

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

LINNIKER MIRANDA GARDIM

**Inundações e alagamentos em Franco Da Rocha decorrentes
da dinâmica natural e da atividade antrópica**

**Flooding and overflows in Franco Da Rocha arising from natural dynamics and
anthropic activity**

São Paulo

2023

LINNIKER MIRANDA GARDIM

**Inundações e Alagamentos em Franco Da Rocha decorrentes da dinâmica natural e da
atividade antrópica**

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Prof. Dr. Fernando Nadal
Junqueira Villela

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Gi

GARDIM, LINNIKER MIRANDA
Inundações e Alagamentos em Franco Da Rocha
decorrentes da dinâmica natural e da atividade
antrópica / LINNIKER MIRANDA GARDIM; orientador
FERNANDO NADAL JUNQUEIRA VILLELA - São Paulo, 2023.
90 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual) - Faculdade
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia.

1. Inundação . 2. Geomorfologia Antrópica. 3.
Geomorfologia Fluvial. 4. Drenagem urbana.. I.
VILLELA, FERNANDO NADAL JUNQUEIRA, orient. II.
Título.

Dedico este trabalho a meus avôs, que desde o começo me possibilitam uma outra forma de entender a terra e a toda a população Franco-Rochense que é afetada pelas modificações antropogênicas.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fernando Nadal Junqueira Villela, que em 2019, aceitou me orientar na iniciação científica voluntária, que posteriormente desencadearia esse trabalho, por toda o auxílio na pesquisa, nas revisões e nas mensagens trocadas, pela empatia em todo o processo que resultou nesse escrito.

A Profa^a Dr^a Sueli Ângelo Furlan, que nesse último ano, propiciou uma série de vivência e diálogos, que incentivaram a finalização desse trabalho.

A minha avó (in memorian) Dalva Aparecida Gardim e ao meu avô Antônio Claudio Gardim, pelo primeiro apoio iniciado há muito tempo atrás.

Ao meu pai, Alexandre Gardim e minha Tia Fabiana Gardim, pela confiança despejada.

A minha Tia, Raquel Aparecida Cassaroto, pelo apoio prestado e por ter aberto sua casa a mim.

A todos os meus amigos da graduação, seja aqueles de um semestre ou os que permanecem até hoje, pelas conversas, angústias, cervejas e medos compartilhando durante todo o período de faculdade. Em especial um grande abraço, Breno, Giovana, Caio, Gabriel, Larissa, Roberta, Beatriz, Leria, Thalita V, Thalita R, Laura, Tamires e a toda a turma do LEMADI.

A todos os técnicos dos laboratórios do DG, em especial à Michelle, Wal, Rogerio, Marcus e Marcelo.

A todos os técnicos da Prefeitura Municipal De Franco Da Rocha, que foram gentis na minha busca por maiores informações sobre as modificações ocorridas no Ribeirão Euzébio, em especial à Pamela, Cecilia, Franciele, Bianca, Ailson, Glause. Da mesma forma ao IGC pela disponibilização das aerofotografias.

A Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, pela oportunidade de realização do curso e a todos que lutam por um ensino público e gratuito.

A água no seu percurso para o mar é o agente mais efetivo de esculturação da paisagens.

(PENTEADO, Margarida, 1983)

RESUMO

GARDIM, Linniker Miranda. **Inundações e alagamentos em Franco Da Rocha** decorrentes da dinâmica natural e da atividade antrópica. 2023. 90 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

O presente trabalho tem como objetivo discutir as causas naturais e antropogênicas para a recorrência dos eventos de inundações e alagamentos na área de estudo no Município de Franco da Rocha, localizado na região metropolitana da cidade de São Paulo. As inundações são produtos da dinâmica fluvial de um rio, riacho, ribeirão, córrego entre outros termos utilizado para representar um corpo d'água, ocorrendo quando o volume que o corpo d'água geralmente comportar é maior que seu leito menor, extravasando assim para o leito maior, ocupando a planície de inundação ou simplesmente várzea. Os alagamentos ocorrem no meio urbano em relação com a morfologia do terreno e com déficits do sistema de macro e micro drenagem, permitindo a existência de acúmulos momentâneos de água em um determinado ponto. A área de estudo possui dois sistemas de drenagem, um de morfogênese natural e outro de origem antropogênica. A primeira é localizada na porção SW da área de estudo, sendo o canal do Ribeirão Euzébio, que é tributário do rio Juquery, atualmente canalizado e tamponado. A segunda drenagem é localizada na porção NW, representado pela retificação do Ribeirão Euzébio. Ambas as feições ocupam uma área de morfologia de fundo de vale, ou seja, receptora dos fluxos superficiais das cabeceiras adjacentes. Dessa forma, nesse trabalho discorre-se sobre as intersecções entre os fatores naturais e os fatores antropogênicos para a ocorrência de eventos de inundações e alagamentos na área de estudo.

Palavras-chave: Inundação, Geomorfologia Antrópica, Geomorfologia Fluvial, Drenagem urbana.

ABSTRACT

GARDIM, Linniker Miranda. **Flooding and overflows in Franco Da Rocha arising from natural dynamics and anthropic activity.** 2023. 90 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

The present work aims to discuss the natural and anthropogenic causes for the recurrence of flooding events in the study area in the Municipality of Franco da Rocha, located in the metropolitan region of the city of São Paulo. Floods are products of the fluvial dynamics of a river, creek or stream, among other terms used to represent a body of water, occurring when the volume that the body of water usually holds is greater than its smaller riverbed, thus overflowing to the larger riverbed, occupying the floodplain. Flooding occurs in urban areas in relation to the terrain's morphology and deficits in the macro and micro drainage system, allowing the existence of momentary accumulations of water at a given point. The study area has two drainage systems, one of natural morphogenesis and the other of anthropogenic origin. The first is located in the SW portion of the study area, being the Ribeirão Euzébio channel, which is a tributary of the Juquery River, currently channeled and buffered. The second drainage is located in the NW portion, represented by the straightening of Ribeirão Euzébio. Both features occupy an area of valley bottom morphology, that is, they receive surface overflows from adjacent headwaters. Thus, this work discusses the intersections between natural and anthropogenic factors for the occurrence of flooding events in the study area..

