



**Morfometria, uso e cobertura da terra, e estrutura fundiária na
microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo, Palmeira d'Oeste - SP**

*Morphometry, land use and cover, and land structure in the Córrego do Cervo watershed,
Palmeira d'Oeste - SP*

*Morfometría, uso y cobertura del suelo y estructura del suelo en la cuenca del Córrego do
Cervo, Palmeira d'Oeste - SP*

Julia de Paula Maschio

Mestranda em Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental, UNESP, Brasil.
julia.maschio@unesp.br

Ândria Carolina Leite de Souza

Mestranda em Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental, UNESP, Brasil.
andria.leite@unesp.br

César Gustavo da Rocha Lima

Professor Doutor, UNESP, Brasil.
cesar.lima@unesp.br



RESUMO

Para o planejamento ambiental e gestão dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica é essencial identificar os aspectos morfométricos e a evolução do uso e cobertura da terra. O presente trabalho objetivou a análise morfométrica e de uso e cobertura na microbacia do Córrego do Cervo, através de ferramentas técnicas de sensoriamento remoto e ferramentas dos 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. Para o uso e cobertura foi empregado como banco de dados o Projeto MapBiomias – Coleção 8 para os anos de 1900, 2000, 2010, 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 compactidade ($K_c=1,579$), 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. Na caracterização fundiária, destacou-se a predominância de pequenas propriedades, e o domínio da pastagem em relação aos demais usos.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto. Gestão Ambiental. Geotecnologia.

ABSTRACT

For environmental planning and management of natural resources in a river basin, it is essential to identify the morphometric aspects and the evolution of land use and coverage. This study aimed to perform morphometric and land use and coverage analysis in the Córrego do Cervo microbasin, using remote sensing technical tools and Geographic Information Systems (GIS) tools. By delimiting the basin in the ArcGIS 2018 software (ESRI, 2020), the variables for calculating the morphometric parameters were obtained. For use and coverage, the MapBiomias Project – Collection 8 for the years 1900, 2000, 2010, 2020 and 2022 was used as a database. When interpreting the morphometric parameters, it is concluded that the microbasin 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 shape factor ($K_f = 0.229$). Through the analysis of land use and occupation, it was found that the predominance of pasture and pasture and agriculture mosaic was 47.649% and 16.207%, respectively, of the total area in 2022, which is an indication of vulnerability to erosion. In the land characterization, the predominance of small properties and the dominance of pasture in relation to other uses stood out.

KEYWORDS: Remote Sensing. Environmental Management. Geotechnology.

RESUMEN

Para la planificación ambiental y la gestión de los recursos naturales de una cuenca hidrográfica, es fundamental identificar los aspectos morfométricos y la evolución del uso y cobertura del suelo. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la morfometría y el uso y cobertura en la cuenca del Córrego do Cervo, utilizando herramientas técnicas de teledetección y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Al delimitar la cuenca en el software ArcGIS 2018 (ESRI, 2020) se obtuvieron las variables para el cálculo de los parámetros morfométricos. Para su uso y cobertura se utilizó como base de datos el Proyecto MapBiomias – Colección 8 para los años 1900, 2000, 2010, 2020 y 2022. Al interpretar los parámetros morfométricos se concluye que la cuenca es alargada y con baja susceptibilidad a inundaciones, como lo corrobora el coeficiente de compactidad ($K_c=1.579$), el índice de circularidad ($I_c=0.395$) y el factor de forma ($K_f=0.229$). A través del análisis de uso y ocupación del suelo, se encontró que el predominio del pasto y mosaico de pasto y agricultura, siendo el 47.649% y 16.207%, respectivamente, del área total en el año 2022, lo que es un indicativo de vulnerabilidad ante la ocurrencia de erosión. En la caracterización del suelo destacó el predominio de las pequeñas propiedades y el predominio del pasto en relación a otros usos.

PALABRAS CLAVE: Teledetección. Gestión Ambiental. Geotecnología.



1 INTRODUÇÃO

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).

