



Análise multitemporal do uso e ocupação do solo e morfométrica da microbacia do Córrego do Aranha em Itapeva-SP

Henrique de Carvalho Siqueira

Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, FEIS-UNESP, Brasil.
henrique.carvalho@unesp.br

César Gustavo da Rocha Lima

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

José Augusto de Lollo

Professor Doutor, FEIS-UNESP, Brasil.
jose.lollo@unesp.br

RESUMO

Do início do século passado até os dias atuais o Brasil teve grande migração de pessoas da zona rural para a urbana. Isso resultou em muitos casos em um crescimento desordenado das cidades e ocupação de áreas potencialmente inundáveis, que com a impermeabilização do solo potencializou tais efeitos e, com a constante expansão de áreas urbanas, tende a aumentar ainda mais a ocorrência de eventos extremos. O objetivo do presente trabalho foi analisar a evolução do uso e ocupação do solo entre os anos de 1991 e 2020, além de estudar os parâmetros morfométricos da microbacia do Córrego do Aranha, no município de Itapeva-SP. Essas análises foram realizadas com auxílio de imagens de satélite LANDSAT5 e LANDSAT8, além do modelo digital de elevação SRTM, através do *software* SPRING 5.4.3. Os resultados indicaram um crescimento da zona urbana em cerca de 88% dentro da bacia ao longo do período de estudo, sendo grande parte dessa expansão em área onde já se observavam inundações, em parte canalizada do curso d’água. Por fim os resultados da análise morfométrica apontaram também médias a baixas tendências a inundações naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria. SPRING. Sistema de Informações Geográficas.

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e a crescente urbanização brasileira que vêm ocorrendo desde o início do último século, provocou mudanças bruscas no uso e ocupação do solo. Santos (2019) aponta que apenas entre as décadas de 1990 até 2010, houve um crescimento da população em zonas urbanas de 75,59% a 84,36%. Essa ampliação sem planejamento em regiões potencialmente problemáticas, aliado a canalizações e retificações de cursos d’água, pode potencializar a ocorrência de inundações em áreas naturalmente alagáveis (FRITZEN; BINDA, 2011; BENTOS *et al.* 2021).

Nesse contexto, denota-se a importância do conhecimento de características físicas da bacia e de seu uso e ocupação do solo, que podem auxiliar na análise de tendência natural às cheias (VILLELA; MATOS, 1975) e, conseqüentemente, no planejamento urbano a fim de minimizar impactos sociais e ambientais. Comumente nesses estudos, faz-se o uso de geotecnologias e produtos de sensoriamento remoto para a análise de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas e determinação de uso e ocupação do solo (SILVA, 2018).

A difusão de dados gratuitos de elevação do terreno, em especial os disponibilizados pela United States Geological Survey, da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (USGS, 2022), os Modelos Digitais de Elevação (MDE), somada aos softwares de Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG), auxiliam na obtenção de informações morfométricas de bacias hidrográficas. O imageamento de satélite, analisado ao longo de um período, auxilia também no entendimento da transformação do uso e ocupação do solo e pode indicar potenciais riscos ambientais nesse crescimento e estabelecer diretrizes para a expansão urbana mais adequada (RODRIGUES *et al.*, 2020).

O Córrego da Aranha está situado na Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (UGRHI 14), com nascente no município de Itapeva, São Paulo, e foz no Córrego Pilão d’Água. A área de estudo recebe o escoamento de considerável parte urbanizada da cidade. Segundo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (CBHALPA, 2021) o curso hídrico é de classe 4, ou seja, que se destina a usos menos exigentes e harmonia paisagística.

Historicamente, a cidade se desenvolveu à margem esquerda do córrego, que, com a urbanização foi canalizado. Com a expansão da área urbana nas últimas décadas, percebem-se processos de loteamento e impermeabilização do solo na margem direita do curso hídrico, que historicamente apresenta cheias em áreas mais baixas e de menor declividade, ocupadas ao longo dos anos, causando assim impactos aos moradores dessa região.

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos, avaliando dados de parâmetros morfométricos e dinâmicas de uso e ocupação do solo, separadamente ou integrados, para determinação de áreas sensíveis em bacias e, principalmente em regiões que sofrem intensos processos de urbanização nas últimas décadas, como mostram os estudos de Oliveira, Acorsi e Smaniotto (2018), Miguel *et al.* (2013) e Souza e Félix (2017), dada a importância dessas análises para o entendimento do impacto gerado por esse fenômeno.

Isto posto, denota-se a necessidade de análise de uso e ocupação do solo ao longo das últimas décadas e das características morfométricas da microbacia do Córrego da Aranha, a fim de se determinar seus parâmetros morfométricos, analisar suscetibilidade da microbacia a eventos de inundações naturais e, partir dos mapas de uso e ocupação auxiliar num planejamento de expansão urbana de modo diminuir impactos na região.

2 OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo determinar os parâmetros morfométricos da microbacia do Córrego do Aranha, de sua nascente até o encontro com o Córrego do Mata Fome, no município de Itapeva, e realizar a análise multitemporal do uso e ocupação do solo na região, com o auxílio de geotecnologias.