Keywords: Flooding, Anthropic Geomorphology, Fluvial Geomorphology, Urban Drainage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Cartografia de localização da área de estudo, Organização: Autor (2022)	18
Figura 2. Cartografia das drenagens, Organização: Autor. (2022)	19
Figura 3. Carta de 1988. Organização: Do autor.	42
Figura 4. Croqui 1946. Fonte: IGC.	43
Figura 5. Aerofotografia de 1962. Organização: Do autor.	44
Figura 6. Foto do Ribeirão Euzébio, vista de jusante, Anos 50. Fonte: Cedida por morador.	44
Figura 7. Aerofotografia de 1972. Organização: Do autor.	45
Figura 8. Aerofotografia de 1977. Organização: Do autor.	46
Figura 9. Aerofotografia de 1986. Organização: Do autor.	47
Figura 10. Ortofoto de 2010/11. Organização: Do autor.	48
Figura 11. Imagem Google ST de 2022. Organização. Do autor.	48
Figura 12. Alternativa 1 de solução de macro drenagem. Fonte: EMPLASA 1985	50
Figura 13. Alternativa 2 de solução de macro drenagem. Fonte: EMPLASA 1985	51
Figura 14. . Projeto de Estudo de Retificação Rib. Euzébio Fonte: Prefeitura Municipal De Franco Da Rocha	51
Figura 15. Cartografia da Planície De Inundação. Org: Do Autor (2022)	55
Figura 16. Vista do viaduto para a planície de inundação sentido N-S. Fonte: Do autor. (2022)	56
Figura 17. Matriz da classificação do uso da terra de 1962. Organização: Do autor. (2022)	57
Figura 18. Aerofotografia - Instituto Agronômico - 1962. Fonte: Acervo IGC.	58
Figura 19. Mapa de classificação do uso da terra de 1962. Organização: Do autor. (2022).	59
Figura 20. Matriz da classificação do uso da terra de 2010/11. Organização: Do autor. (2022)	60
Figura 21. Ortomosaico - IGC – 2010/11. Fonte: Acervo IGC.	61
Figura 22. Mapa de classificação do uso da terra de 2010/11. Organização: Do autor. (2022).	62
Figura 23. Mapa de classificação do uso da terra de 2021. Organização: Do autor. (2022).	63
Figura 24. Imagem Falsa Cor CBERS 4a - 2021. Fonte: INPE	64
Figura 25. Mapa de classificação do uso da terra de 2010. Organização: Do autor. (2022)	65
Figura 26. Morfologia da área em ambiente 3D. Organização: autor. (2022)	66

Figura 27. Morfologia da área em ambiente 3D. Organização: autor.	66
Figura 28. Cartografia do sentido dos fluxos das águas pluviais na sub-bacia do Ribeirão Euzébio. Organização: autor (2022).	67
Figura 29. Cartografia do sentido dos fluxos das águas pluviais na sub-bacia do Ribeirão Euzébio, seguindo o sentido das vertentes. Organização: autor. (2022)	68
Figura 30. Tipos de vales. Fonte: Christofoletti (1981).	69
Figura 31. Perfis topográficos da área de estudo, indicando a morfologia de fundo de vale da sub-bacia do Ribeirão Euzébio. Organização: autor (2022)	69
Figura 32. Perfil E-F (SW – NE). Fonte: Do autor. (2022).	70
Figura 33. Cartografia da Declividade na área de estudo e entorno. Organização: Autor. (2022)	
	71
Figura 34. Cartografia Síntese. Organização: Autor (2023)	72
Figura 35. Cartografia de localização da trincheira. Organização: Do autor. (2022).	73
Figura 36. Fotografias aéreas do local na área de estudo em que foi feita a descrição morfológica de perfil e coleta de amostras de solo. Fonte: IGC e ESRI.	74
Figura 37. Reconstrução do perfil via fotografias e croqui do mesmo.	76
Figura 38. Mosqueados cinzas nos Horizontes 2 e 3. Fonte: do autor (2021)	78
Figura 39. Mosqueados presentes no Horizontes 2 e 3. Fonte: do autor (2021)	78
Figura 40. Fragmento metamórfico e torrão do Horizonte 3. Fonte: do autor (2021)	78
Figura 41. Torrão de cor esbranquiçada, Horizonte 4. Fonte: do autor (2021)	79
Figura 42. Itens antropogênicos, da esquerda para a direita, fragmento de tijolo baiano, pedaço de vidro azul, fragmento plástico. Fonte: do autor (2021)	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipos de interferências no canal - Adaptado com base: Stevaux & Letrubesse (2017)	25
Quadro 2. Componentes SuDS - Tradução do autor e adaptado de Woods-Ballard et al. (2017).	30
Quadro 3. Resumo da obra.	30
Quadro 4. Resumo da chuva de projeto.	31
Quadro 5. Resumo dos eventos críticos.	31
Quadro 6. Resumo da obra.	32
Quadro 7. Síntese dos estágios.	54
Quadro 8. Georreferenciamento	54
Quadro 9. Bandas Espectrais.	56
Quadro 10. Organização das amostras.	75
Quadro 11. Comparaçāo da modificāo do uso da terra.	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ocorrência de inundações 1948 – 2022, Organização: Do autor	15
Gráfico 2. Alteração no uso da terra. Organização: Do Autor.	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística
IPT	Instituto De Pesquisas Tecnológicas
CPRM	Companhia De Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE	Departamento De Águas e Energia Elétrica
COBRADE	Codificação e Classificação Brasileira De Desastres
EM-DAT	Emergency Events Database
MDT.	Modelo Digital De Terreno
EMBRAPA	Empresa Brasileira De Pesquisas Agropecuária
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico De São Paulo
INPE	Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais
PMFF	Prefeitura Municipal De Franco Da Rocha
SIG	Sistema De Informações Geográficas
RE	Ribeirão Euzébio
FUMEFI	Fundo Metropolitano De Financiamento e Investimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
3.1 INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS	22
3.2 PLANÍCIE ALUVIAL	23
3.3 MACRO E MICRO DRENAGEM	24
3.4 INFRAESTRUTURAS DE DRENAGEM URBANA	26
3.5 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEIS.	28
3.5 DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE	30
3.6 LEGISLAÇÕES MUNICIPAIS	36
4 MÉTODOLOGIA E PROCEDIMENTOS	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 ABORDAGEM HISTÓRICA OU COMO CONTAR A HISTÓRIA DE UM RIO?	41
5.2 GEORREFERENCIAMENTOS	54
5.3 PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO	55
5.4 MAPA DE USO DA TERRA	56
5.5 MORFOLOGIA DO RELEVO EM 3D	66
5.6 MAPA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	67
5.7 MAPA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PELAS CURVAS DE NÍVEIS	67
5.8 PERFILS TOPOGRÁFICOS	68
5.9 MAPA DE DECLIVIDADE	71
5.10 CARTOGRAFIA SÍNTSE.	72
5.11 TRINCHEIRA E SOLO URBANO	72
5.12 POSSIBILIDADES PARA O PRESENTE	80
6 CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

