

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA JUPIRA UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Nicole Amadeu Dias¹ ; Milagros Castilla Huaman² & Adriana Zemiani Challiol³

Resumen: Es de suma importancia comprender el funcionamiento hidrológico de las cuencas fluviales, ya que desempeñan el papel de preservar el ecosistema y mantener los recursos hídricos. Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo analizar y determinar los parámetros morfométricos de la Cuenca del Jupira, compuesta por 8,7 km². Para ello se utilizó el mapa topográfico local, geoprocesado en DATUM: SIRGAS 2000 en el software QGis 3.36.2. Se encontró que la cuenca en estudio tiene un terreno suavemente ondulado, con una pendiente promedio de 2.32%, siendo el suelo mayoritariamente compuesto por latosol, con un 56.62% de área construida, un 35.82% de vegetación y un 7.56% de suelo expuesto. La cuenca puede clasificarse como de buen drenaje y baja susceptibilidad a inundaciones en condiciones normales de precipitación

Resumo: É de extrema importância compreender o funcionamento hidrológico de bacias hidrográficas, pois elas desempenham o papel de preservação do ecossistema e manutenção dos recursos hídricos. Deste modo, este artigo tem como objetivo analisar e determinar os parâmetros morfométricos da Bacia Jupira, constituída por 8,7 km². Portanto, utilizou-se a carta topográfica local, geoprocessadas no DATUM: SIRGAS 2000 no software QGis 3.36.2. Verificou-se que a bacia em estudo possui um terreno suavemente ondulado, com declividade média de 2,32%, com o solo sendo majoritariamente constituído de latossolo, possuindo 56,62% de área construída, 35,82% de vegetação e 7,56% de solo exposto. Podendo classificar a bacia sendo de boa drenagem e com baixa suscetibilidade de enchentes em condições de precipitação normal.

Palavras-Chave – Geoprocessamento, modelo numérico de terreno, gestão de recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A compreensão da dinâmica das águas na terra é essencial quando se fala sobre bacia hidrográfica, delimitada por divisores de água, formadas por áreas elevadas do relevo, que separam uma área de drenagem de outra. A água de chuva cai dentro dos limites da bacia e escoar superficialmente no solo formando riachos ou rios até atingir um ponto do efluxo que pode desaguar um lago que armazena a água ou no mar, ou infiltra no solo formando o lençol freático, abastecimento de aquíferos subterrâneos e nascentes, esta interação de processos determina a quantidade e qualidade de água disponível na bacia.

As bacias são fundamentais para o abastecimento de água potável, para a agricultura, para a produção de energia hidrelétrica e para a manutenção da biodiversidade. A eficiente gestão das bacias é fundamental para a proteção dos recursos hídricos e para a prevenção de problemas relacionados a alagamentos nas cidades, formando todo tipo de perda ou a escassez de água.

¹) Afiliação: Times New Roman, 8 pt com endereço completo, fone, fax e e-mail

²) Afiliação: Times New Roman, 8 pt com endereço completo, fone, fax e e-mail

Lei Federal Brasileira nº 9.433 estabelece que a água é um bem de domínio público e a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A PNRH disponibiliza a divisão hidrográfica, quantidade, qualidade e uso das águas, disponibilidade hídrica, eventos hidrológicos críticos, enquadramento dos corpos de água, regulação, fiscalização, planos e cobrança dos recursos hídricos. Desta forma, mostra-se essencial a caracterização das bacias para subsidiar a gestão dos recursos hídricos.

Deste modo, o trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica Jupira, localizada em Foz do Iguaçu, no estado do Paraná, a partir da estimativa de alguns parâmetros físicos, como o coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, ordem e densidade de drenagem.


MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está baseada na bacia hidrográfica Jupira, com aproximadamente 8,7 km², localizada entre as coordenadas de latitudes 25° 31' 02,60" S a 25° 29' 45,02" S e longitude 54° 35' 02,60" O a 54° 33' 21,72" O. Localiza-se nos municípios de Foz de Iguaçu, no estado de Paraná e abrange parte dos seguintes bairros: Vila A, Jardim Karla, Jardim das Laranjeiras, Jardim Petrópolis, Vila Portes, Vila B, Jardim Jupira e Jardim Itamaraty. A nascente localiza-se no bairro da Vila A e o exutório está localizado entre Jardim Jupira e Vila B, com deságue no Rio Paraná.