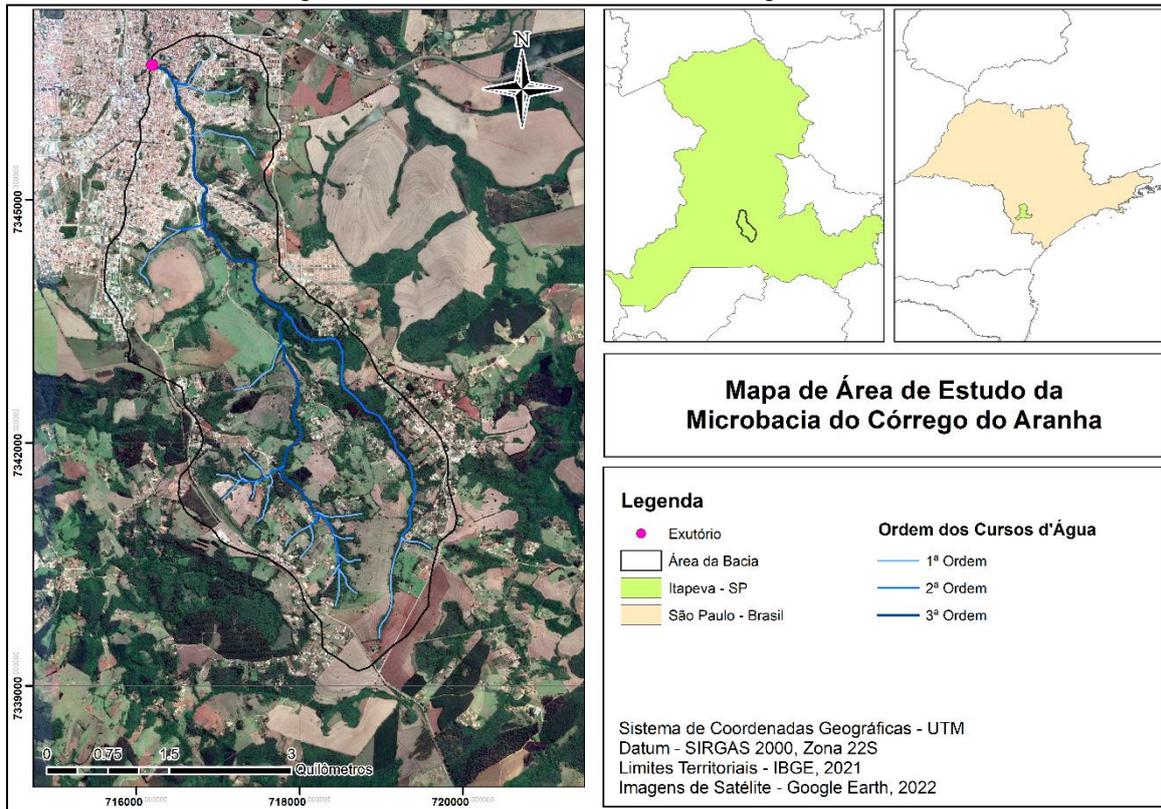
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Definição da Área de Estudo

A área de estudo compreende a microbacia do Córrego do Aranha localizada entre as coordenadas UTM 714.943 S 7.338.570 W e 721.988 S 7.348.415 W, localizadas no fuso 22S, e corresponde a uma parcela do município de Itapeva, São Paulo, com uma população estimada de aproximadamente 95.000 habitantes (IBGE, 2021). A parcela estudada da bacia corresponde ao seu alto curso e possui área aproximada de 16,53 km² e teve seu exutório considerado na confluência dos córregos do Aranha e Mata-Fome.

A região em que se encontra o município tem predominância pedológica de solos do tipo Latossolo com ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Háplicos, como aponta a classificação de DATAGEO (2022), com temperatura média anual de aproximadamente 19°C (INMET, 2022) e clima Cfa (Clima temperado quente), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. Ainda, segundo DATAGEO (2022), o município está situado em uma região em que predominam os biomas Cerrado e Mata Atlântica. A precipitação média anual no município é de 1.352,6 mm/ano (EMBRAPA, 2012). Apresenta-se na Figura 1 a área da microbacia do Córrego do Aranha.

