca de 70,148% e 21,223%, respectivamente, da produção total em 2015. No mais, vale citar que a cultura da pastagem está predominantemente localizada nas áreas de declividade baixa.

Por sua vez, a soja mesmo que presente de 1990 a 2022 representa uma parcela diminuta em relação a área total variando de 0,001% (2005) a 1,668% (2015). Já a cana de açúcar foi verificada apenas a partir de 2005 e teve sua maior área de ocupação em 2015 representando 1,321% da área total, mas em 2020 a 2022 se manteve em torno de 0,6%.

Avaliando a cultura do algodão, foi observado exclusivamente em 2010, representando cerca de 0,01 km² sendo 0,014% da área ocupada. Enquanto, o citrus foi verificado apenas em 2015, representando 0,035 km² aproximadamente 0,049% da área total. Outras lavouras temporárias foram vistas desde 1990 a 2022, contudo sua representação oscilou ao longo do período tendo sua 2020 com 1,768% da área total ocupada.

O segundo uso e ocupação com maior expressão foi o mosaico de agricultura e pastagem. Todavia observa-se oscilações na série histórica, em 1990 houve uma redução (63,17%) em relação a 1985, a partir de 1995 observou-se crescimento até 2015 atingindo 19,941 km², e outra redução em 2020 para 13,345 km², porém o crescimento visto em 2022 não foi superior ao valor apresentado em 1985.

Em relação a área urbana, verifica-se que apenas uma parcela da zona urbana está contemplada na microbacia do Córrego do Cervo, mas salienta-se que apresentou crescimento consistentemente de 1985 a 2022. Destaca-se a redução da população quando comparado 2010 com 2022, conforme dados do Censo IBGE, foi refletido no crescimento da área urbana.

No que diz respeito aos corpos hídricos, entende-se que abrange reservatórios voltados a agricultura, sua abrangência se manteve consistente de 1985 a 2020, contudo em 2022 tem-se uma queda significativa de 57,93%. Analisando os mapas, verifica-se o aumento do mosaico de pastagem e agricultura nas proximidades dos corpos hídricos, indicando alteração do uso e ocupação da área.

Tendo em vista que o solo exposto é uma preocupação em função do aumento do risco a processos erosivos, visto que está desprotegido de agentes erosivos como o vento e a água e uso do homem. No caso analisado, a área não vegetada, dito solo exposto, foi verificada apenas em 2022, representando cerca de 0,059% o equivalente a 0,083 km² da área total. Então faz-se necessário um monitoramento da área para que tenha ações públicas no sentido de proteção do solo.

4.3 ESTRUTURA FUNDIÁRIA

Tendo em vista a predominância da zona rural na microbacia do Córrego do Cervo, foi analisado como é a organização estrutural fundiária do município de Palmeira d'Oeste - SP. A partir dessa caracterização foi possível estabelecer as tendências de modificação entre os tamanhos das Unidades de Produção Agropecuária (UPA), para posteriormente analisar o uso e ocupação das áreas.

Para a análise foram utilizados os dados municipais consolidados disponíveis no Projeto LUPA (1996, 2017) para os períodos 1995/86, 2007/08 e 2016/17. As informações foram tabuladas e comparadas, como apresenta a **Tabela 8**.

Tabela 8 – Evolução da estrutura fundiária de Palmeira d'Oeste de 1995 a 2017

ESTRUTURA FUNDIÁRIA	UPAs 1995/1996	UPAs 2007/2008	UPAs 2016/2017	Variação % 1995/96 - 2016/17	Área 1995/1996	Área 2007/2008	Área 2016/2017	Variação % 1995/96 - 2016/17
Área das UPAs com (0, 1] ha	0	1	3	0.00%	0.0	1.0	2.5	0.00%
Área das UPAs com (1, 2] ha	6	10	12	100.00%	10.3	16.0	19.2	86.41%
Área das UPAs com (2, 5] ha	67	150	172	156.72%	283.9	606.0	688.4	142.48%
Área das UPAs com (5, 10] ha	167	247	266	59.28%	1293.8	1886.6	2023.3	56.38%
Área das UPAs com (10, 20] ha	279	345	343	22.94%	3949.0	4838.4	4812.0	21.85%
Área das UPAs com (20, 50] ha	286	256	273	-4.55%	8712.6	7764.3	8188.1	-6.02%
Área das UPAs com (50, 100] ha	57	62	57	0.00%	3828.7	4210.1	3899.1	1.84%
Área das UPAs com (100, 200] ha	24	28	27	12.50%	3198.7	3814.7	3471.1	8.52%
Área das UPAs com (200, 500] ha	12	15	17	41.67%	3075.2	4440.1	4917.5	59.91%
Área das UPAs com (500, 1.000] ha	8	5	5	-37.50%	5021.3	3087.9	3090.0	-38.46%
Houve aumento da área ocupada em relação ao período anterior Houve diminuição da área ocupada em relação ao período anterior Não houve alterações								

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

No geral verifica-se um aumento geral de Unidades de Produção Agrícolas (UPAs) cadastradas, representando um aumento de 29,69% de 1995/96 a 2016/17. Quanto as áreas ocupadas, também foi registrado crescimento, sendo um aumento de 5,92% para o período analisado.