Em 1988 foi criado o EM-DAT (Emergency Events Database) com apoio da OMS (Organização Mundial de Saúde) e do governo Belga. Sua criação parte do pressuposto de formar um banco de dados dos desastres que afrontam a humanidade, sejam estes naturais ou antropogênicos, contribuindo assim para a prevenção e gestão desses eventos. Durante o período de 1948-2022 o EM-DAT verificou 163 episódios de inundações (floods) no território Brasileiro (Gráfico 01). Desses 163 episódios computados, um ocorreu em Franco Da Rocha, a inundaçāo de 26/01/1987, que segundo as informações do EM-DAT, levou à ocorrência 95 óbitos.

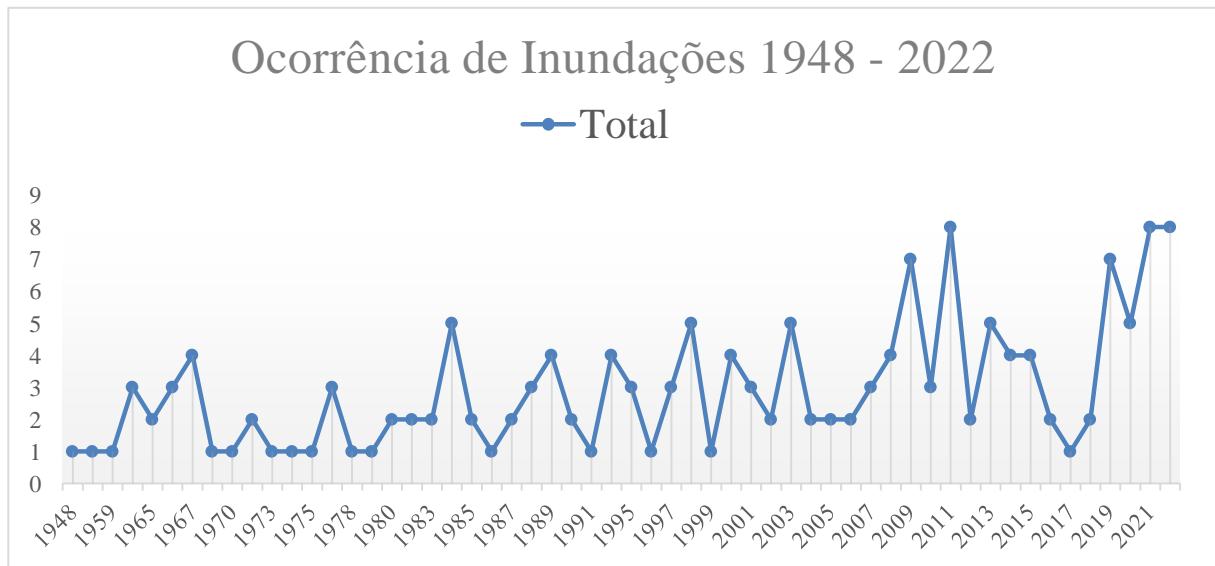


Gráfico 1. Ocorrência de inundações 1948 – 2022, Organização: Do autor

Segundo Kobiyama (2006), está ocorrendo um aumento gradativo das frequências das inundações, podendo estar relacionada com o incremento do número das ocupações nas planícies de inundação. Em correlação, Monteiro Júnior (2011) descreve como a causa (ocupação) e o efeito (inundação) eram notados pelo Engenheiro Prestes Maia na cidade de São Paulo, estipulando que a expansão urbana potencializava esses eventos na capital paulista. Ainda, Tucci (2003) acrescenta que com a expansão urbana, novas áreas do solo são impermeabilizadas, acelerando o escoamento dos condutos e canais, aumentando a quantidade de água que é destinada a uma mesma drenagem, produzindo assim inundações com menor tempo de retorno das que ocorriam quando a superfície era permeável e existia um bom escoamento natural. O autor assinala ainda que, a inundação seria efeito da urbanização, que modifica a ocupação da bacia e do próprio canal de drenagem, ou seja, uma inundação urbana.