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.

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. (Christofolletti, 1980).

Visando aprimorar o gerenciamento dos recursos naturais e ampliar a análise dos recursos hídricos são elaborados estudos morfométricos das redes de drenagem em bacias hidrográficas. Segundo Christofolletti (1980), 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. 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 Christofolletti (1980). A partir da determinação dos índices morfométricos, pode-se realizar interpretações para inferir quais os riscos e potencialidades do objeto de estudo, e avaliar os impactos ambientais gerados principalmente em decorrência das ações antrópicas.

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 da terra.

Sabendo que o uso e cobertura da terra 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.

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).

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. 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).

Santos et al. (2012), por exemplo, empregou as ferramentas para analisaram a morfometria das sub-bacias hidrográficas Fojo e Perdizes, no município de Campos do Jordão-SP, e como resultado verificaram que em condições normais de precipitação, as sub-bacias são pouco suscetíveis a enchentes reforçando os índices de circularidade encontrado. 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.

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem a proposição de realizar a análise morfométrica e de uso e cobertura da terra da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo, através de técnicas de sensoriamento remoto e ferramentas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Pela predominância de zona rural na área de extensão da microbacia, também serão comparados os dados de uso e cobertura da terra com a estrutura fundiária. Almeja-se que os resultados gerados sejam referência para elaboração de estudos ambientais voltados para planejamento urbano e gestão dos recursos naturais do município de Palmeira d'Oeste - SP.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

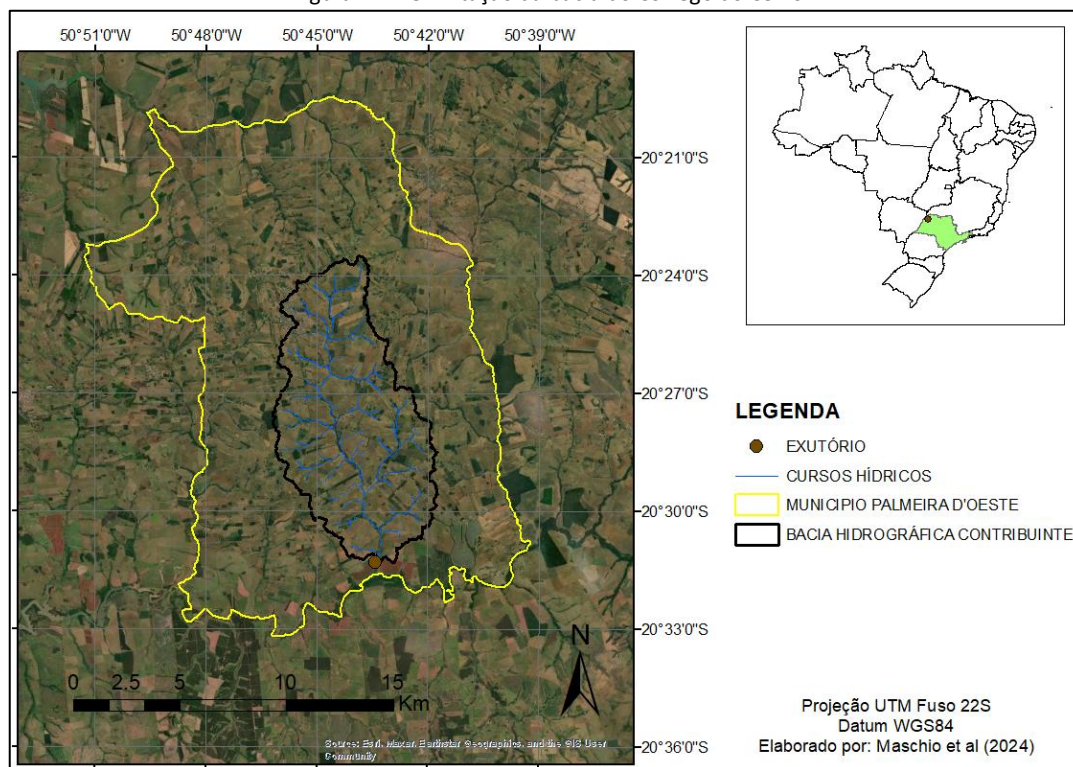
A microbacia hidrográfica do córrego do Cervo é pertencente ao município de Palmeira d'Oeste, e ao longo de sua extensão é margeado por diversas propriedades rurais e pela proximidade com a zona urbana tanto do município como do distrito de Dalas-SP.