Em relação as estruturas fundiárias, destaca-se a grande concentração de UPAs com (5,10]ha, (10,20]ha e (20,50]ha. Em 1995/96 esse agrupamento continha 732 das 906 UPAs (80,79%), em 2007/08 representavam 848 das 1119 UPAs (75,78%) e em 2016/17 eram 882 das 1175 UPAs (75,06%).

A fim de elucidar a classificação por quantidade de módulos fiscais, na sequência, foi realizado a consulta para o município de Palmeira d' Oeste e obteve-se que um módulo fiscal equivale a 22 hectares no município. Portanto, propriedades que possuem de 44 a 88 hectares são classificadas como pequenas, propriedades que

possuem entre 88 e 330 hectares são médias; enquanto as propriedades maiores são aquelas que ultrapassam os 330 hectares.

Então as estruturas fundiárias apresentadas na **Tabela 8** foram reorganizadas conforme as classificações levando em conta os módulos fiscais, conforme apresenta a **Tabela 9**. Contudo, destaca-se que os agrupamentos foram por aproximações pois o banco de dados não estava separado pelos valores exatos de limites para a classificação por módulos fiscais.

Tabela 9 – Estrutura fundiária de acordo com a classificação por módulos fiscais

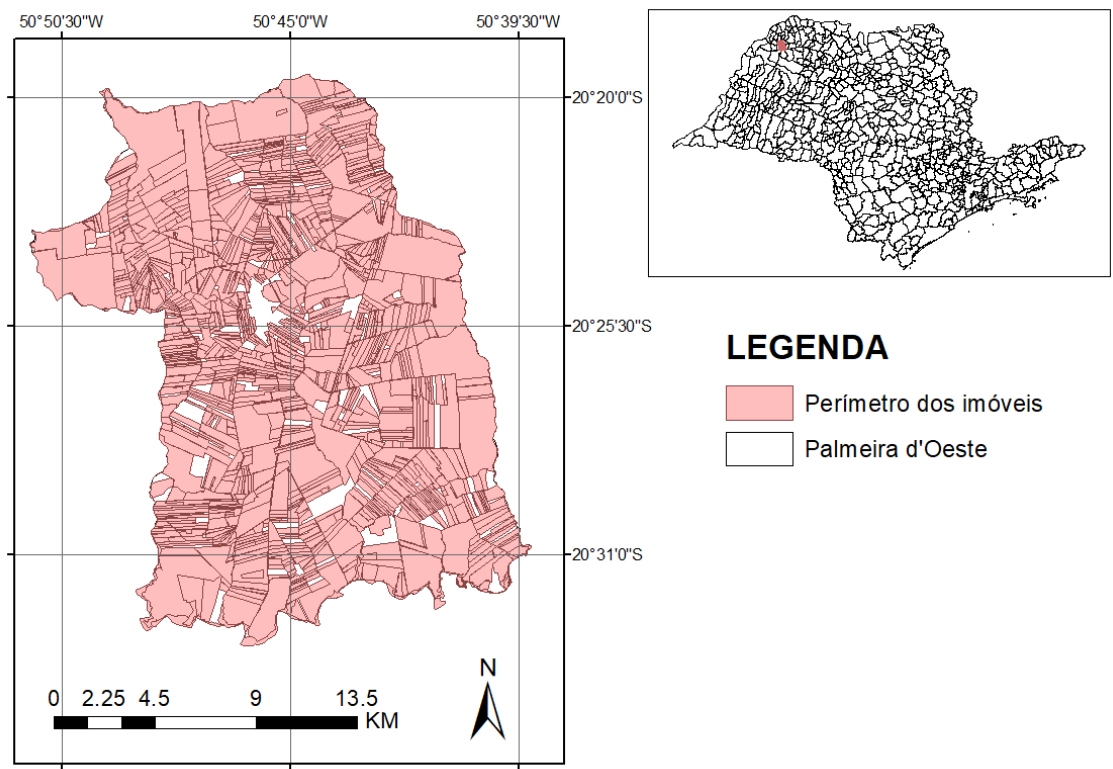
CLASSIFICAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS	UPAs 1995/1996	UPAs 2007/2008	UPAs 2016/2017	Variação % 1995/96 - 2016/17
Pequena	862	1071	1126	30.63%
Média	36	43	44	22.22%
Grande	8	5	5	-37.50%
Houve aumento da área ocupada em relação ao período anterior Houve diminuição da área ocupada em relação ao período anterior Não houve alterações				

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Observa-se que os resultados obtidos estão em concordância com a análise anterior, visto que as pequenas propriedades predominam e estiveram em crescimento na série histórica analisada. Em contrapartida, as grandes propriedades cadastradas sofreram uma redução de 37,50% ao comparar 1995/96 e 2016/17.