Segundo o ITC (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências) o tipo de solo que mais predomina na bacia de estudo é o Latossolo, a maior parte dos terrenos agrícolas do país, dentro da suas principais características são solos minerais, homogêneos e com a mesma aparência. São considerados profundos, bem drenados de textura argilosa, e por outro lado temos também em uma porcentagem menor o solo Nitossolo que tem características como sua textura argilosa, bem estruturados, pouco ácidos, boa drenagem interna podendo ter cor avermelhada ou escurecida, caso esteja em um relevo aplainado, torna-se possível o cultivo. Apresentando um clima subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, dado que apresenta massas tropicais instáveis, tendo uma média do mês mais quente superior a 22 °C, segundo a classificação de Koppen. A média anual durante os últimos 10 anos (2014 - 2023) foi de 1827,2 mm, tendo uma máxima de 2468,6 mm e a mínima de 1273 mm (SIH, 2024)

Figura 1 - Precipitação dos últimos 10 anos em Foz do Iguaçu




AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná

Sistema de Informações Hidrológicas - SIH



Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

Estação:	CACIC	Código:	02554030	Entidade:	AGUASPARANÁ
Município:	Foz do Iguaçu	Instalação:	01/08/1995	Extinção:	
Tipo:	P	Bacia:	Paraná 3	Sub-bacia:	2
Altitude:	245,497 m	Latitude:	25° 18' 22"	Longitude:	54° 24' 46"

ANO	Total anual	Máxima diária	Data da ocorrência	Dias de chuva
2014	2468,6	183,1	20/03/2014	106
2015	1919,2	63,6	04/05/2015	117
2016	1730,0	112,0	13/10/2016	100
2017	2140,0	122,2	19/05/2017	112
2018	1736,3	101,9	01/04/2018	107
2019	1576,5	67,5	05/04/2019	101
2020	1273,5	72,7	30/01/2020	76
2021	1338,5	115,7	21/01/2021	94
2022	1982,9	104,6	31/10/2022	107
2023	2106,8	171,4	03/11/2023	106

Resumo Anual

ANO	Total anual	Máxima diária	Dias de chuva
MÉDIA	1827,2	111,5	102,6
MINIMA	1273,5	63,6	76,0
MÁXIMA	2468,6	183,1	117,0
D. PADRAO	353,0	38,4	10,7

A temperatura média anual é de entre 27° C e 20° C (METEORED, 2024)

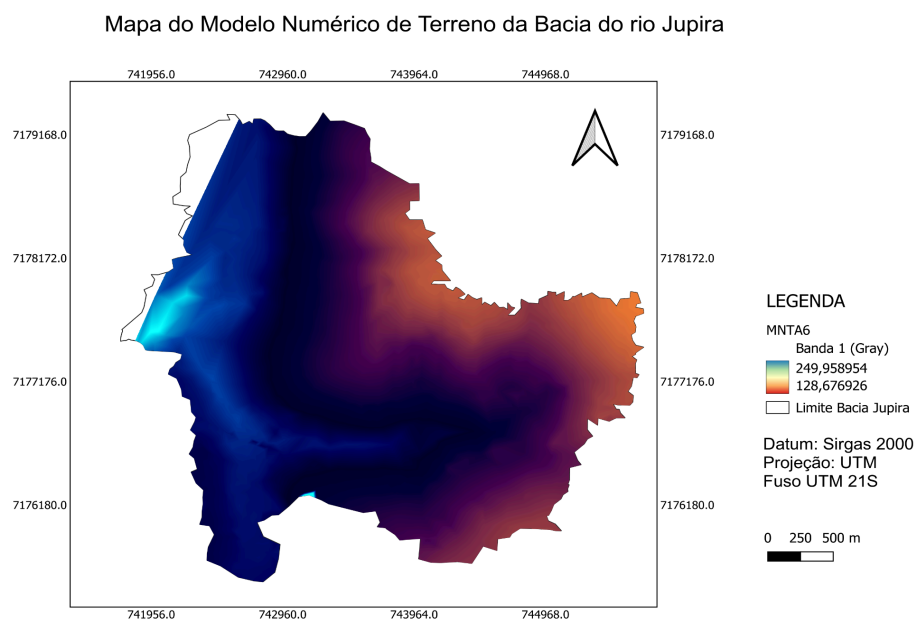
Figura 2 - Mapa de Geolocalização da Bacia Jupira.