Figura 1 – Área de estudo da microbacia do Córrego do Aranha



Fonte: Elaborado pelo autor

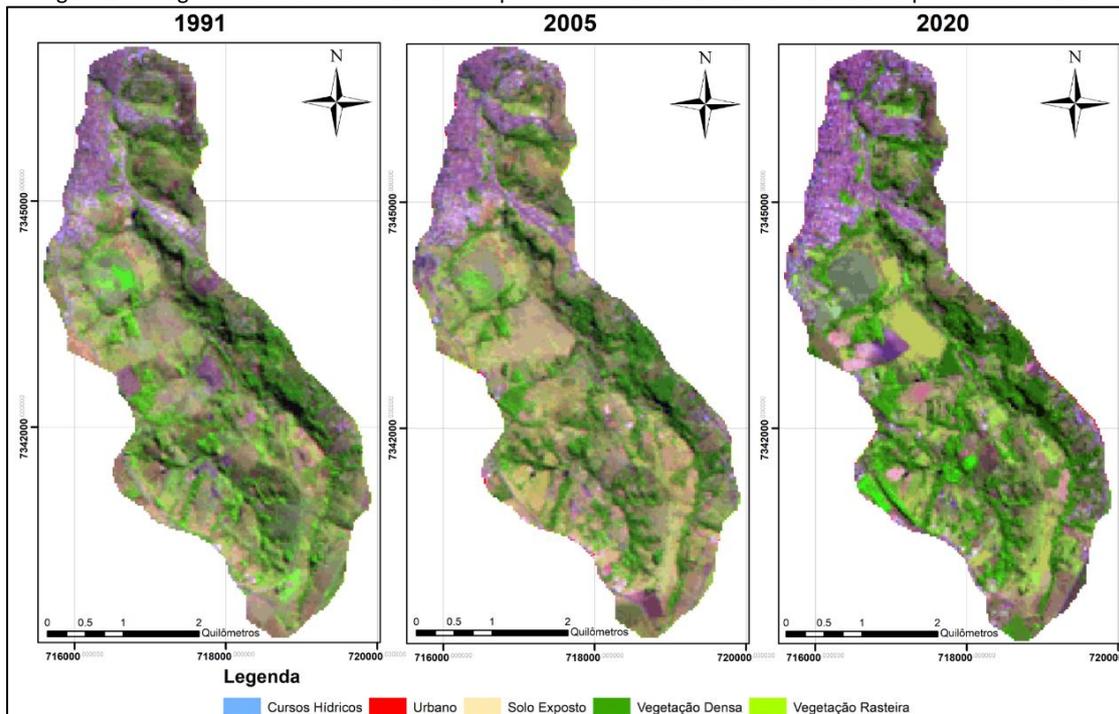
3.2 Aquisição de Dados

Para o estudo foram obtidos dados de elevação do terreno e imagens de satélite para auxílio da delimitação da bacia e determinação do uso e ocupação do solo, respectivamente. Foi realizada a análise multitemporal para avaliar a evolução da cobertura do solo em um período de aproximadamente 30 anos. Nesse contexto, foram adquiridos os dados:

- MDE SRTM de resolução espacial 30 m (USGS, 2022);
- Imagens LANDSAT5, sensor Thematic Mapper (TM), bandas 2, 3, 4 e 5 de 10/07/1991 e 17/08/2005 (INPE, 2022);
- Imagens LANDSAT8, sensor Operacional Land Imager (OLI), bandas 3, 4, 5 e 6 de 26/08/2020 (INPE, 2022).

Ressalta-se que, para o imageamento da década de 1990, foi utilizado o ano subsequente de 1991, devido à dificuldade dos autores de encontrar uma imagem de satélite na qual a cobertura por nuvens não afetasse a região de estudo. Apresenta-se na Figura 2 as imagens de satélite utilizadas para a classificação do uso e ocupação do solo.

Figura 2 – Imageamento de satélite LANDSAT5 para os anos de 1991 e 2005 e LANDSAT8 para o ano de 2020



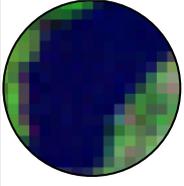
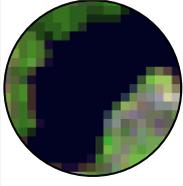
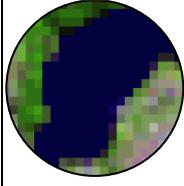
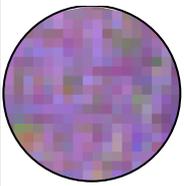
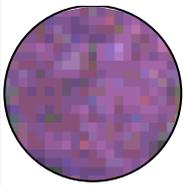
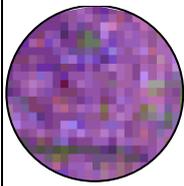
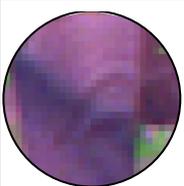
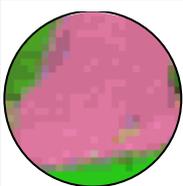
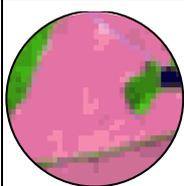
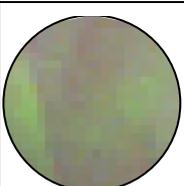
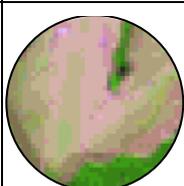
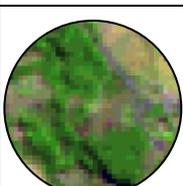
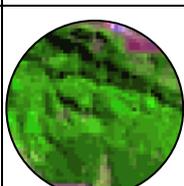
Fonte: INPE, 2022; adaptado pelo autor

3.3 Métodos

Inicialmente, realizou-se a importação das imagens LANDSAT para o software SPRING (CAMARA *et al.*, 1996), em sua versão 5.4.3, onde verificou-se o posicionamento das imagens em relação às coordenadas, com o auxílio da ferramenta Google Earth. Para as cenas obtidas do LANDSAT 5 (Sensor TM), dos anos de 1991 e 2005, foi necessária a realização do registro das imagens para correto posicionamento geográfico dos elementos, por meio do registro de tela, no qual tomou-se como base a imagem proveniente do LANDSAT8 (Sensor OLI).

Seguiu-se, então, o processo para classificação do uso e ocupação do solo, no qual foram utilizadas cinco classes para representação da região: corpos hídricos, urbano, solo exposto, vegetação rasteira e vegetação densa. Utilizou-se do método de classificação por pixels, onde, para os três cenários foi realizado o treinamento do software para classificação e utilizou-se a composição das bandas 3 (B), 4 (R) 5 (G) para as cenas obtidas com LANDSAT5 e composição de bandas 4 (B), 5 (R), 6 (G) para a cena do LANDSAT8. Apresenta-se no Quadro 1 a chave de interpretação com as cinco classes definidas para determinação do uso do solo.

Quadro 1 – Chave de interpretação utilizada na classificação do uso e ocupação

Classe	ID	Coordenadas Geográficas	Imagem do Google Earth	LANDSAT 5 Ano: 1991 3(B), 4(R), 5(G)	LANDSAT 5 Ano: 2005 3(B), 4(R), 5(G)	LANDSAT 8 Ano: 2020 4(B), 5(R), 6(G)
Corpo Hídrico		716.814 E 7.348.150 S				
Urbano		717.191 E 7.344.834 S				
Solo Exposto		716.560 E 7.344.051 S				
Vegetação Rasteira		716989 E 7.344.137 S				
Vegetação Densa		717.224 E 7.344.355 S				

Fonte: Google Earth, 2022; INPE, 2022; adaptado pelo autor

A classificação utilizou do método supervisionado por pixel por meio de algoritmo da máxima verossimilhança, com limite de aceitação de 100%, uma vez que a pós classificação foi feita de forma manual. O resultado da classificação foi então analisado e para algumas regiões, onde houve confusão de classes, realizou-se edição matricial dos pixels para melhor adequar as áreas às classes corretas.