O município Palmeira d'Oeste situa-se no estado de São Paulo, sob as coordenadas de latitude 20°24'59" S e longitude 50°45'43" O, estando a uma altitude de 433 metros, e seu território abrange uma área de 318,740 km². (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.

De acordo com o IBGE (2022), verifica-se que o município está no bioma da Mata Atlântica. 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 18º 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 ao norte do município e Argissolos Vermelho-Amarelos no restante do território.

Figura 1 – Delimitação da bacia do Córrego do Cervo



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Estruturação do Banco de Dados

Para os processos técnicos, inicialmente montou-se um banco de dados no software ArcGis 10.8 (ESRI, 2020), onde foram inseridos os dados espaciais necessários a este estudo, sendo: dados Modelo Digital de Elevação da área de estudo; dados de Modelo Digital de Terreno proveniente do ALOS PALSAR, um produto altimétrico do projeto da Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (JAXA), cujos resultados são previamente processados pela Alaska Satellite Facility (ASF, 2023), oferecendo imagens com resolução espacial de 12,5 metros no formato Geotiff; as camadas disponíveis no Projeto MapBiomass – Coleção 8; e shapefile do perímetro dos imóveis rurais no estado de São Paulo obtido no Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo (SICAR) disponibilizadas em 04 de junho de 2024.

3.3 Análise Morfométrica

A delimitação da bacia foi materializada automaticamente por meio do uso de um Modelo Digital de Terreno da área de estudo no SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020), onde os arquivos



vetoriais e matriciais foram gerenciados, manejados e tratados. As ferramentas empregadas no processo são extensões disponibilizadas pelo *Environmental Systems Research Institute* (ESRI): *Spatial Analyst* e *Hydrology Modeling*, sendo elas: *Fill* (preenchimento de falhas), *Flow Direction* (direção do fluxo), *Flow Accumulation* (fluxo acumulado), *stream order*, *Con* (condição), *stream to feature* e *Watershed* (delimitação da bacia).

A partir do MDT e das características espaciais da bacia, foi possível a geração de produtos altimétricos bem como realizar os cálculos dos 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. <ul style="list-style-type: none">• $1,00 < K_c < 1,25$ – 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. <ul style="list-style-type: none">• $0,75 < K_f < 1,00$ – 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 relação entre a área de drenagem e o perímetro. <ul style="list-style-type: none">• $I_c = 0,51$ – 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.	$I_c = 12,57 * \frac{A}{P^2}$
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 <ul style="list-style-type: none">• $I_s < 1,00$ – 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 pelos autores.



3.4 Análise de uso e cobertura da terra

Os dados necessários para realizar a análise de uso e ocupação do solo foram obtidos por meio das camadas disponíveis no Projeto MapBiomass – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil para o período de 1990 a 2022 (MAPBIOMAS, 2024). Foram elaborados mapas de uso e ocupação da cobertura da terra para o município de Palmeira d'Oeste para os anos de 1990, 2000, 2010, 2020 e 2022. Ressalta-se que foi necessário reestabelecer a escala de tratamento dos dados e, para tal, foi feito o processamento das imagens empregando a “*reclassify*” para reclassificar os valores, de modo que fossem distribuídos valores das classes da Coleção 08 em novas classes para agrupá-las de acordo com o objetivo do estudo no SIG ArcGis 10.8 (ESRI, 2020).

3.5 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).