Elaboração do Modelo Numérico do Terreno

O Modelo Numérico do Terreno (MNT) foi gerado pelo software *QGis 3.36.2*, com geolocalização DATUM: SIRGAS 2000, projeção UTM, como apresentado na figura 6.

Figura 3 - MNT da bacia Jupira



MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA

Por meio dos dados das cartas topográficas, foram obtidas diferentes características físicas da bacia hidrográfica Jupira, tais como: área da bacia, perímetro, comprimento do eixo da bacia,

coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, áreas de uso do solo, densidade de drenagem, comprimento do talvegue principal e secundários e ordem dos cursos d'água.

O coeficiente de compacidade (K_c) corresponde à razão entre perímetro da bacia em metros e a raiz da área da bacia em m^2 . O índice K_c foi determinado segundo a equação 1.

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

O fator de forma (F) corresponde a razão entre a área da bacia em m^2 e o comprimento axial da bacia em metros (equação 2). Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior (Villela e Mattos, 1975).

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

O índice de circularidade (IC) avalia o grau de alongamento da bacia. Uma bacia circular apresenta IC próximo da unidade, quando esse valor diminui, indica ser uma bacia alongada. No cálculo do IC utilizou-se a equação 3.

$$Ic = \frac{12,57 \cdot A}{P^2} \quad (3)$$

Em que: IC = índice de circularidade, A = área de drenagem (m^2) e P = o perímetro (m).

De acordo com Strahler (1957), a ordem da bacia é determinada considerando todos os canais sem tributários como de primeira ordem; os canais de segunda ordem, por outro lado, se originam da confluência de dois canais de primeira ordem; os de terceira ordem, por sua vez, formam-se pela junção de canais de ordem 2, sendo assim a ordem da bacia sendo a resultante de $n+1$ quando formadas pela junção de dois canais de ordem n .

A densidade de drenagem (Dd) indica quão eficiente é a drenagem da bacia, sendo determinada pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede de drenagem, sendo perenes, intermitentes ou temporários e a área total da bacia (equação 4).

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (4)$$

Sendo: Dd = densidade de drenagem (km/km^2); L_t = comprimento total de todos os canais (km); A = área de drenagem (km^2).

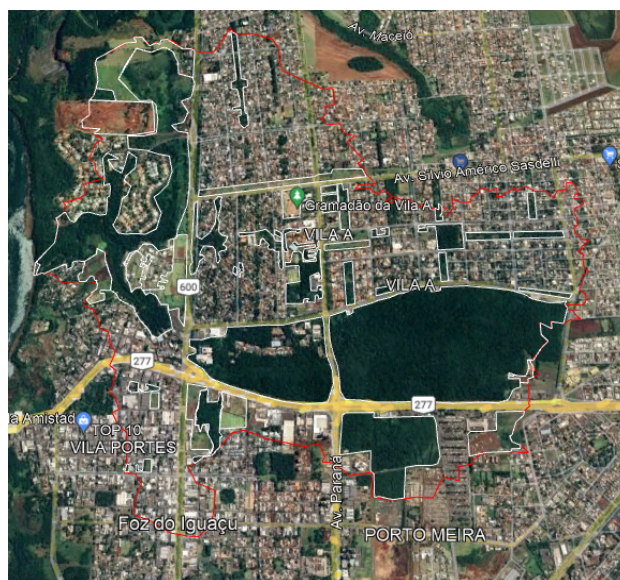
Segundo Carvalho (2007), a classificação da densidade de drenagem é expressa na tabela 1.

Tabela 1. Classificação da densidade de drenagem segundo Carvalho (2007)

Tipo de Drenagem	Densidade de Drenagem - Dd (Km/Km^2)
Bacias com drenagem pobre	$Dd < 0,5$
Bacias com drenagem regular	$0,5 < Dd < 1,5$
Bacias com drenagem boa	$1,5 < Dd < 2,5$
Bacias com drenagem muito boa	$2,5 < Dd < 3,5$

A área de uso e ocupação do terreno foi determinado com o mapa cartográfico do terreno, realizando o traçado plotando a delimitação da bacia no Google Earth, traçando com o comando “polyline” as divisões de áreas de vegetação, áreas de solo exposto e áreas impermeáveis, residenciais. Posteriormente, as polilinhas são plotadas no QGis e determinado a somatória de áreas para cada tipo de ocupação.