Além das imagens de satélite LANDSAT, foi importado para o software, o Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM, sendo geradas as curvas de nível que auxiliaram na extração do traçado manual da bacia para delimitação do estudo. Delimitada a bacia, foram então traçados os cursos d’água com auxílio da imagem LANDSAT8, de forma a manter atualizado o traçado do curso d’água através da edição vetorial, para posterior análise dos parâmetros morfométricos.

A partir disso, foram definidos o curso principal do rio e seu comprimento, a ordem de cada trecho de acordo com a metodologia de Strahler (1957), o comprimento total de drenagem, a

declividade média do curso principal, a densidade de drenagem e a declividade média do canal, que utilizou também dos dados de elevação do MDE.

Villela e Mattos (1975) apontam dois parâmetros relevantes para conhecimento de características físicas relacionadas à forma da bacia (Coeficiente de Compacidade (Kc) e o Fator de Forma (Ff)) e outras duas características ligadas ao sistema de drenagem da unidade (Densidade de Drenagem e Índice de Sinuosidade). Schumm (1956) aponta ainda um terceiro parâmetro físico para análise morfométrica, o Índice de Circularidade (Ic).

Assim, os parâmetros de forma da bacia calculados para determinação da tendência de inundações bem como suas fórmulas são descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Parâmetros morfométricos utilizados no estudo

Parâmetro	Equação
Coeficiente de Compacidade (Kc)	$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$
Fator de Forma (Kf)	$Kf = \frac{A}{L^2}$
Índice de Circularidade (Fc)	$Ic = \frac{12,57 * A}{P^2}$
Densidade de Drenagem (Dd)	$Dd = \frac{\sum L}{A}$
Índice de Sinuosidade (Is)	$Is = \frac{L}{L_t}$

Legenda: A = Área (km), P = Perímetro (km), L = Comprimento do Curso Principal (km), L_t= Comprimento da Bacia (km)
Fonte: VILLELA; MATTOS, 1975 e SCHUMM, 1956

4 RESULTADOS

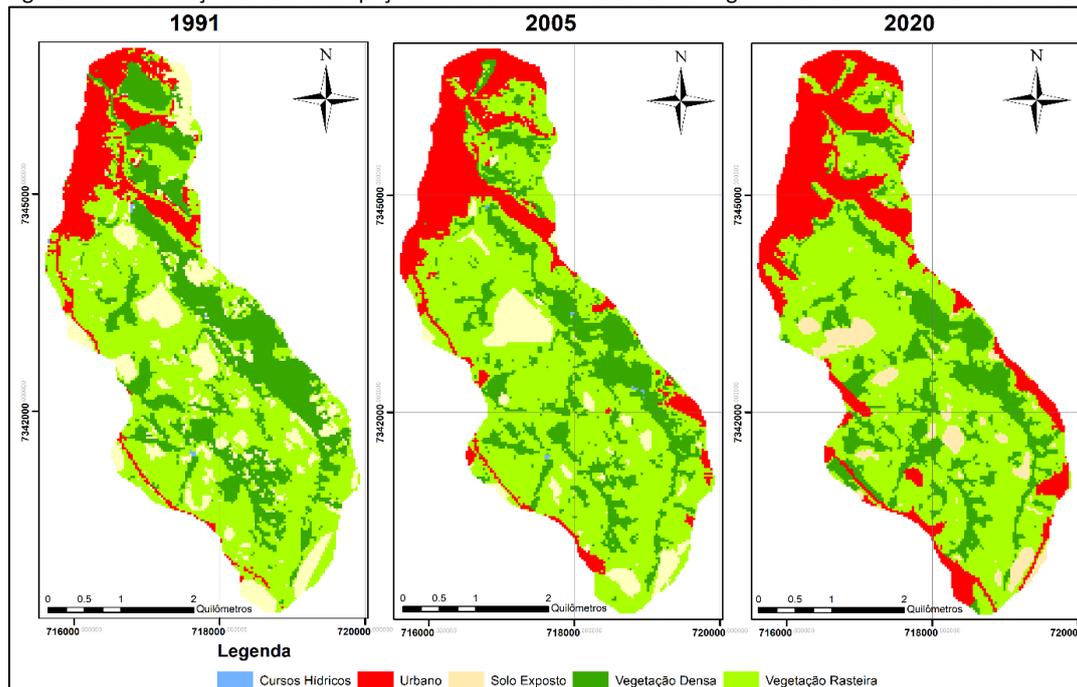
A classificação das imagens resultou em três mapas com as áreas delimitadas para cada classe. Os resultados da classificação são apresentados na Figura 3, com as cinco classes definidas previamente. Apresenta-se, ainda, na Tabela 1 os valores correspondentes a cada uma das áreas nos anos analisados e suas respectivas porcentagens.

Tabela 1 – Resultado da classificação das imagens LANDSAT

Classes	Área (km ²)					
	1991	%	2005	%	2020	%
Corpos Hídricos	0,01	0,08	0,02	0,11	0,01	0,06
Urbano	1,98	11,95	2,92	17,63	3,73	22,57
Solo Exposto	2,36	14,29	1,11	6,70	0,94	5,69
Vegetação Rasteira	7,81	47,26	9,36	56,60	8,76	52,99
Vegetação Densa	4,37	26,41	3,14	18,97	3,09	18,69
Total	16,53	100	16,53	100	16,53	100

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3 – Classificação do uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Aranha nos três anos de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

Observou-se pequena área classificada como corpos hídricos, uma vez que, por apresentarem baixas ordens, não foi possível identificar grande quantidade de cursos d’água na classificação. Dessa maneira, as áreas totais desta classe que puderam ser identificadas, correspondem a açudes e reservatórios de pequeno porte.