Da mesma forma, Neto (sem data) descreve que a problemática das inundações ocorre por decorrência do aumento dos picos das cheias, ocasionadas pela impermeabilização da superfície e por consequência do acréscimo na velocidade do escoamento da água precipitada. Custodio (2002) exemplifica que, mesmo que a planície de inundaçāo mantenha suas características naturais, caso ocorra processos de impermeabilização nos níveis topográficos adjacentes, elevando assim a velocidade e o volume dos fluxos superficiais com destino a planície, alterando dessa forma, a capacidade-tempo de absorvê-las. Ainda, coloca que no meio-ambiente urbano, é onde ocorrem as modificações mais intensas sobre o meio físico-natural, modificando uma série de processos naturais. Da mesma forma, Rodrigues (2015) aponta para o alto grau de perturbação geomorfológica, ocasionado pelas intervenções antrópicas nas planícies fluviais da região metropolitana, alterando os processos naturais.

Os diversos autores citados demonstram a existência de uma correlação entre a impermeabilização do solo e a ocorrência de inundações. No meio físico-natural, são fenômenos, que ocorrem sem demasiado problema, considerando apenas a dimensão natural do fenômeno; quando se considera a dimensão social, essa que se constitui sobre a dimensão natural, por conta das intervenções e danos provocadas pela ação antropogênica (CUSTODIO, 2002), com a ocupação das planícies de inundaçāo popularmente conhecidas como várzeas, as atividades antrópicas (habitações, ferrovias, indústrias, vias etc.) acabam por eliminar as áreas naturais de armazenamento e escoamento da drenagem (SCARATI, 2012), ocasionando danos materiais e não materiais.

A ocupação da planície de inundaçāo pode ocorrer por conta de sua própria morfologia, que contém extensas faixas relativamente planas, que se tornam propícias para as atividades antrópicas (MONTEIRO JÚNIOR, 2011). Um dos exemplos dessa ocupação são as indústrias, cuja necessidade de água para sua produção ou para se servir dessa, no lançamento de seus efluentes, necessitam da localização de seu sítio próximo a um corpo hídrico, além da preferência, por facilidade de uma construção em um terreno “plano”. Assim, a modificação pela expansão urbana, seja esta industrial, comercial, habitacional ou por arruamento, acarreta a impermeabilização da área, fazendo que as obras de drenagem urbana sejam necessárias para preparar e equacionar as áreas em urbanização para responder aos eventos de pluviosidade, inundaçāo e alagamento.

Ainda que, com as mudanças climáticas e o possível cenário de incremento da temperatura global, é esperado que ocorra maior frequência de inundações em ambientes urbanos desencadeados por eventos pluviométricos extremos, provocando, assim, maiores dados socioeconômicos. (BLENKINSOP; MUNIZ; SMITH, 2021)

O município de Franco da Rocha, localizado no estado de São Paulo, no noroeste da zona metropolitana da capital paulista, sofre recorrentemente com os eventos de inundações e alagamentos, segundo CUSTODIO (2002):

As planícies do Rio Juqueri e as dos seus afluentes são indevidamente ocupadas, por isso, mesmo sendo uma bacia pouco impermeabilizada, apresenta problemas de inundações que se agravam pela erosão/deslizamento causados pelos cortes inadequados nos morros cristalinos. Neste aspecto, o município de Franco da Rocha é o mais crítico da RMSP, apresentando em 1996, 20% do total de 51 pontos críticos existentes na Sub-Região Norte (CUSTODIO, 2002 pg. 64-65)

A recorrência dos episódios de inundação e alagamento são evidenciados pelas reportagens “Uma semana após enchente, Franco da Rocha tem lama e desabrigados” de 18/03/2016 do G1; “Atingida por enchente, Franco da Rocha tem inauguração de piscinão prevista para dia 15” de 01/12/2018 do G1; “Chuva forte provoca alagamentos em Franco da Rocha, na Grande São Paulo” de 03/01/2020; “Veja antes e depois das chuvas em Franco da Rocha, na Grande SP” de 31/01/2022 do G1, afora o relato marcante, que marca a história da cidade e de seus moradores, a cheia de 1987, onde “a cidade ficou oito dias alagada. Apenas pontos altos da cidade podiam ser alcançados. Na ocasião, a água subiu ainda mais e também atingiu os prédios da administração pública.”, segundo o G1. No primeiro semestre de 2022, a cidade sofreu novamente, com os eventos de inundação, alagamento e deslizamento, este que acarretou 18 vítimas fatais. Durante a noite do dia 31/01/2022, após 4 dias consecutivos de chuvas fracas-moderadas, no qual choveu 42% do esperado para todo o mês, a parte central do município e áreas marginais de córregos foram afetadas pela elevação do nível d’água. Com o alto índice pluviométrico de 167mm, levando à saturação do solo, inúmeras cicatrizes de deslizamento nasceram no município, levando ao um pico de quase 900 chamados para a defesa civil local.

Os episódios acontecem principalmente na área central do município, que tem como limite a NW a retificação do Ribeirão Euzébio (RE) paralela à linha férrea, e a SW, a área que pertencia ao canal natural do RE, atualmente canalizado (aduelas e tubulação) e tamponado, dando lugar a uma avenida de fundo de vale.