Figura 4 - Localização da bacia na cidade de Foz do Iguaçu



A declividade média do talvegue consiste entre a variação de altitude entre a nascente e o exutório da bacia e o comprimento de drenagem. A declividade média do terreno consiste entre a variação de altitude entre dois pontos do terreno e a distância horizontal que os separa. Obtida pelo MNT gerado a partir da carta topográfica no Qgis, sendo posteriormente classificado conforme classes propostas na tabela 2.

Tabela 2. Classificação da declividade segundo a EMBRAPA

Declividade (%)	Discriminação
0 - 3	Relevo Plano
3 - 8	Relevo suavemente ondulado
8 - 20	Relevo ondulado
20 - 45	Relevo fortemente ondulado
45 - 75	Relevo montanhoso
>75	Relevo fortemente montanhoso

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 apresenta um relatório contendo todos os parâmetros de interesse calculados da bacia Jupira.

Tabela 3. Características físicas da bacia hidrográfica Jupira

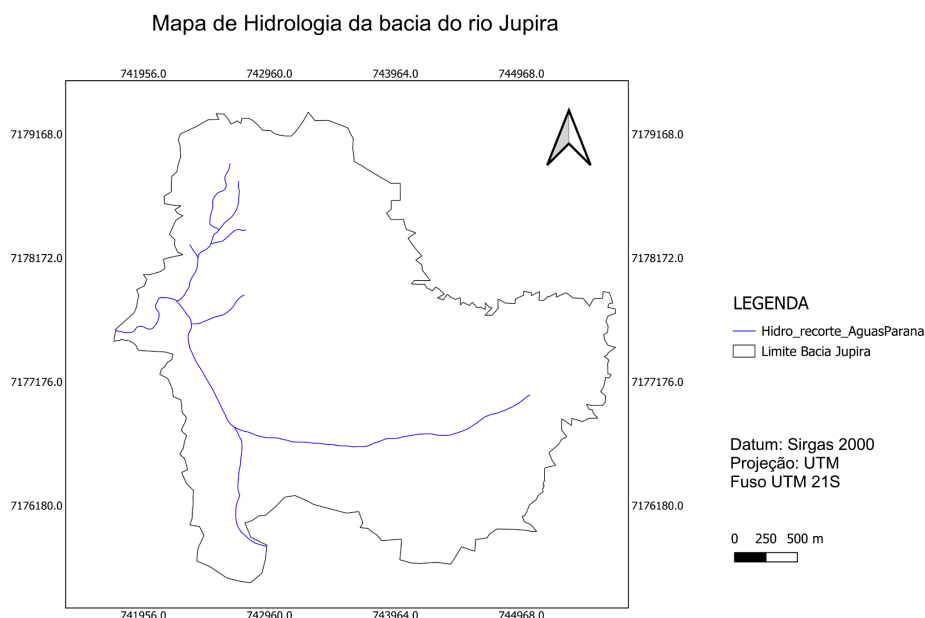
Características físicas	Resultados
Área de drenagem (Km ²)	8,709
Perímetro (Km)	18,459
Comprimento do rio principal (Km)	4,791
Comprimento do eixo da bacia (Km)	3,861
Comprimento total de todos os canais (Km)	8,471
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,751
Fator de forma (F)	0,584
Índice de circularidade (IC)	0,321
Declividade média do talvegue (%)	2,32
Declividade média do terreno (%)	3,39
Altitude máxima (m)	245,000
Altitude média (m)	175,000
Altitude mínima (m)	105,000
Ordem da bacia	3
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,973
Área de Vegetação (%)	35,82
Área de Solo Exposto (%)	7,56
Área Construída (%)	56,62

Considerando os resultados obtidos pode-se classificar a bacia hidrográfica Jupira como de boa drenagem e com baixa suscetibilidade de enchentes. Isso pode ser constatado pelo coeficiente de compacidade (Kc) apresentar o valor diferente de 1, o fator de forma (F) apresentar um valor bem abaixo de 0,8 e o índice de circularidade (IC) apresentar forma alongada, pois segundo Schumm (1956), os valores menores que 0,51 significa que a bacia tende a ter forma mais alongada, favorecendo os processos de escoamento.

A densidade de drenagem é um fator importante que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia, ou seja, apresenta o quão permeável a bacia pode ser (segundo Cardoso et al., 2006). A densidade de drenagem da bacia apresentada (segundo Carvalho, 2007) é boa, indicando área permeável, concluindo-se que a bacia possui baixa suscetibilidade a enchentes,

em condições normais de precipitação. É possível analisar o percurso do rio principal e dos talvegues secundários na figura 8.