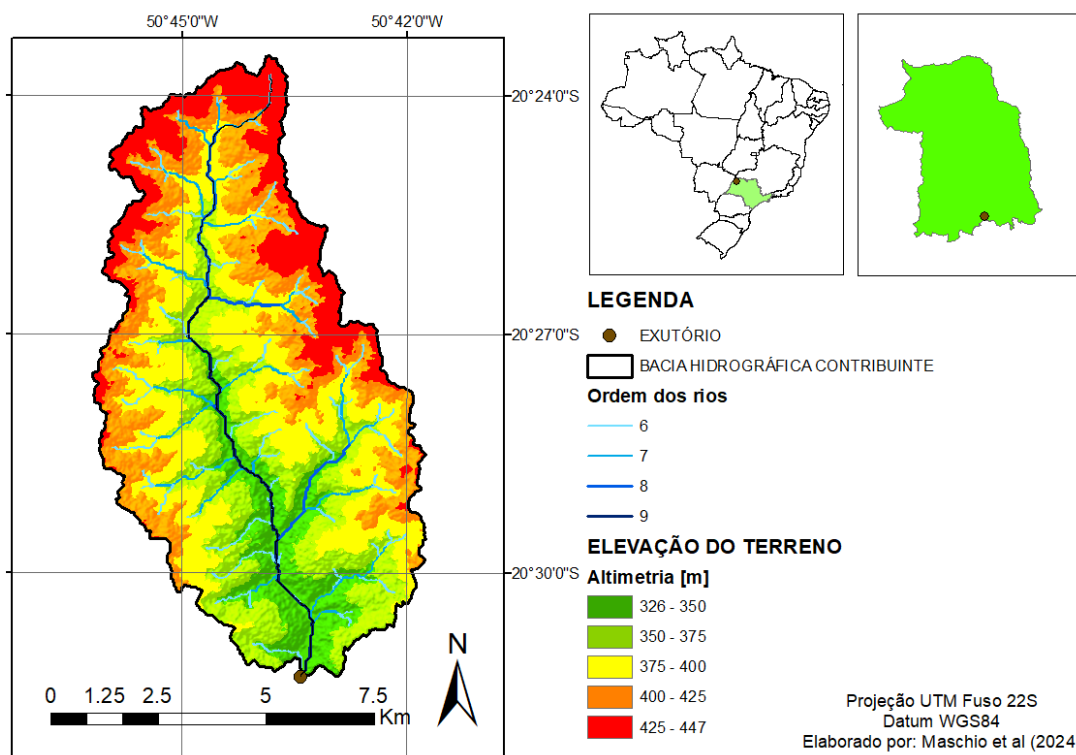
Por fim, os resultados foram compilados e discutidos com vistas a gestão e planejamento ambiental.

4 RESULTADOS

4.1 Elevação do terreno e declividade

Na representação da microbacia estão evidenciados os cursos hídricos que compõe o Córrego do Cervo e a elevação altimétrica do terreno.

Figura 2 – Mapa da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo



Fonte: Elaborado pelos autores.

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.

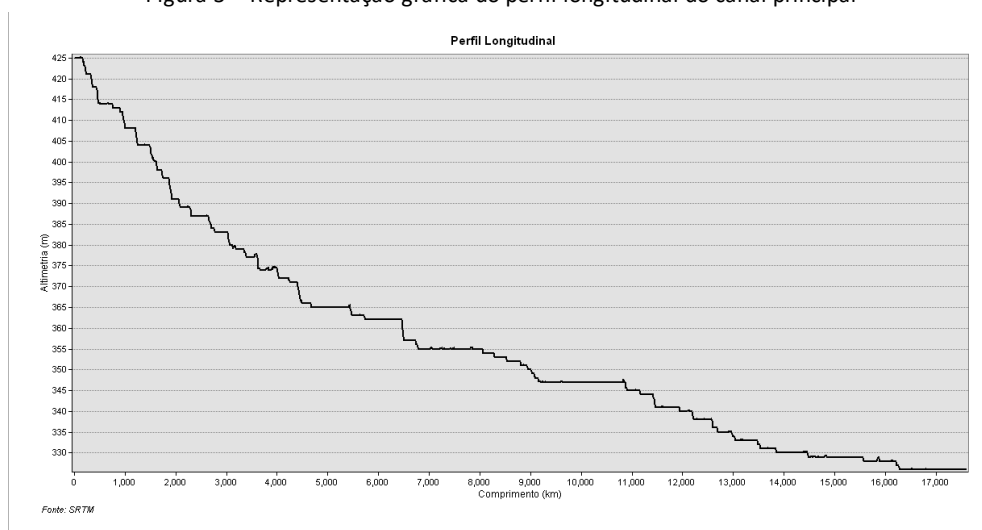
Na sequência, foi estudado o perfil longitudinal do canal principal como ilustra a