A área de estudo é delimitada pelas intersecções: da Rua Basílio Fazzi com a Rua Dona Amália Sestine; da Rua Francisco Pessolano com a Rua Engº João Batista Garcez, formando assim um polígono popularmente conhecido como a área central da cidade (Figura 1). Toda essa área compreende a planície de inundação, que foi completamente ocupada pela indústria nas margens do RB (Ribeirão Euzébio canalizado), seguida por habitações e comércios. Com o desenvolvimento da cidade e o fato de Franco da Rocha ser uma cidade

dormitório para a capital paulista, a ocupação da área intensificou-se para além da planície de inundação, atingindo toda a sub-bacia e modificando completamente seu uso e ocupação da terra. Áreas de vegetação arbustiva ou arbórea foram modificadas para áreas residenciais, ampliando a impermeabilização da sub-bacia e de sua própria planície.

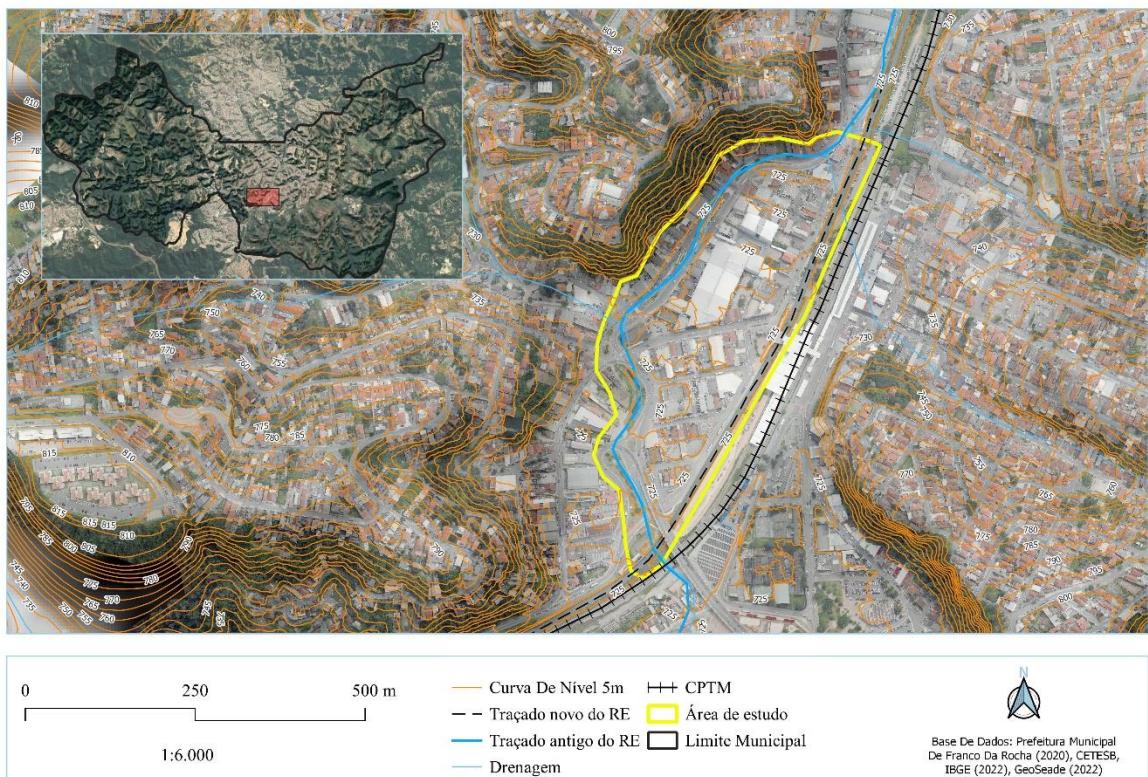


Figura 1. Cartografia de localização da área de estudo, Organização: Autor (2022)

Além do fator da evolução da impermeabilização da sub-bacia, que contribui para maiores escoamentos destinados a planície de inundação, o RE é um canal de 6^aordem e, dessa forma, recebe de outros dois canais tributários principais. A 668m da área de estudo se encontra a confluência do Ribeirão Água Vermelha (5^aordem), e a 1,6km há a confluência do Ribeirão Tapera Grande (4^aordem), exposto na Figura 2. A bacia de contribuição do Ribeirão Euzébio contém 77 km².

A confluência dessas duas drenagens, condiciona o aumento do volume d'água que é transportado pelo RE na área central, principalmente quando os eventos pluviométricos de intensidade elevada acontecem. Além desse fator, a área de estudo é o exutório do RE em sua confluência com o Rio Juquery a norte. Este foi barreado para a formação do reservatório Eng. Paiva Castro, construído para o abastecimento público. Quando coincidem eventos pluviométricos de maior duração na bacia do Ribeirão Euzébio e na cabeceiras do Rio

Juquery, ocorre a necessidade da abertura das comportas do reservatório, para evitar danos estruturais e o riscos de extravasamento do volume d'água existente.