Figura 5 - Representação do talvegue principal e secundários



Na figura 9 é possível verificar a hierarquização da bacia em estudo, sendo de ordem 3 segundo Strahler (1957).

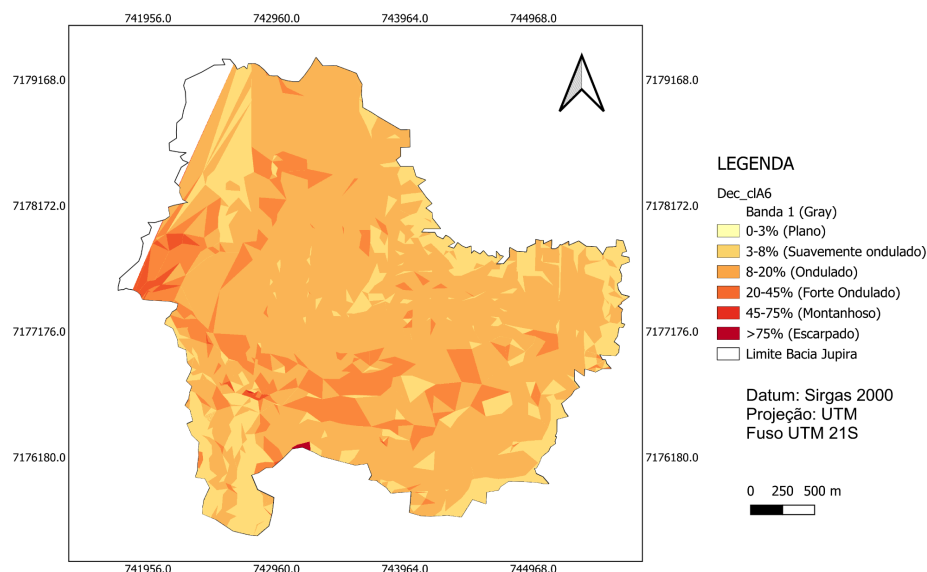
Figura 6 - Representação da Ordem da Bacia



Pode-se verificar que a declividade do terreno não apresenta grande influência na velocidade do escoamento, sendo composta, majoritariamente, por relevo suavemente ondulado, e pequenas porcentagens de relevo plano e ondulado. Entretanto, próximo ao exutório apresenta um relevo fortemente montanhoso, onde a bacia Jupira deságua no rio Paraná, podendo ser observado na figura 10.

Figura 7 - Distribuição das classes de declividade da bacia hidrográfica Jupira

Mapa de Declividade da Bacia do rio Jupira



A região onde se localiza a bacia Jupira é urbanizada e está em expansão, atualmente apresentando 4,93 Km² de área construída, representando 56,62% da área total do terreno. As áreas que futuramente serão urbanizadas, nomeada como solo exposto, apresenta área total de 0,66 Km², representando 7,56% da área total do terreno. A área de cobertura vegetal, em sua maior parte, é de reserva ambiental, contemplando 3,12 Km², representando 35,82% da área total da bacia. Podendo verificar as divisões do uso e ocupação na figura 11.

Figura 8 - Divisões de áreas de uso e ocupação do solo.