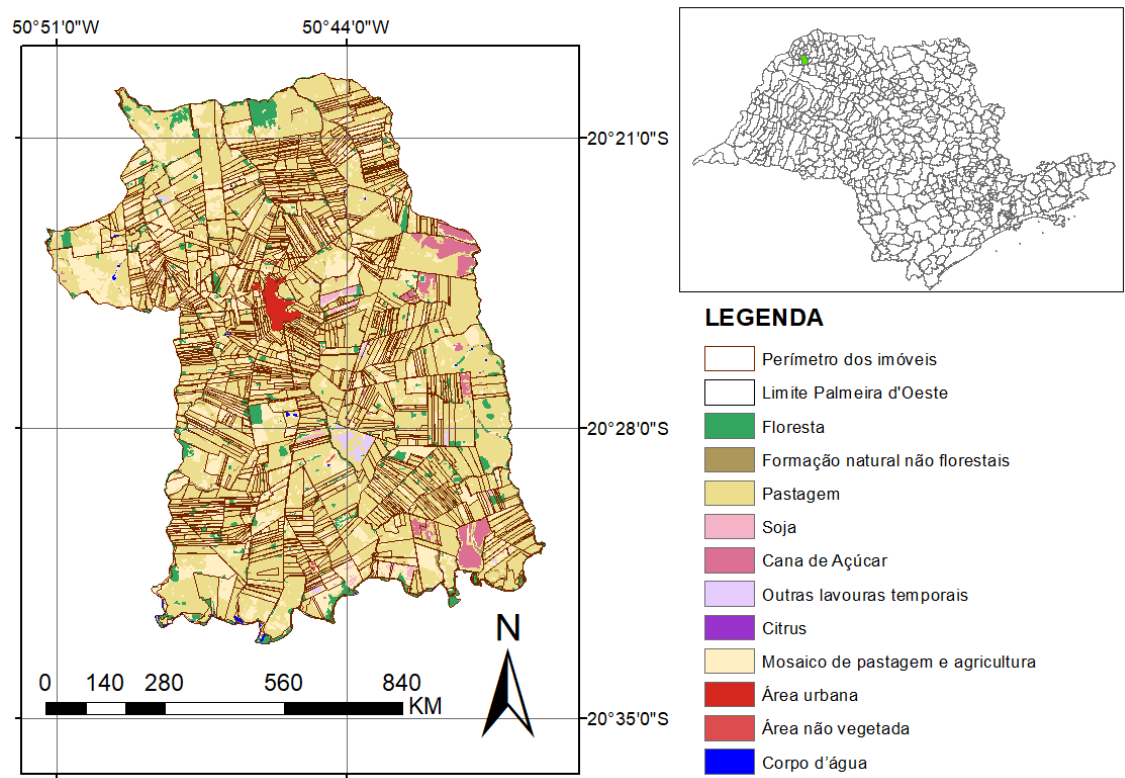
De maneira a avaliar como estão distribuídos os imóveis rurais no município foi gerado o mapa apresentado na **Figura 9**. Por conseguinte, foi realizado a sobreposição dos perímetros dos imóveis com Cadastro Ambiental Rural (CAR) em 2022 no mapa de uso e ocupação de 2022, visto **Figura 10**.

Figura 9 – Perímetro dos Imóveis rurais de Palmeira d'Oeste - 2022



Fonte: Adaptado de Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo – SICAR (2024).

Figura 10 – Mapa de uso e ocupação dos imóveis rurais de Palmeira d'Oeste -2022



Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

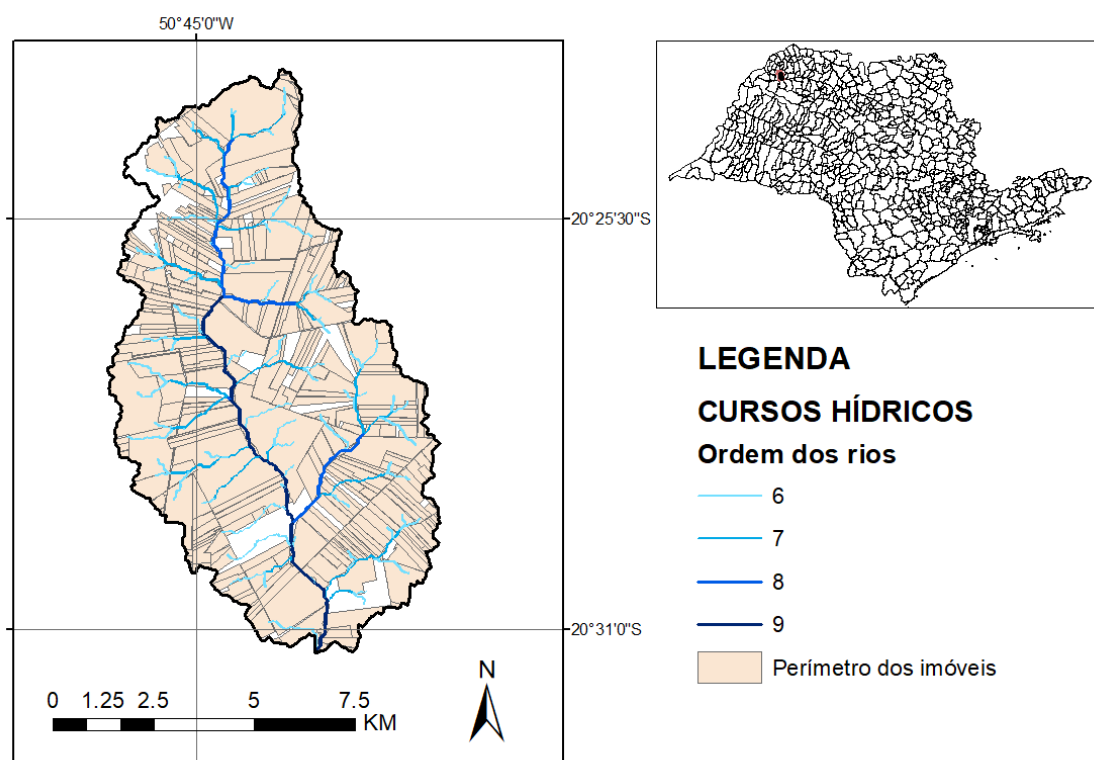
A priori, observa-se que as UPAs com maiores dimensões estão concentradas nas extremidades do município, fato que provavelmente está relacionado com presença da zona urbana no centro do município além do Córrego do Cervo.