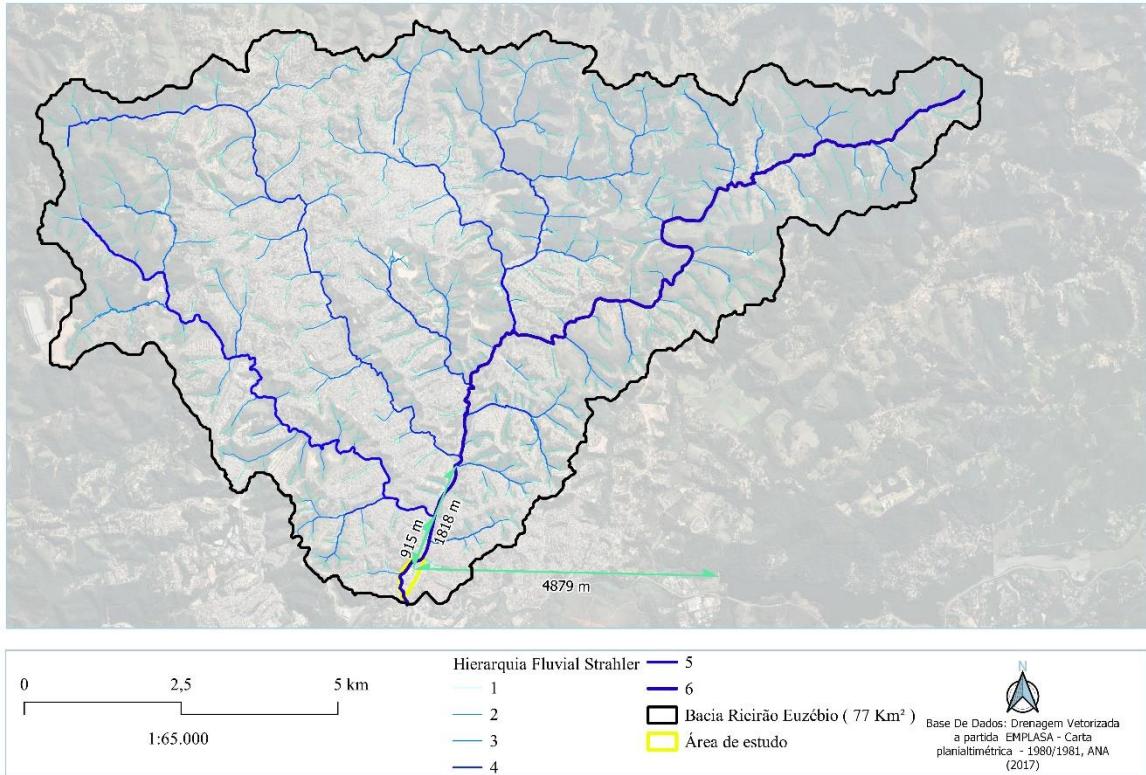


Figura 2. Cartografia das drenagens, Organização: Autor. (2022)

A abertura das comportas acaba por conduzir um volume d'água ao canal do Rio Juquery. Caso esse volume seja maior do que a calha que o rio comporta, ocorre extravasamento do volume d'água do leito menor do Juquery, levando à inundação de áreas urbanas do município que estão na planície de inundação quando esse volume d'água alcança a confluência do RE com o Juquery, podendo ocorrer o remanso desse volume para o canal do RE, afetando a área central estudada.

A cidade de Franco Da Rocha está constituída sobre um embasamento litológico de rochas metamórficas, micaxistas e filitos, com áreas de rochas ígneas e maciços graníticos. Esse tipo de configuração advém da localização, de estar entre falhas geológicas (Falha de Taxaquara e Falha de Jundiuvira; e a leste a Falha Transversa de Mandaqui), que resultaram no aspecto de relevo cristalino associado à tectônica sofrida na área (EMPLASA, 1985). A partir da condicionante litológica, a EMPLASA (1985) delimita a bacia do rio juquery em 3 compartimentos geomorfológicos: Mares de morros, formações serranas e colinas sedimentares, com pequenas várzeas subjacentes.

Interno à área do município de Franco Da Rocha, o compartimento do relevo de mares de morros situa-se nas áreas da periferia urbana, possuindo as seguintes características: alto grau de declividade (20 a 30%), grande amplitude topográfica (em torno de 150m), sobre rochas extremamente sensíveis e friáveis a processos erosivos. Enquanto isso, a área central está assentada na “estreita planície aluvionar (várzea) do Ribeirão Euzébio (EMPLASA, 1985). O compartimento do relevo de formações serranas se encontra margeando o reservatório Paiva Castro a norte, conhecida como Serra dos Freitas, possuindo a característica de alta declividade (superior a 30%), amplitude topográfica em torno de 300m, com menor predisposição aos processos erosivos (EMPLASA, 1985). Já as colinas sedimentares e várzeas subjacentes, em relação ao território do município, seriam mais favoráveis para a ocupação, se restringindo à faixa junto à margem esquerda do Rio Juquery, desde o reservatório Paiva Castro até o município de Caieiras (EMPLASA, 1985). Em referência a várzea do Ribeirão Euzébio:

As mais importantes planícies aluvionares (várzeas) desta bacia: Somente aquela do Ribeirão Eusébio e do Rio Juqueri é que se encontram em bom estado de preservação. A manutenção dessas planícies, com sua ocupação ordenada, em conformidade com as peculiaridade dessa área, é de grande importância como prevenção de futuras inundações” (EMPLASA, 1985. Pg 94).

2 OBJETIVOS

Compreender as inundações e alagamentos no município de Franco da Rocha-SP segundo suas características geográficas, considerando essencialmente a geomorfologia e a atividade antrópica na área de estudo, parte central do sítio urbano na planície de inundaçao do Ribeirão Euzébio. Em especial, por meio da verificação dos eventos de inundações e alagamentos segundo as características topográficas, hidrográficas e de uso da terra na delimitação estabelecida.