Observou-se também que a área urbana teve um aumento de cerca de 48% entre 1991 e 2005 e cerca de 27% entre 2005 e 2020. Isso aponta a rápida expansão de áreas impermeabilizadas nas últimas três décadas, representando um total de 88% de crescimento ao longo desse período. As principais regiões que sofreram com a urbanização foram no baixo curso da bacia, nas regiões satélites de onde já se observavam áreas construídas na década de 90, correspondente ao centro da cidade. Aponta-se, ainda, que é nessa região de expansão urbana em que são observados os maiores problemas com inundações.

Ao longo do período de estudo, de três décadas, observou-se ainda que houve a supressão de vegetação densa na área em cerca de 29%, e diminuição do solo exposto em 60%, comparando-se os anos de 1991 e 2020. Tal fato pode ser explicado, além da urbanização, pelo plantio nessa região, que possui diversas propriedades rurais.

Fez-se também a tabela de tabulação cruzada das classificações de 1991 e 2020, onde foram analisadas as regiões que mais sofreram alterações ao longo dos anos. Apresenta-se o resultado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tabulação cruzada das classificações dos anos 1991 e 2020

Áreas (km ²)		Classificação 2020					Soma
		Curso Hídrico	Urbano	Solo Exposto	Vegetação Densa	Vegetação Rasteira	
Classificação 1991	Curso Hídrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
	Urbano	0,00	1,70	0,01	0,02	0,25	1,98
	Solo Exposto	0,00	0,36	0,28	0,22	1,50	2,36
	Vegetação Densa	0,00	0,40	0,00	2,10	1,87	4,37
	Vegetação Rasteira	0,01	1,27	0,65	0,75	5,13	7,81
Soma		0,01	3,73	0,94	3,09	8,76	16,53

Fonte: Elaborado pelo autor

Pela classificação, observa-se que cerca de 48% da vegetação densa original foi mantida ao longo dos 30 anos estudados. O município de Itapeva encontra-se em uma região em que podem ser observados os biomas de Cerrado e Mata Atlântica que, ao longo dos anos, sofreram grandes alterações. Estima-se que da área original da Mata Atlântica apenas 7% esteja ainda preservada (RIBEIRO, 2007). O Cerrado também é apontado como área de desmatamento significativo, uma vez que foi considerado região alternativa à Amazônia para exploração (Conservation International et al., 1999).

Estima-se que no município de Itapeva apenas entre os anos de 2001 e 2020, houve supressão de 21,48 km² referentes às áreas de Cerrado (TerraBrasilis, 2022). Aponta-se ainda que a região é produtora de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, utilizadas para fins industriais, que acabam tomando espaço da vegetação original e são apontadas como ameaça para espécies nativas (Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 2018). Segundo MapBiomas (2022) das áreas que sofreram transição de cobertura, considerando o período de 1990 a 2020, houve uma alteração de 21,30% das áreas de floresta para aproveitamento agropecuário no município de Itapeva-SP.

Observa-se ainda, grande divergência nas classificações entre solo exposto e vegetação rasteira, uma vez que nas regiões fora da zona urbana são observadas plantações, sendo o fato explicado, portanto, pelo período de entressafas, que podem causar tais alterações. Por fim, pode-se dizer que dentre as regiões que mais sofreram com urbanização ao longo dos anos, destaca-se aquela de vegetação rasteira.

Finalizadas as análises de classificação do solo, seguiu-se então para a classificação morfométrica, com os resultados dos parâmetros calculados sendo apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das características físicas e parâmetros morfométricos da bacia do Córrego do Aranha

Parâmetro	Resultado
Ordem dos Cursos	3ª Ordem
Padrão de Drenagem	Dendrítico
Área da Bacia (A)	16,53 km ²
Perímetro da Bacia (P)	20,09 km
Comprimento do Curso Principal (L)	8,88 km
Comprimento da Bacia (Lt)	7,89 km
Comprimento Total dos Cursos (ΣL)	23,24 km
Largura Média da Bacia (B)	2,03 km
Altitude Inicial do Curso Principal	837,00 m
Altitude Final do Curso Principal	646,00 m
Declividade Média do Curso Principal	0,0215 m/m
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,38
Fator de Forma (Kf)	0,21
Índice de Circularidade (Fc)	0,51
Índice de Sinuosidade Hidráulico (Is)	12,55 %
Densidade da Drenagem (Dd)	1,41 km/km ²