Quanto ao uso e ocupação, verifica-se que presença de floresta, ilustrada como vegetação densa, especialmente nas propriedades grandes e médias. Estima-se que a preservação dessa vegetação está relacionada a obrigação legal de manter parte da vegetação nativa preservada, tal como as Áreas de Preservação Permanente (APP).

Além disso, enquanto nas pequenas propriedades predomina pastagem e mosaico de pecuária e agricultura, nas grandes e médias propriedades verifica-se a presença de culturas como cana de açúcar, soja, mosaico de pastagem e agricultura, e lavouras temporárias. Destaca-se que, entre todas as classes de uso e ocupação, prevalece a pastagem, de maneira que está de acordo com a análise de uso e ocupação da microbacia do Córrego do Cervo.

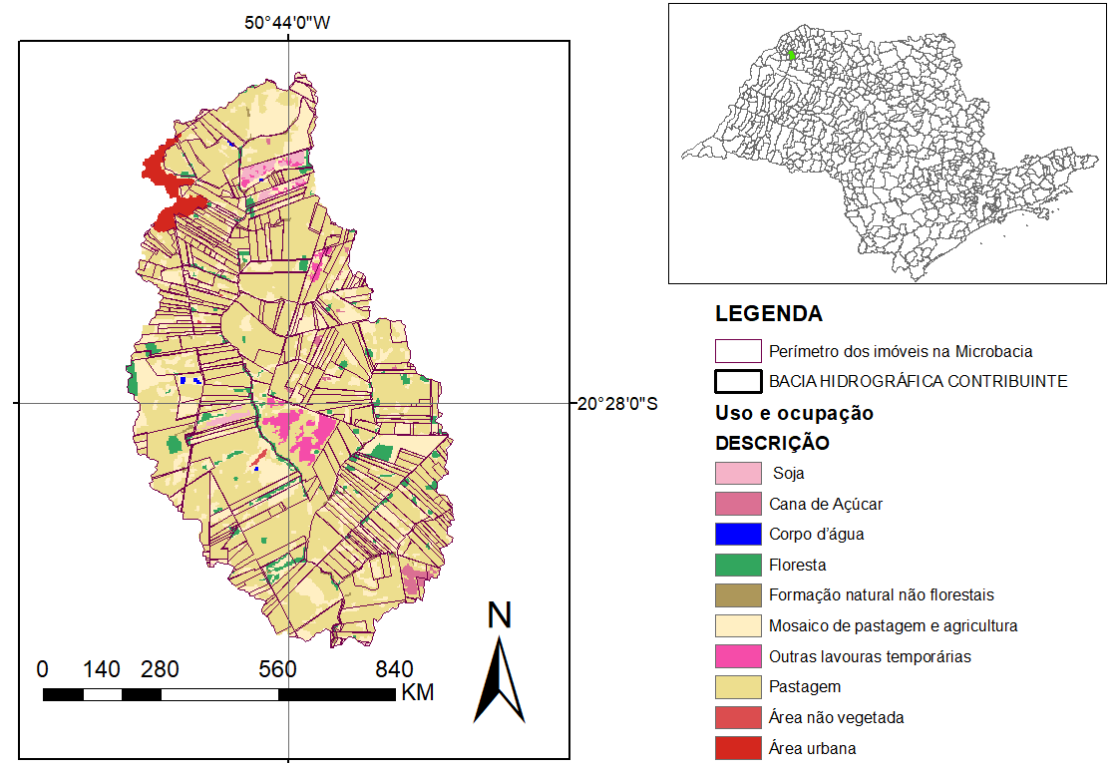
De forma a ilustrar a distribuição dos imóveis rurais na área da microbacia do Córrego do Cervo tem-se a **Figura 11**. E, na sequência, a **Figura 12** apresenta a sobreposição dos perímetros dos imóveis no mapa de uso e ocupação de 2022.

Figura 11 - Perímetro dos Imóveis rurais na microbacia do Córrego do Cervo - 2022



Fonte: Adaptado de Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo – SICAR (2024).

Figura 12 - Mapa de uso e ocupação nos imóveis rurais na microbacia do Córrego do Cervo-2022



Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Ao destrinchar a distribuição de imóveis rurais na microbacia, verifica-se há uma concentração de propriedades médias e grandes às margens do canal principal do Córrego do Cervo.