2.1 Objetivos específicos

- Apontar como as modificações antrópicas na área da sub-bacia do Ribeirão Euzébio influenciam as atuais inundações, indicando se essas modificações mitigam ou agravam os eventos de inundaçao e alagamento segundo a impermeabilização do solo;
- Verificar como as características naturais da área de estudo pré-condicionam os eventos de inundaçao e alagamento;
- Verificar a evolução da interferência antrópica na área de estudo à luz da abordagem histórica;
- Avaliar a modificação do uso da terra por meio das aerofotografias e imagens de satélite, respectivamente: Instituto Agronômico de Campinas 1:25.000 - 1962, ortomosaicos 2010 IGC-SP com resolução espacial de 50cm, e imagem de satélite CBERS 4a – Pancromática, resolução espacial de 2m de 2021.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, a intenção é a delimitação dos conceitos que foram fundamentais para a realização do trabalho e o desenvolvimento da pesquisa, sendo necessário compreender os limites entre inundações e alagamentos, planície aluvial e planície de inundação, macro e micro drenagem, infraestruturas de drenagem urbana, sistemas de drenagem urbana sustentáveis, legislações municipais pertinentes e quais as informações contidas no auto nº 9902086/02 do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE.

3.1 Inundações e Alagamentos

As inundações são fenômenos da própria dinâmica fluvial, produzidas pelo escoamento superficial dos interflúvios de uma bacia hidrográfica durante episódios pluviométricos, que chegam à planície de inundação e depois à calha do rio. Por vezes, esse volume d'água transferido extravasa o limite da calha principal do rio (leito menor), ocupando suas margens mais baixas (leitor maior) (BORGES & FERREIRA, 2019).

A inundação é um evento responsável pela morfogênese de umas das feições da própria planície aluvionar: os diques marginais, formados quando o rio supera o nível de suas margens plenas, no limite entre o leito menor e maior, transportando consigo sedimentos em suspensão como argila, silte, areias (fina e muito fina), que com o retorno desse volume d'água ao leitor menor, serão depositados na planície de inundação. Em cada novo evento de inundação, novos sedimentos serão depositados sobre os anteriores (DIAS, 2012; STEVAUX & LATRUBESSE, 2017).

Já os alagamentos são os eventos que acabam por ocorrer em áreas que possuem uma característica morfológica plana, depressionada ou de fundo de vale, na qual com a ocorrência do escoamento superficial o volume se acumula nas áreas baixas, com o auxílio da carência de sistema de drenagem urbana (BRAGA, 2016 Apud GRILLO, 1992). Para o COBRADE - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, é definido como “Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas” (COBRADE, 2012). Ainda, o Ministério das cidades e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007) concluem que os alagamentos são acúmulos momentâneos de água em uma determinada área, por um problema do sistema de drenagem, estando esse ou não em relação com a dinâmica fluvial.

TUCCI (2003) discrimina o fenômeno de inundação em dois tipos: Inundação Ribeirinha e Inundação Urbana. Respectivamente, inundação ribeirinha seria o fenômeno descrito por BORGES & FERREIRA (2019) anteriormente. Para o autor a ocorrência desse fenômeno é tal antigo quanto as cidades:

Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoa para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso do volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios. Estes eventos ocorrem de forma aleatória em função dos processos climáticos locais e regionais (TUCCI, 2003 p. 45)

Enquanto isso, a inundação urbana seria o fenômeno em que ocorre a impermeabilização da área, com o aceleramento do escoamento que chega a uma mesma drenagem, ao mesmo tempo, produzindo assim maior frequência para esse evento, ocorrendo por conta da urbanização.

Para esse trabalho, optou-se por não separar inundação entre o processo natural e o processo em sua forma antropogênica, pois, de certa forma, comprehende-se como CUSTODIO (2002), ao optar por utilizar inundação e enchente como sinônimos para os mesmos eventos que carregam em si, além da dimensão natural, a dimensão social do fenômeno. Dessa forma, inundação, aqui compreendida como o processo dinâmico natural, contém sua forma social inscrita nos danos que ocorrem pelas modificações antropogênicas. Entretanto, não é possível compreender inundação para a área do canal fluvial, que não possui leito vazante e leito menor, já que a ação antropogênica extrapola os limites de construções próximas às drenagens, modificando toda a estrutura do canal fluvial: nesse caso, ao ser modificado o canal é transformado em uma obra da engenharia, e não compõe mais um resultado do jogo de forças da água que escoa e do embasamento que muitas vezes o sustenta. Portanto, alagamento é compreendido como um fenômeno ocorrido por uma falha do sistema de drenagem urbana criado pela atividade humana. Exemplos disso seriam uma retificação, uma galeria ou uma sarjeta que possibilitam o extravasamento ou acúmulo do volume d'água precipitado, desencadeadores de um episódio de alagamento aliados à precipitação, independente do confinamento do canal no modelado da planície de inundação.

3.2 Planície Aluvial

A planície aluvial é uma unidade geomorfológica que é constituída pelo canal do rio e por sua planície de inundação (STEVAUX & LATRUBESSE, 2017). Interno à planície de inundação, existe uma série de formas de relevo relacionadas aos processos erosivos-depositionais dos cursos d'água, tais como diques marginais, meandros abandonados, leques

aluviais, deltas, cinturão aluvial, bacia de inundação, lagos, lagoas e pântanos fluviais (MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, 2020; STEVAUX & LATRUBESSE, 2017).

Dentro desse sistema ocorrem os processos de acresção lateral e acresção vertical, onde o primeiro é o processo de erosão da margem côncava do rio, ocasionando a migração do canal para essa margem, enquanto que na margem convexa ocorre a deposição e sedimentação causada pela compensação da própria erosão da margem côncava, levando a seu aumento lateral (PENTEADO, 1980). A migração lateral do rio é o princípio desse processo e é indicado como parte da gênese de uma planície de inundação (STEVAUX & LATRUBESSE, 2017). A acresção vertical ocorre no processo de extravasamento da água do leito menor, desencadeando a ocupação do leitor maior do canal, levando-o ao transbordamento (inundação), havendo decantação de sedimentos mais finos em toda a área mais baixa (BARCELOS & SUGUIO, 1980; STEVAUX & LATRUBESSE, 2017; MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, 2020).