Figura 3. 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. Destaca-se a declividade mais acentuada no terço superior da bacia, isto é, nos primeiros 4 km do curso.

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.

Figura 3 – Representação gráfica do perfil longitudinal do canal principal

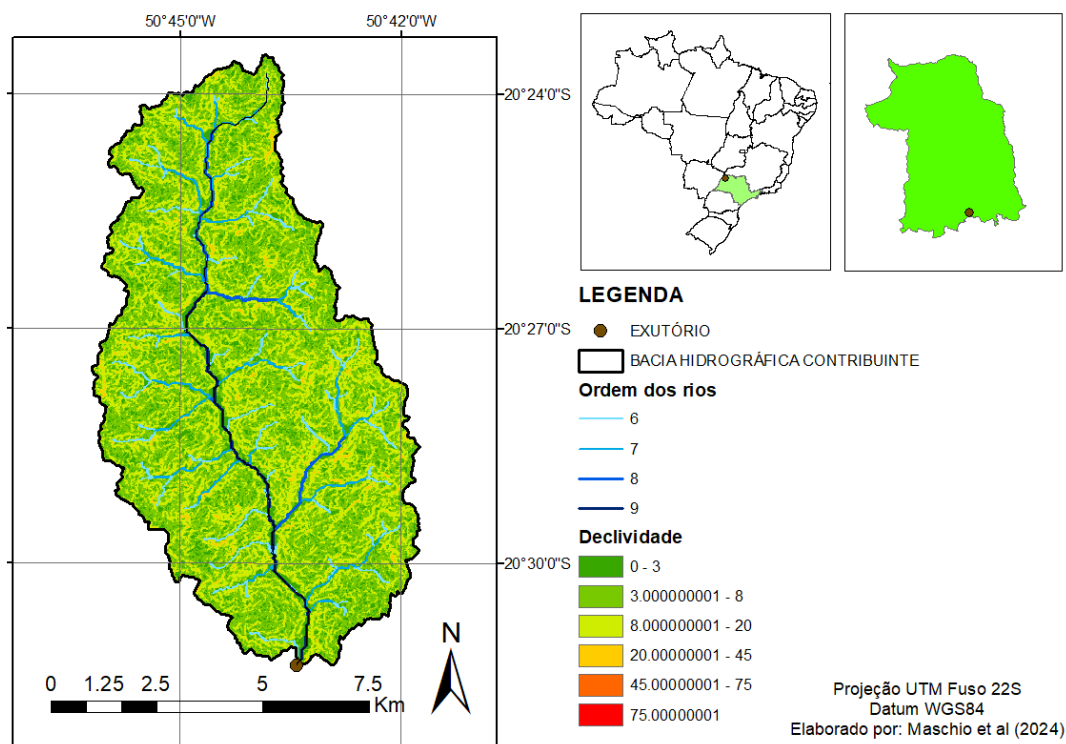


Fonte: Elaborado pelos autores.

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.

Na sequência foi avaliado a declividade, pois 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.

Figura 4 – Mapa de declividade da microbacia hidrográfica do Córrego do Cervo



Fonte: Elaborado pelos autores.

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).

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).