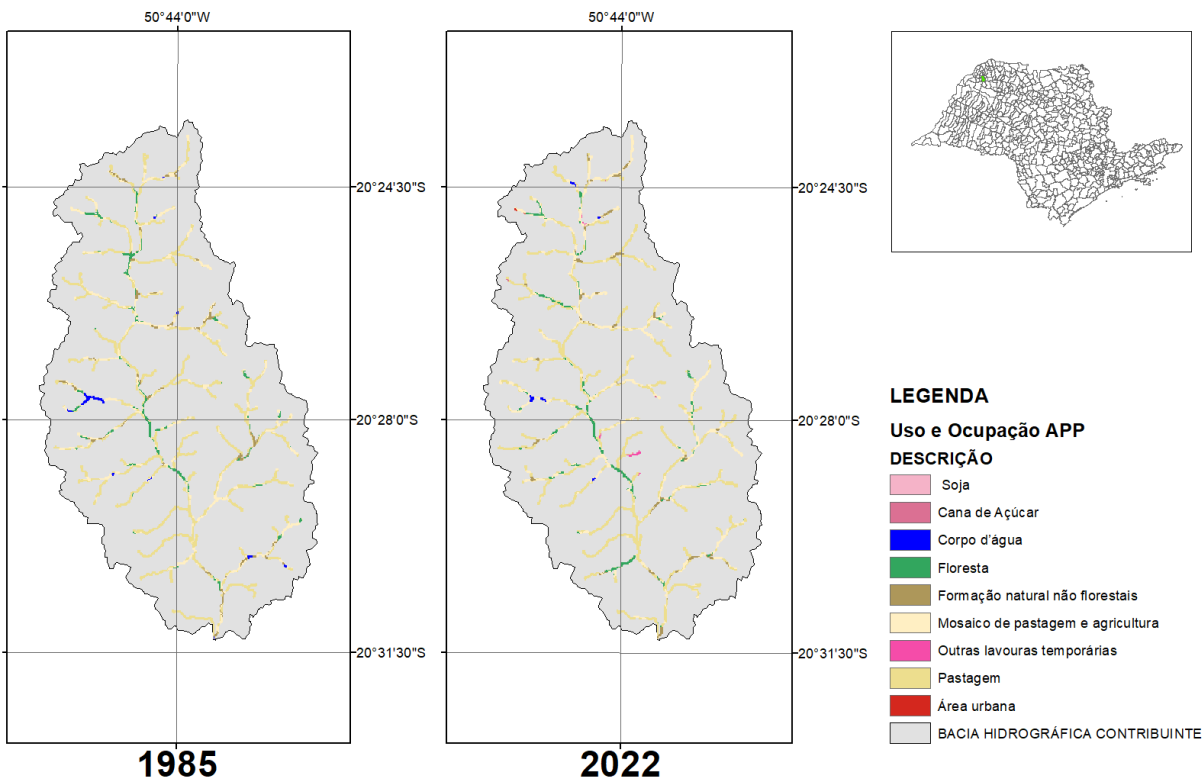
Quanto às culturas, tem-se a presença de lavouras temporárias, cana de açúcar, e mosaico de pastagem e agricultura distribuídas nas propriedades médias e grandes. Destaca-se que, esse fato está de acordo com os censos de IBGE de 2010 a 2022, no qual verificou-se produção significativa, tendo sua maior produção em 2020 com 64.000 toneladas. Observa-se corpos d'água, sendo basicamente pequenos reservatórios, estão inseridos em propriedades privadas possivelmente utilizados para fins de agricultura.

Como ponto de atenção distingue-se a predominância da pastagem em todas as classificações por dimensão, especialmente em trechos que o Córrego percorre. Visto que áreas com solo desprotegido e pastagem são mais vulneráveis a erosão pela ausência de uma proteção vegetal.

4.4 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

Considerando as diretrizes estabelecidas na Lei Federal nº 12.651/2010, adotou-se como Área de Preservação Permanente do Córrego do Cervo a extensão de 30 metros em cada margem e raio de 50 metros nas áreas no entorno das nascentes. Na sequência, a fim de avaliar como é o uso e ocupação dessa área, os mapas de uso e ocupação referentes a 1985 e 2022 foram delimitados para a área de interesse, visto **Figura 13****Figura 10**.

Figura 13 – Mapa de Uso e Ocupação da APP do Córrego do Cervo de 1985 e 2022



Fonte: Elaborado pela própria autora (2024).

Os dados extraídos da área ocupada por cada uma das classes de uso e ocupação foram dispostos na **Tabela 10**, e calculou-se a variação entre os períodos analisado.

Tabela 10 – Estimativas de uso e ocupação da APP em 1985 e 2022

ID	Classe	1985		2022		Variação 1985 - 2022
		Área (KM ²)	Área (%)	Área (KM ²)	Área (%)	
1	Floresta	0.490	7.371%	0.511	7.696%	4.41%
2	Formação natural não florestal	0.379	5.697%	0.355	5.347%	-6.15%
3	Pastagem	3.838	57.743%	3.579	53.847%	-6.75%
4	Soja	0.000	0.000%	0.001	0.020%	0.00%
5	Cana de Açúcar	0.000	0.000%	0.007	0.110%	0.00%
7	Outras lavouras temporárias	0.000	0.000%	0.038	0.578%	0.00%
11	Mosaico de pastagem e agricultura	1.835	27.616%	2.099	31.589%	14.38%
12	Área urbana	0.000	0.000%	0.006	0.087%	0.00%
14	Corpo d'água	0.105	1.574%	0.048	0.726%	-53.90%
ÁREA TOTAL		6.646	100.00%	6.646	100.00%	
Houve aumento da área ocupada em relação ao período anterior Houve diminuição da área ocupada em relação ao período anterior Não houve alterações						

Fonte: Elaborado pela própria autora (2024)

Os resultados encontrados indicam o crescimento da área ocupada por floresta (4,41%), se mantendo em cerca de 7% da área total. Em contrapartida, a área ocupada pela pastagem é a predominante, ainda que tenha tido uma redução no período, visto que em 1985 a área ocupada compreendia 3,838 km² cerca de 57,743% da área total, enquanto em 2022 compreendia 3,579 km² representando 53,847% da área total. Também se registrou redução na classe de formação não florestal, oscilando de 0,379 km² (5,697%) em 1985 para 0,355 km² (5,347%) em 2022.