Mapa de Áreas da Bacia do rio Jupira

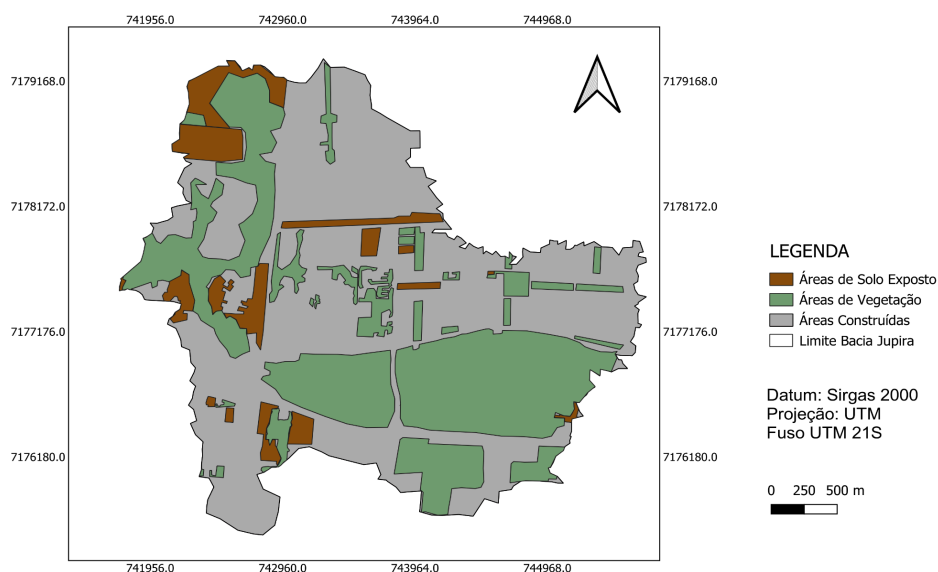
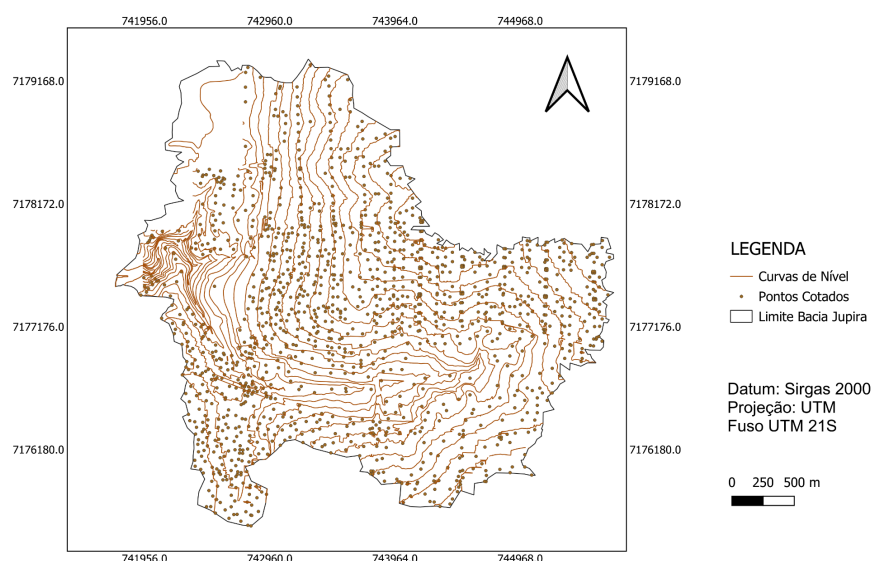


Figura 9 - Mapa da Altimetria da Bacia Jupira.

Altimetria da bacia do rio Jupira



CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, é possível classificar a bacia hidrográfica Jupira como de baixa suscetibilidade a enchentes em condições normais de precipitação.

A bacia estudada contempla características de relevo suavemente ondulado, declividade média de 3,39% e com uma boa densidade de drenagem.

O uso e ocupação do solo da bacia representa uma área parcialmente urbanizada, onde 56,62% da área total está pavimentada, e os outros 43,38% estão divididos entre vegetação densa e áreas de solo exposto, com previsão de urbanização.

REFERÊNCIAS

ANA. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em:

<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>.

Acesso em: 26 ago. 2024.

ANDRADE, B.C.; et al. (2009). “*Caracterização Morfométrica De Uma Bacia Hidrográfica Utilizando Sistema De Informações Geográficas*” in Anais do XVIII Simpósio de Recursos Hídricos do Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Nov. 2009.

BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 26 ago. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/> Acesso em: 26 ago. 2024.

IAT. Clima-Estado do Paraná. Instituto Água e Terra. Disponível em:

https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_climas_a3.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.

IAT. Solo-Estado do Paraná. Instituto Água e Terra. Disponível em:

https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_solos.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.

MANOEL, J.L. (2016). “*Levantamento e Análise das Densidades de Drenagem das Bacias Hidrográficas dos Rios Iguapeí e Peixe*” in Anais do XVIII Encontro Nacional de Geógrafos, São Luís, Jul. 2016.

SIH. Sistema de Informações Hidrológicas. Águas Paraná. Disponível em:

<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasAnuaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>. Acesso em: 26 ago. 2024.

TEMPO. Histórico Da Previsão Do Tempo Para Foz Do Iguaçu. Disponível em:

<https://www.tempo.com/foz-do-iguacu-aeroporto-sactual.htm#:~:text=Temperatura%20M%C3%A1xima%2028%20%C2%B0C,Umidade%20m%C3%ADnima%2034.4%20%25>. Acesso em: 26 ago. 2024.