4.2 Parâmetro Morfométrico



Tabela 1 – Parâmetros morfométricos a serem analisados

Parâmetros	Resultado	Suscetibilidade natural a enchentes e inundação
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	9ª	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 pelos autores.

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 (Christofletti, 1980). 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 transicionais. 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.

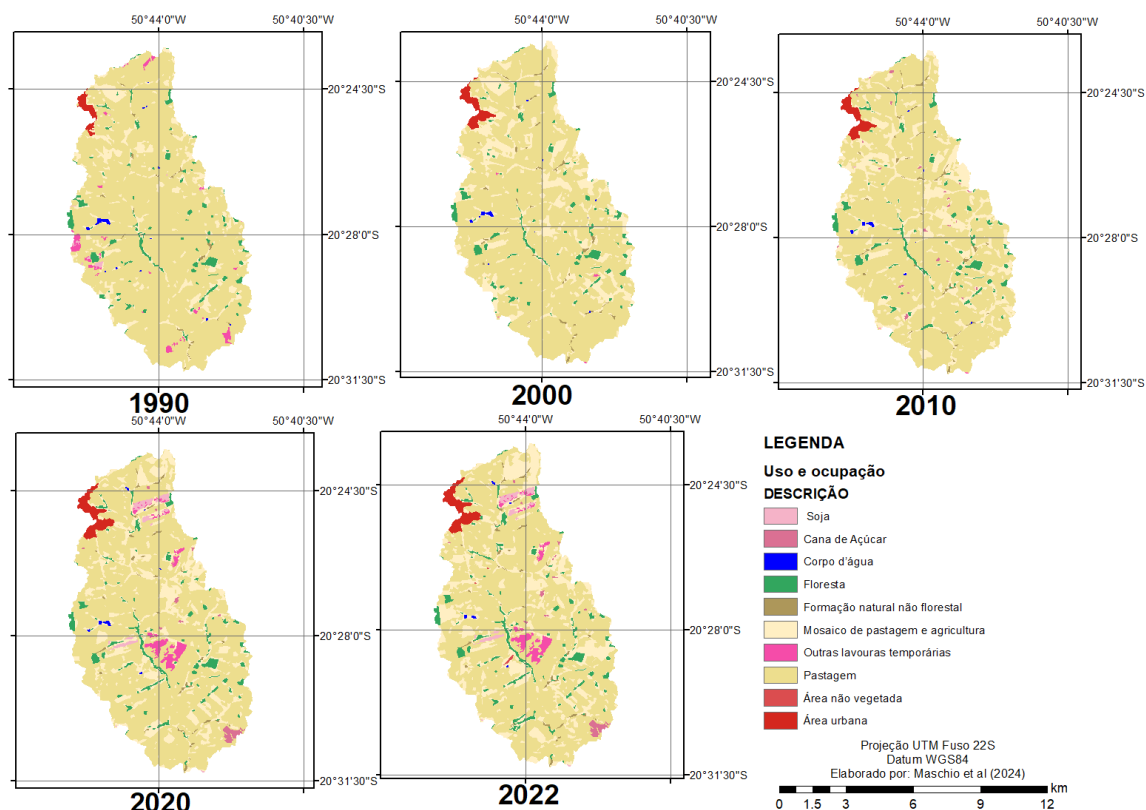
Conceitualmente, a densidade de drenagem (D_d) fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia. De acordo com Villela e Matos (1975), o índice tem uma variação de 0,5 km/km² para bacias com drenagem pobre à valores maiores ou iguais a 3,5 km/km² para bacias com alta tendência a drenagem. No 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.

4.3 Análise de uso e cobertura

Análise do uso e cobertura para os períodos de 1990, 2000, 2010, 2020 e 2022. 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

Figura 5 – Mapa uso e cobertura de 1990 a 2022



Fonte: MapBiomias – Coleção 8 (2022). Editado pelos autores.