Ressalta-se que em 2022 foi observado as culturas de soja (cerca de 0,02% da área), cana de açúcar (0,11% da área) e outras lavouras temporárias (0,578% da área). Além disso, no mesmo ano tem-se a área urbana representa cerca de 0,006 km², indicando que está se aproximando do Córrego.

Quanto aos corpos hídricos, representando reservatório de uso para agricultura, verifica-se que houve redução (53,90%) em sua representação. Dessa forma, seria viável uma investigação da causa da redução, se há relação com a disponibilidade de recursos hídricos do Córrego.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a avaliar os parâmetros morfométricos e a análise de uso e ocupação da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo.

Por meio da análise dos parâmetros morfométricos, conclui-se que a microbacia do Córrego do Cervo é alongada, conforme coeficiente de compacidade ($K_c=1,579$) e índice de circularidade ($I_c=0,395$), com baixa suscetibilidade a enchentes, de acordo com o fator forma ($K_f=0,229$), e possui uma forma transitória entre retilíneo e sinuoso de forma que a velocidade de escoamento é baixa como explicita o índice de sinuosidade ($I_s=1,254$).

Contudo, o valor encontrado para densidade de drenagem ($D_d=2,007 \text{ km/km}^2$) indica tendência mediana ao escoamento superficial. Ainda que a densidade de drenagem tenha indicado suscetibilidade natural mediana a enchentes e inundações, os demais parâmetros apresentaram valores consistentes para baixa suscetibilidade a enchentes e inundações.

Quanto a análise de uso e ocupação para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022, verificou-se que a predominância de pastagem (oscilando de $44,694 \text{ km}^2$ a $59,420 \text{ km}^2$), mosaico de pastagem e agricultura (variando de $9,105 \text{ km}^2$ a $19,938 \text{ km}^2$), e floresta (com alterações de $2,180 \text{ km}^2$ até $3,259 \text{ km}^2$).

Dentre as produções agrícolas, destaca-se que a partir de 2005 tem se observado um crescimento na presença de soja e cana de açúcar, fator que pode estar relacionado com o envelhecimento da população que opta por arrendar as terras para outros produtores e para usinas sucroalcooleiras, visto que de acordo com o Censo de 2022 houve uma redução no número de habitantes indicativo que corrobora com o êxodo da população mais jovem.

Como ponto de atenção, destaca-se que em 2022 verificou-se a presença de áreas não vegetadas, isto é, áreas de solo exposto. Então em virtude de terem a tendência de intensificar os processos erosivos faz-se necessário monitoramento, planejamento ambiental e ações públicas para manejo na área.

Na caracterização da estrutura fundiário para o município de Palmeira d'Oeste, destacou-se a predominância de UPAs com $(5,10] \text{ ha}$, $(10,20] \text{ ha}$ e $(20,50] \text{ ha}$, o que está de acordo com o levantamento em função dos módulos fiscais, no qual verificou-se a predominância de pequenas propriedades. Observou-se a concentração de

médias e grandes propriedades nos limites extremos do município, estando distantes da área urbana.

Ao sobrepor os limites dos imóveis rurais com o mapa de uso e ocupação de 2022 verificou-se o domínio da pastagem em relação aos demais usos e ocupações. Nesse sentido, como a pastagem não protege o solo tornando-o vulnerável a erosões, reforça-se a importância do planejamento de manejo do solo para a região.

Voltando a análise de uso e ocupação para as Áreas de Preservação Permanente (APP), verificou-se a predominância de pastagem, seguido por mosaico de pastagem e agricultura. Dessa maneira, conclui-se que essas áreas estão desprotegidas. Correlacionando com a declividade, observou-se que as áreas de solo exposto e pastagem estão nas declividades mais baixas indicando baixa vulnerabilidade a erosão, porém não mitiga o risco ocasionado pelo uso e ocupação. Ademais, em 2022 foi observado as culturas de soja, cana de açúcar e outras lavouras temporárias na APP, o que vai contra o previsto em lei.

Por meio da análise de uso e ocupação, verificou-se vulnerabilidade a erosão e assoreamento em virtude da predominância de pastagem e mosaico de agricultura e pastagem até mesmo na APP. Então, recomenda-se, planejamento ambiental voltado a ações de reflorestamento em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Assim como, sugere-se, monitoramento e elaboração de planejamento ambiental voltado para manejo dos recursos hídricos. Visto que, interpretando os dados referentes a cursos hídricos na análise de uso e ocupação, observou-se que as lâminas de água, as quais representando os reservatórios, estão reduzindo no período de 1985 a 2022, podendo ser um indicativo de diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos naturais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Rev. Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, jun. 2007.

ARAÚJO, J.P.R., GRIGIO, A.M., PEREIRA NETO, M.C. 2019. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo (1977-2018) e identificação de impactos ambientais negativos no município de Assú/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 12, 1538-1553. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/239945>

BATISTELLA, M.; VALLADARES, G. S. & BOLFE, E. L. Monitoramento da expansão agropecuária como subsídio à gestão ambiental estratégica na Região Oeste da Bahia, Brasil.

BARROSO, N. G. **Análise comparativa entre métodos de estudos de impacto ambiental na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim, SC**. 1987, 135 fls. Dissertação (mestrado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, 1987.