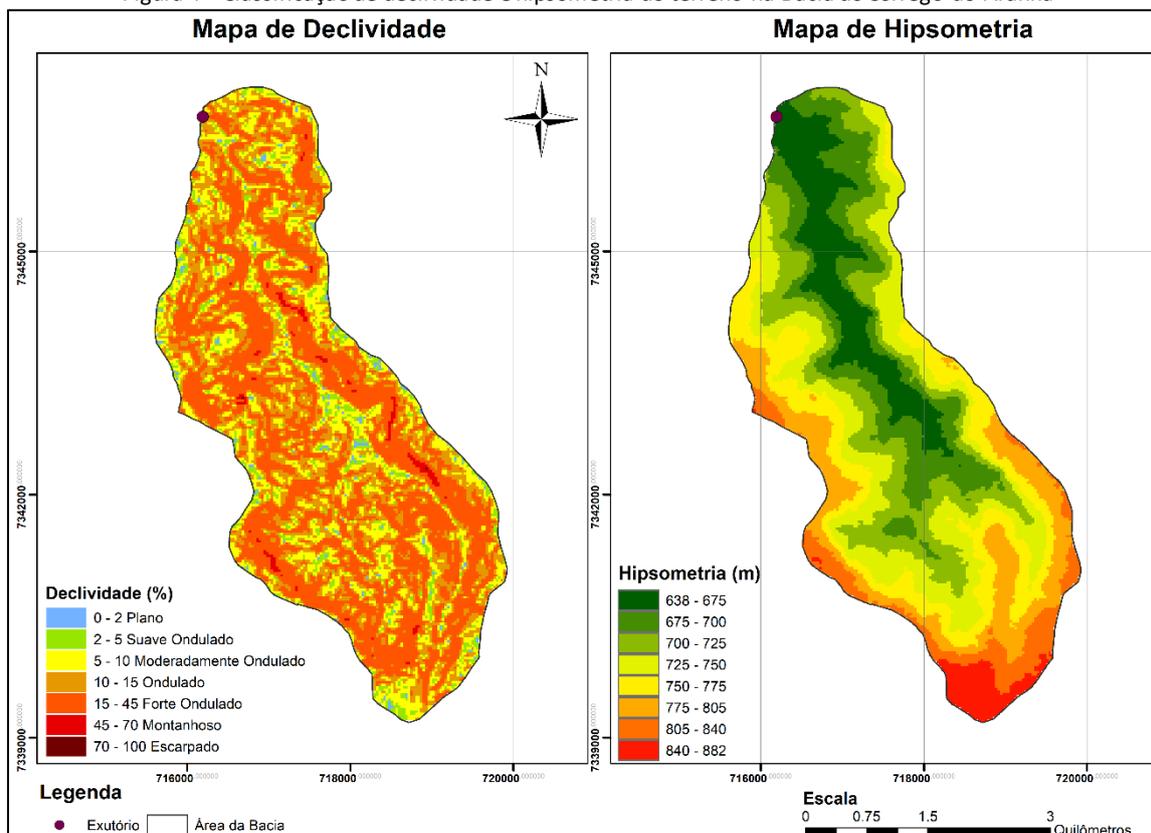
Fonte: Elaborado pelo autor

O Coeficiente de Compacidade (Kc) apresentou valor de 1,38, o que sugere, segundo Silva e Mello (2008) que a bacia tem tendência média a grandes inundações, uma vez que o coeficiente está entre 1,25 e 1,50. Já no fator de Forma (Ff), observa-se valor de 0,21. O resultado indica que, a tendência a grandes inundações analisando este parâmetro é baixa visto que, segundo intervalo indicado por Rodrigues *et al.* (2015), não se aproximam de 1, que indicaria maiores tendências a inundações. Por fim, o Índice de Circularidade (Ic) resultou em um valor de 0,51, o que, segundo Schumm (1956) indica pequena probabilidade de inundações rápidas e escoamento na bacia moderado.

Em relação ao fator Índice de Sinuosidade (Is), este é considerado baixo de acordo com a classificação de Romero, Formiga e Marcuzzo (2017), uma vez que é igual a 12,55%, e pode ser considerado como um curso muito retilíneo. Embora a bacia tenha sinuosidade considerada baixa, observa-se grande quantidade de cursos de primeira ordem e a Densidade de Drenagem (Dd) cujo valor é 1,41 km/km². Segundo Villela e Mattos (1975) esse coeficiente pode variar de 0,5 km/km² até 3,5 km/km², o que indica, portanto, uma densidade de drenagem regular para a bacia visto que tem um valor intermediário.

A seguir fez-se uma análise da declividade do terreno na região de estudo, de acordo com a metodologia de Lepsch (1991). Apresenta-se, assim, na Tabela 4 a classificação do terreno de acordo com sua declividade e suas respectivas áreas, na Tabela 5 as áreas correspondentes ao fatiamento da hipsometria e na Figura 4 uma representação da declividade e hipsometria da região.

Figura 4 – Classificação de declividade e hipsometria do terreno na Bacia do Córrego do Aranha



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4 – Classificação de declividade do terreno da microbacia do Córrego do Aranha

Classificação	Declividade (%)	Área (km ²)
Plano	0 - 2	0,18
Suave Ondulado	2 - 5	1,01
Moderadamente Ondulado	5 - 10	3,35
Ondulado	10 - 15	4,44
Forte Ondulado	15 - 45	7,37
Montanhoso	45 - 70	0,16
Escarpado	70 - 100	0,01

Fonte: Lepsch, 1991, adaptado pelo autor

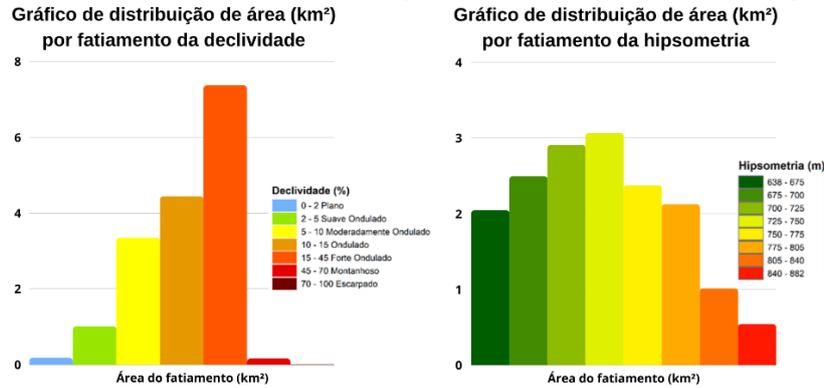
Tabela 5 – Classificação de declividade do terreno da microbacia do Córrego do Aranha

Hipsometria (m)	Área (km ²)
638 - 675	2.04
675 - 700	2.49
700 - 725	2.90
725 - 750	3.06
750 - 775	2.37
775 - 805	2.12
805 - 840	1.01
840 - 882	0.54
Total	16.53

Fonte: Elaborado pelo autor

Apresenta-se na Figura 5 o gráfico correspondente às áreas por fatiamento das classificações de declividade e hipsometria da bacia.