Tabela 2 – Estimativa de uso e ocupação do solo de 1990 a 2022

ID	Classe	1990		2000		2010		2020		2022	
		Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
1	Floresta	2.243	3.162%	2.180	3.074%	2.245	3.165%	2.513	3.543%	2.825	3.983%
2	Formação natural não florestal	0.246	0.347%	0.531	0.749%	0.544	0.767%	0.482	0.680%	0.515	0.726%
3	Pastagem	59.420	83.777%	53.905	76.002%	52.575	74.127%	50.895	71.759%	47.649	67.184%
4	Soja	0.165	0.233%	0.000	0.000%	0.012	0.017%	0.657	0.926%	0.655	0.924%
5	Cana de Açúcar	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.225	0.317%	0.431	0.608%	0.453	0.639%
6	Algodão	0.000	0.000%	0.000	0.000%	0.010	0.014%	0.000	0.000%	0.000	0.000%
7	Outras lavouras temporárias	0.783	1.104%	0.038	0.054%	0.000	0.000%	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%
11	Mosaico de pastagem e agricultura	7.344	10.354%	13.237	18.663%	14.262	20.108%	13.345	18.816%	16.207	22.852%
12	Área urbana	0.549	0.774%	0.909	1.282%	0.940	1.325%	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%	0.059	0.083%
14	Corpo d'água	0.176	0.248%	0.126	0.178%	0.113	0.159%	0.113	0.159%	0.069	0.097%
Área total		70.926	100.00%	70.926	100.000%	70.926	100.000%	70.925	100.000%	70.923	100.000%

Fonte: MapBiomias – Coleção 8 (2022). Editado pelos autores

Analisando os resultados apresentados, pode-se verificar que a classe floresta, isto é, a vegetação densa, se manteve acima de 3% da área total em toda série histórica. Observa-se que de 2000 a 2022 observou-se um aumento (29,58%) da área ocupada. Enquanto, a formação natural não florestal, dita como vegetação rasteira, oscilou de 0,4 a 0,5% da área ocupada, sendo que no intervalo de 1990 a 2022 verificou-se um crescimento.

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 2022 teve a menor área ocupada e ainda assim representava 67,184% cerca de 47.649



km². 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 2010, sendo em 2020 a 2022 se manteve em torno de 0,6% da área ocupada.

Avaliando a cultura do algodão, foi observado exclusivamente em 2010, representando cerca de 0,01 km² sendo 0,014% da área ocupada. 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 2000 houve uma redução (9,28%) em relação a 1990, e outra redução em 2020 para 13,345 km², porém o crescimento visto em 2022 não foi superior ao valor apresentado em 1990.

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 1990 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 1990 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 hídrico, 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.

4.4 Caracterização Fundiária

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 3.



Tabela 3 – Evolução da estrutura fundiária de Palmeira d'Oeste de 1995 a 2017

Estrutura Fundiária	UPAs	UPAs	UPAs	Variação %	Área	Área	Área	Variação %
	1995/1996	2007/2008	2016/2017	1995/96 - 2016/17	1995/1996	2007/2008	2016/2017	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: LUPA/CATI (2024). Adaptado pelos autores