BATISTA, D. F.; CABRAL, J. P.; ROCHA, T.; BARBOSA, G. R. **Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio – GO**. GEOAMBIENTE ON-LINE Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ. N°29. Jataí-GO. 2017.

BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 15 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 30 maio. 2024.

BRASIL. **Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993**. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. Acesso em: 1 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13465.htm. Acesso em: 1 jun. 2024.

BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum, Human and Social Sciences**, Maringá,PR, ano 2004, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v26i2.1391>

CASSOL, R. Zoneamento ambiental elaborado com variáveis otimizadas estatisticamente, geradas por técnicas cartográficas. São Paulo, 1996. 292p. Tese (doutorado_ – Geografia, Universidade de São Paulo, 1996.

CAMPOS, S.; GRANATO, M; SOARES, M. C. E.; CAVASINI, R.; ARAÚJO, D. M.; MASHIKI, M. Y.; RUGGIERO, J. & PIZA, M. W. T. Geoprocessamento aplicado na espacialização das áreas de preservação permanente e áreas de conflitos na sub-bacia Ribeirão Hortelã. **Rev. Cient. Eletr. Agron.**, v. 17, n. 2, p. 59-69, dez, 2010.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. New York: Routledge, 2008. 280 p. <https://doi.org/10.4324/9780203371084>

CUNHA, S.B., GUERRA, A.J.T. **Degradação ambiental**, in: Guerra, A.J.T., Cunha, S.B. (Eds.), Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.337-379. 1996.
CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.

DataGEO Sistema Ambiental Paulista. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/sobre> . Acesso em 16 de abril de 2024.

DIAS, N. O.; MACHADO, V. S.; MARCATO JUNIOR, J., OSCO, L. P.; RAMOS, A. P. M. Análise morfométrica de bacia hidrográfica utilizando dados de diferentes modelos digitais de superfície. **Colloquium Exactarum**, v. 11, n4, Out-Dez. 2019, p. 23 –35.

DUARTE, M. L., SILVA, T. A. 2019. Avaliação do desempenho de três algoritmos na classificação de uso do solo a partir de geotecnologias gratuitas. **REA – Revista de estudos ambientais** (Online), 21, 6-16. Disponível: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/7427>

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed, Brasília: Embrapa Produção de Informação. Brasília-DF, 2018, 292p.

FERREIRA, A. B. R., FONSECA, B. M., Pereira, G. 2020. Compartimentação do relevo baseada em parâmetros morfométricos: uma análise da região do extremo oeste da Bahia. **Caderno de Geografia**, 30, 236-251. Disponível: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/21641/16404>

FISCH, F., BRANCO, J. O., PORT, D., MENEZES, J.T., 2019. **Variação espaço-temporal (1938-2013) do uso e ocupação da terra na região do Saco da Fazenda, Itajaí-SC**. Geosul, 34, 430-445. Disponível: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2019v34n70p430/38528>. Acesso em: 28 abr. 2024.

FONTES, M. P.; OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, D. E. et al. **Análise comparativa das características de duas sub-bacias de Sergipe com uso de técnicas de geoprocessamento**. SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 5, 2008. Aracaju: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2011. p. 3947

GASPARINI, K. A. C. et al. Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos do Uso da Terra em Seropédica-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 296-306, 2013. <https://doi.org/10.4322/foram.2013.030C>

GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE– INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Palmeira d'Oeste**. Portal Cidades. Acesso em 03 de maio de 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/palmeira-doeste/panorama>

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Produtos de Sensoriamento Remoto. **Apostila de Sensoriamento Remoto**. 2024. Disponível em: <http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm#:~:text=Sensoriamento%20remoto%20%C3%A9%20um%20termo,de%20aparelhos%20denominados%20sensores%20remotos>.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

JÚNIOR, C. B.; BARBASSA, A. P. Livro **Geoprocessamento e Recursos Hídricos – Aplicações Práticas**. EdUFSCAR. São Carlos, 2012.

LIMA, G. C. et al. Estimativa do potencial de recarga na Sub-bacia das Posses, Extrema (MG), em função dos atributos fisiográficos, pedológicos e topográficos. **Geociências**, v. 32, n. 1, p. 51-62, 2013.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 242p.

MACHADO, P.J.; TORRES, F.T.P.O. **Introdução à Hidrogeografia**. Cengage Learning, São Paulo. 2012, 178 p.

MATTIKALLI, N. M.; DEVEREUX, B. J.; RICHARDS, K. S. **Integration of remotely sensed satellite images with a geographical information system.** *Computers & Geosciences*, v. 21, n. 8, p. 947-56, 1995

MEDEIROS, R.B.; PINTO, A.L.; SÃO MIGUEL, A.E.; GOMES, W.M. Morfometria do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS. **Revista Formação (online)**, v. 1, n. 24, p. 204-223, 2017.

MENDONZA, M. E.; GRANADOS, E. L.; GENELETTI, D.; PÉREZ-SALICRUP, D. R.; SALINAS, V. **Analysis in gland cover and land use change process at watershed level: A multi temporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003).** *Applied Geography*, v.31, 2011, p.237-350.