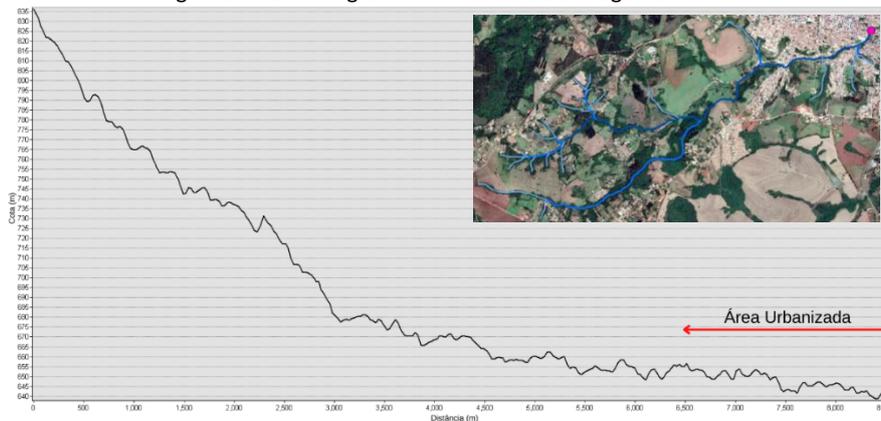
Figura 5 – Áreas de fatiamento de declividade e hipsometria do terreno na Bacia do Córrego do Aranha



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir desses resultados, pode se observar que a região tem predominância de terreno ondulado e forte ondulado correspondendo, respectivamente, a 27 % e 44,5 % da área total da bacia. Dessa maneira, pode-se dizer que devido à topografia do terreno, existe uma tendência a um escoamento com maior velocidade, que atrelado a outros parâmetros como a drenagem regular e coeficiente de compacidade indicando baixa probabilidade a inundações rápidas, torna o local propício a inundações. Foi traçado, então, o perfil longitudinal do terreno para realizar a análise da declividade do curso principal do rio. Apresenta-se na Figura 6 o perfil longitudinal do curso principal da bacia, o Córrego do Aranha.

Figura 6 – Perfil longitudinal do curso do Córrego do Aranha

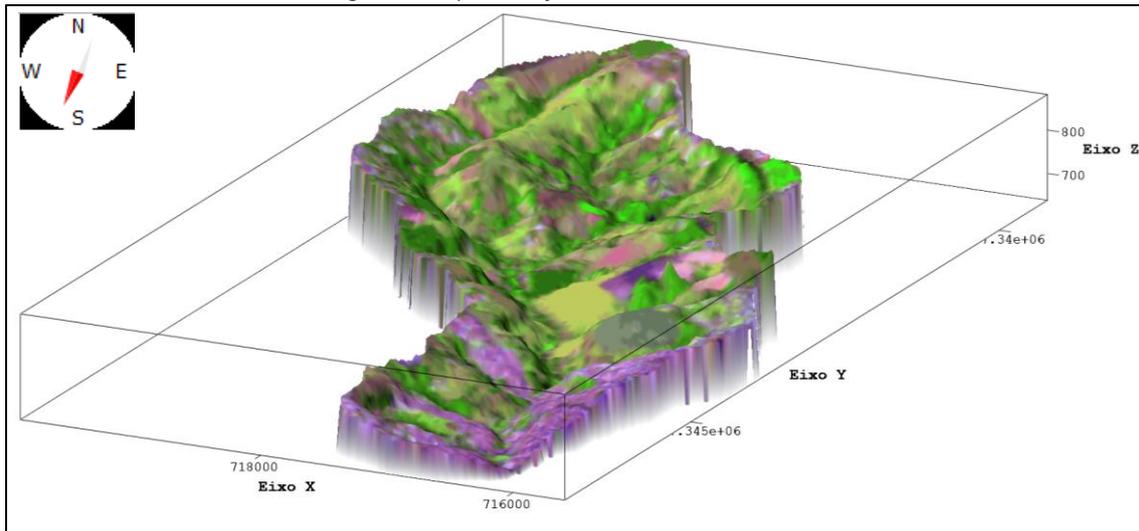


Fonte: Elaborado pelo autor

Observou-se que o trecho estudado possui declividade média acentuada com valor de, aproximadamente, 0,0215 m/m. Como aponta Christofolletti (1980), canais com maior declividade tendem a ser mais retilíneos, o que pode ser observado também com o Índice de Sinuosidade. Além disso, percebe-se que a maior declividade se encontra na cabeceira da bacia, que resulta no rápido escoamento de água próximo das nascentes e tem menores declividades próximas da área urbana, fator que pode contribuir diretamente para inundações na parte baixa da bacia. Apresenta-se na

Figura 6 a visualização da bacia em modelo 3D, utilizando o MDE SRTM e o imageamento do ano de 2020, proveniente do satélite LANDSAT8.

Figura 7 – Representação em 3D da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

Vale ressaltar ainda que o córrego foi canalizado e ocupado às suas margens, além de sofrer ao longo dos anos uma forte urbanização. Tais fatores acabam contribuindo para cenários cada vez mais extremos de inundação do canal, afetando cada vez mais a população que vive às margens do córrego. Por isso, faz-se necessária a análise cautelosa da região para a construção de novos bairros e expansão urbana.