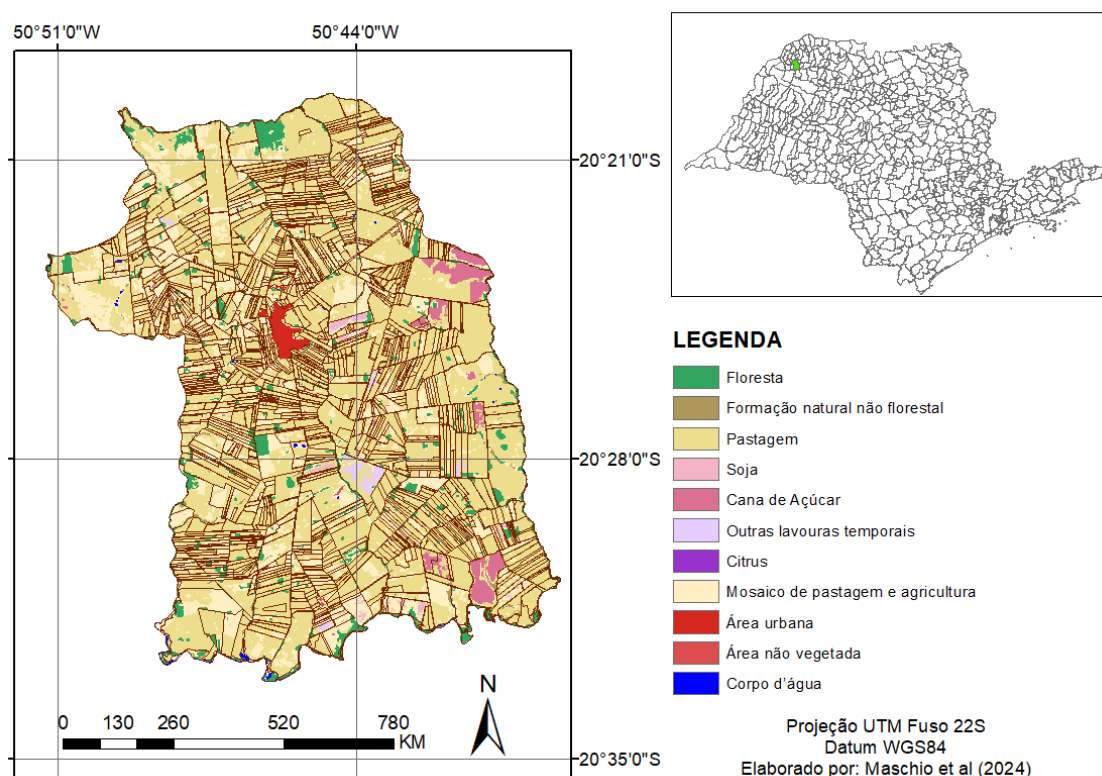
No geral verifica-se um aumento geral de Unidades de Produção Agrícolas (UPAs) cadastradas, representando um aumento de 29,69% de 1995/96 a 2016/17. Quanto as áreas ocupadas, também foi registrado crescimento, sendo um aumento de 5,92% para o período analisado.

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%). Observa-se, que as pequenas propriedades predominam e estiveram em crescimento na série histórica analisada.

De maneira a avaliar como estão distribuídos os imóveis rurais no município foi gerado o mapa apresentado na .

Figura 6. 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.

Figura 6 – 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.

5 CONCLUSÃO

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 ($I_s=1,254$).



Ressalta-se que, ainda que o valor encontrado para densidade de drenagem ($D_d=2,007$ km/km²) indica tendência mediana ao escoamento superficial, os demais parâmetros apresentaram valores consistentes para baixa suscetibilidade a enchentes e inundações.

Quanto a análise de uso e ocupação para os anos de 1990, 2000, 2010, 2020 e 2022, verificou-se que a predominância de pastagem (oscilando de 47,649 km² a 59,420 km²), mosaico de pastagem e agricultura (variando de 7,344 km² a 16,207 km²), e floresta (com alterações de 2,180 km² até 2,825 km²). Dentre as produções agrícolas, destaca-se que a partir de 2005 tem se observado um crescimento na presença de soja e cana de açúcar.

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 fundiária para o município de Palmeira d'Oeste, destacou-se a predominância de pequenas propriedades. 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 uso. 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.

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 1990 a 2022, podendo ser um indicativo de diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos naturais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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>

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.

BATISTELLA, M.; VALLADARES, G. S. & BOLFE, E. L. **Monitoramento da expansão agropecuária como subsídio à gestão ambiental estratégica na Região Oeste da Bahia, Brasil**. 2008

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.

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.

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.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **ArcGIS for Desktop – ArcMap**, version 10.8. 2020. Disponível em: <<https://www.esri.com/ptbr/arcgis/products/index>>.



HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological society of America bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

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> Acesso em 09 de maio de 2024

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> Acesso em 09 de maio de 2024

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.

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.

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

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

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.

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.

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.

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

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