MENDONÇA, F. C. Sistema de drenagem e precipitações (Parte 1). **Hidrologia e Drenagem – Aula 2.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP LEB 1440 – Hidrologia e Drenagem. 2024

MOTA, L. H. S., VALLADARES, G. S., LEITE, H. M. F., GOMES, A. S., MAGALHÃES, R. M. F., SILVA, T. A. Análise multitemporal do uso e cobertura das terras da região do baixo Acaraú-CE. **São Paulo, UNESP, Geociências**, v. 32, n.2, p. 379-396, 2013

MORA, L. H. S. O; VALLADARES, G. S.; LEITE, H. M. F.; GOMES, A. S.; MAGALHÃES, R. M. F.; SILVA, T. A. **Análise Multitemporal do Uso e Cobertura das Terras da Região do Baixo Acaraú-CE.** São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 32, n.2, p.379-396, 2013

MORAN, E. F. (Org.). **Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina.** São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2008. p. 163-196

NASCIMENTO, V. M. L. C.; LIMA, E. R. V.; SANTOS, C. A. G. **SIG na avaliação de áreas para ocupação urbana de João Pessoa, PB.** *Ambiente Construído*, v. 9, n.1, p. 107-123, 2009. Disponível em: <<http://twixar.me/ghRm>>. Acesso em: 27 de abril de 2024.

OLIVEIRA, A. B.; LIMA, C. G. R.; LOLLO, J.A. Uso e Ocupação do Solo e Caracterização Morfométrica da Microbacia do Ribeirão Pitangueiras no município de Barretos – SP. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável** ISSN 2764-6769 – volume 1, número 3, 2022

OLIVEIRA, J. S.; CHERACOMO, B.; BOLFE, E. L. VICTÓRIA, D. C. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Anhumas, Campinas/SP entre 2013 a 2020. Embrapa Agricultura Digital, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226776/1/RE21604.pdf>

PEREIRA, P. B.; NUNES, H. K. B.; ARAÚJO, F. A. S. **Análise multitemporal de uso, ocupação e cobertura da terra na Zona Leste da cidade de Caxias/Maranhão/Brasil.** *Revista Brasileira de Geografia Física* v.14, n.03 (2021) 1415-1428. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244598>

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; POLITANO, W; GALBIATTI, J. A. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n. 4, p. 669-676, jul./ago. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000400011>

Projeto MapBiomias – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 01 de maio de 2024 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>

ROCHA JÚNIOR, José Antônio Lima *et al.* Aplicação de modelos digitais de elevação (MDE) na caracterização das áreas mais susceptíveis à erosão na microbacia Capitão Poço. **PDVAGRO**, 2018. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIIICOINTERPDVAGRO.2018.00028>

ROLIN, G. S. et al. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo.** *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 16, p. 81–90, 2011. DOI: [10.7154/RDG.2005.0016.0009](https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. **Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil**. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 7, n.3, 2012.

SANTOS, D. B.; VIDITTO, M. L.; BERTINATTO, R.; MARCON, G. R. S.; FRIGO, E. P. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR**. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR*, v.5, n.2, p. 7-18, 2012.

SANTOS, H. G. et al. Argissolos Vermelhos. Embrapa. 09 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/argissolos/argissolos-vermelhos>. Acesso em 28 de abril de 2024.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. **Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.1, p.60-68. 2013.

SANTOS, G.V.; DIAS, H.C.T.; SILVA, A.P. DE S.; MACEDO, M. DE N.C. **Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG**. *Revista Árvore*, v.31, n.5, p.931- 940. 2007.

SARTORI, A.; NETO, F. L.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos. Parte 1: Classificação. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 05-18, out./dez. 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA [1995/96]: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, [1997].

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA [2007/08]: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, [2009].

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA [2016/17]: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, [2019].

SILVA, J. X. 1992. Geoprocessamento e Análise Ambiental. *Revista Brasileira de Geografia*, 54, 47-61. Disponível: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1992_v54_n3.pdf

Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo (SICAR). Acesso em 30 de maio de 2024. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/estados/downloads>

SILVA, J. L. S.; COSTA, R. M.; ZAIDAN, R. T. Aplicação da análise morfométrica de bacias hidrográficas como subsídio ao entendimento dos processos crescentes de inundações na malha urbana da cidade de Ubá-MG. **REVISTA CAMINHOS DE GEOGRAFIA**. Caminhos de Geografia Uberlândia-MG v. 22, n. 82 ago./2021 p. 201–214

SILVA, L. P. (2016). **Hidrologia: engenharia e meio ambiente**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 330 p.

SILVA, M. S. L.; NETO, M. B. O. Embrapa. 09 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul->

pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/argissolos-vermelho-amarelos.

Acesso em 28 de abril de 2024.

SIQUEIRA, H. E.; TIBERY, L. R.; GUIDOLINI, J. F., VALLE JUNIOR, R. F.; RODRIGUES, V. A. Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do rio veríssimo, Veríssimo – MG. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2 2 3 6

SOARES, L. S. et al. **Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado**. Revista do Departamento de Geografia, v. 13, p. 82-100, 2016. Disponível em: <<http://twixar.me/DhRm>>. Acesso em: 27 de abril de 2024.

VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de bacias hidrográficas. In: PEREIRA, M. E.; FERREIRA, V. P.; CRUZ, M. C. P. **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal, 1994. p. 223-242.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. 1ª edição São Paulo. Editora McGraw-Hill do Brasil LTDA. Cap2, p 13 -20.

WALSH, C. J.; ROY, A. H.; FEMINELLA, J. W.; COTTINGHAM, P. D.; GROFFMAN, P. M.; MORGAN II, R. O. **The urban stream syndrome: current knowledge and the search**. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, n. 3, 2005, p. 706-723.