5 CONCLUSÕES

A área urbana teve aumento de 88%, principalmente na região mais baixa da bacia, onde já são observadas inundações. Ao mesmo tempo, observou-se uma supressão da vegetação densa, diminuição do solo exposto e aumento de vegetação rasteira.

Apesar de apresentar alguns parâmetros de baixas tendências de inundações, o coeficiente de compacidade, apontou tendência média a esses eventos. Percebe-se também que a densidade de drenagem é regular, com 1,41 km/km² e o córrego principal tem baixa sinuosidade e grande declividade, principalmente na cabeceira.

A impermeabilização do solo associada aos parâmetros e a canalização do baixo curso, podem colaborar na potencialização eventos extremos. Nesse aspecto, esse trabalho pode servir de auxílio para ações futuras na região.

6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BENTOS, A. B.; GALLO, A. de S.; GUIMARÃES, N. de F.; SOUZA, M. D. B. de; STOLF, R.; BORGES, M. T. M. R. AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM RIOS: Aplicação na Microbacia do Ribeirão das Araras. **Educação Ambiental e Cidadania: Pesquisa e Práticas Contemporâneas - Volume 1**, [S.L.], p. 142-157, 2021. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/210102840>.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by object-oriented data modelling**. Computer & Graphics, v.20: (3) p. 395-403, 1996.

CBHALPA – Comitê da Bacia Hidrográfica do Ato Paranapanema. **UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS – ALTO PARANAPANEMA – UGRHI-14. 2021 – Ano Base 2020**. Piraju, SP. 2022. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-ALPA/21357/rs_2021_ab_2020.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2022.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL et al. **Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade Do Cerrado e Pantanal**. Brasília: Ventura, 1999. 26p.

DATAGEO – Sistema Ambiental Paulista, <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO>, Acesso em: 05 jun. 2022.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. **ArcGIS for Desktop - ArcMap**. Versão 10.3, 2013. Disponível em: <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/index>. Acesso em: 20 mai. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil – Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2ª Edição, Brasília, DF. 2012.

FÉLIX, E. A.; SOUZA, C. A. de. Levantamento e análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cabaçal-MT. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, [S.L.], v. 1, p. 75-86, 2017. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP. <http://dx.doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1779>.

FRITZEN, M.; BINDA, A. L. ALTERAÇÕES NO CICLO HIDROLÓGICO EM ÁREAS URBANAS: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. **Ateliê Geográfico**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 239-254, 27 dez. 2011. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/ag.v5i3.16703>.

GOOGLE, Google Earth, website, <http://earth.google.com/>, Acesso em: 05 jun 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/POP2021_20220419.pdf>. Acesso em 17 de jun 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em 21/06/2022.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. Aceso em: 19 de mai. 2022. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br>.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI Jr., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 2. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991, 175p.

MAPBIOMAS. Coleção 6.0 – MapBiomass, 2022. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>> Acesso em: 27 jul. 2022.

MIGUEL, A. E. S.; MEDEIROS, R. B.; OLIVEIRA, W. de; BRUGNOLLI, C. A. C. Uso e ocupação do solo e análise morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista Geonorte**, V.8, N.1, p.72-84, 2013.

OLIVEIRA, D. H. R. de; ACORSI, M. G.; SMANIOTTO, D. A. Uso e ocupação do solo e caracterização morfométrica de microbacia na região centro-sul paranaense. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 72-84, 26 jun. 2018. *Lepidus Tecnologia*. <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i2.29114>.

RIBEIRO, K. D. K. da F. "Problemas ambientais brasileiros"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/problemas-ambientais-brasileiros.htm>. Acesso em 27 de julho de 2022.

RODRIGUES, A. de C. F.; SILVA, C. W.G. da; RODRIGUES, E. da S.; GALVÃO, S. R. da S.; CALDAS, A. M. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova – PE. **Revista Seminário de Visu**, Petrolina, v. 8, p 3-14, 2020. Instituto Federal do Sertão Pernambucano.

RODRIGUES, J. A. M.; ANDRADE, A. C. de O.; VIOLA, M. R., MORAIS, M. A. V. Indicadores Hidrológicos para a Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves da Natividade, Tocantins. **Revista Scientia Agraria (SA)**, n. 4, v. 16, p 58-79, 2015.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. N. ESTUDO HIDROMORFOLÓGICO DE BACIA HIDROGRÁFICA URBANA EM GOIÂNIA/GO. **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 320, 23 maio 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x26411>.

SANTOS, A. M. S. P. O MUNICÍPIO E OS DESAFIOS DA POLÍTICA URBANA EM AGLOMERADOS URBANOS: a experiência da metrópole fluminense. **GEO UERJ**, [S.L.], n. 36, p. 1-19, 14 fev. 2020. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2020.47268>.

SCHUMM S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, p. 597-646, 1956.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Itapeva. 2018. Sorocaba – SP.

SILVA, G. C.; ALMEIDA, F. de P.; ALMEIDA, R. T.; MESQUITA, M.; ALVES JUNIOR, J. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO RANGEL-PIAUÍ, BRASIL. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L.], v. 15, n. 28, p. 244-258, 3 dez. 2018. Centro Científico Conhecer. http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2018b22.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal de Lavras, 2008.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**. v. 38, p. 913-20, 1957.

TERRABRASILIS. PRODES (Desmatamento) – Mapa de Desmatamento, 2022. Disponível em: <<http://terrabilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

USGS – United States Geological Survey. **Digital Elevation SRTM 1 Arc-Second Global**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 25 mai. 2022.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Editora McGraw Hill, 1975.