A planície de inundação é um modelado do relevo de acumulação (SANTOS DE JESUS, 2008), que armazena e comporta as sazonalidades do volume d'água transportado por um riacho, rio, ribeirão, arroio, entre outros nomes para se definir um canal fluvial. Essa forma fluvial (MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, 2020) tem como condicionante uma forma deposicional ativa, stricto senso áreas adjacentes ao canal do curso d'água, que possui sua morfogênese atrelada aos processos de migração lateral e de inundação, resultando no transporte de sedimentos de textura variável para suas margens (MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, 2020). Assim, a planície de inundação tem sua forma esculpida pelos processos de acresção vertical e migração lateral dos canais, principalmente em áreas de clima úmido (MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, 2020).

3.3 Macro E Micro Drenagem

A apropriação da sociedade brasileira sobre o relevo, realizada de forma intensiva e em uma perspectiva que vai até os limites da potencialidade ou degradação do mesmo, leva a modificações na relação vertente – sistema hidrográfico. Tais modificações acabam por impactar tanto a vertente quanto o sistema hidrográfico, os canais. A partir da modificação da composição da vertente, com a supressão de sua vegetação, os processos morfodinâmicos são alterados, o solo fica exposto diretamente à ação da radiação solar e efeitos da chuva, permitindo que o processo de splash seja intensificado, ocorrendo o aumento do escoamento superficial que no avanço da modificação transportará mais sedimentos aos canais (CASSETI, 1995).

Com o desenvolvimento do processo de apropriação, a partir da urbanização da vertente, há a instalação de loteamentos, guias, sarjetas, vias e pavimentos, entre outras infraestruturas que estão contidas no que se comprehende como urbanização. Chega-se ao estado de impermeabilização da vertente, que acarreta a elevação do escoamento superficial e o desabastecimento do lençol freático. Esse escoamento tem como característica a torrenciaisidade, ou seja, possui um volume e velocidade maior que em uma situação de vertente sem impermeabilização (CASSETI, 1995). A elevação dessa velocidade e do volume dependem da eficiência da rede de galerias pluviais instaladas junto com a urbanização (STEVAUX & LATRUBESSE, 2017).

Essas modificações no canal são produzidas pelas atividades antrópicas. Segundo STEVAUX & LATRUBESSE (2017), tais interferências em uma determinada seção do canal podem se propagar por longas distâncias (variável espacial), ou por um longo período de tempo após a interferência (variável temporal). Para os autores, as modificações no canal induzidas pela ação antrópica, mudando o sistema fluvial e resultando em impactos hidrofísicos, são classificados em diretos e indiretos (Quadro 1).

Classificação da mudança	Característica da intervenção	Finalidade da intervenção
Direta	Regulação de fluxo Canalização Dragagem Do Canal, remobilização de sedimentos da planície aluvial	Estocagem de água por reservatórios e transferência de fluxos Estabilização de bancos e diques Retificação de canal, irrigação, transposição de bacias Implementação de vias navegáveis e mineração
Indireta	Uso e ocupação da bacia Modificações na rede de drenagem	Desmatamento Práticas agrícolas Construções Urbanização Mineração Sistema de irrigação Sistema de galerias pluviais Estradas

Quadro 1. Tipos de interferências no canal - Adaptado com base: Stevaux & Letrubesse (2017)

A distinção apresentada pelos autores entre modificações diretas e indiretas são similares à separação entre obras de micro e macro drenagem, diferindo no fato da primeira também englobar modificações do uso da terra e obras de transporte vinculadas à drenagem.

As obras de drenagem podem ser separadas em micro e macro drenagem (SCARATI, 2012). A micro drenagem compreende tudo o que é construído para garantir o funcionamento do sistema viário e dar acesso aos lotes. É composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem, sistemas de detenção e infiltração nos lotes, trincheiras, valas e outros dispositivos relacionados ao sistema viário (SCARATI, 2012). A micro drenagem tem como destino a macrodrenagem, que ocupa em stricto sensu o traçado da drenagem antes de qualquer ação humana, mas que agora já está antropizado. Assim, temos que a micro drenagem é projetada para impedir/evitar que os sistemas viários sejam impossibilitados de circulação pelo escoamento das águas, o que é descrito pelo COBRADE (2012) como alagamento. Além disso, a micro drenagem tem a função de servir como ponta de entrada para a macrodrenagem, que irá receber todo o impacto da ação urbana que a bacia sofreu (SCARATI, 2012).

Para EMPLASA (1985), a micro drenagem tem o objetivo de eliminar as inundações na área urbana, buscando evitar quaisquer interferência da enxurrada ao tráfego de veículos e pedestre. Outra função seria a de evitar quaisquer danos a propriedades, pois a macrodrenagem tem como função receber o volume drenado pela micro drenagem, afastando-as das áreas urbanizadas, sendo constituída por canais e galerias de maior porte que os verificados na micro drenagem.

3.4 Infraestruturas De Drenagem Urbana

A drenagem urbana se constitui principalmente na busca de resolver um problema de alocação de espaço, pela diminuição da capacidade natural de reter os deflúvios de uma bacia por conta dos processos de urbanização (CANHOLI, 2014). Inicialmente tem a função de aumentar a velocidade do escoamento dos canais naturais por meio de obras de canalização, visando o afastamento desse fluxo e o transporte para jusante da bacia, o que acarretava inicialmente em transferir o problema para outra localidade à jusante (TUCCI, 2003). Esta perspectiva se transformou em uma ideologia difundida por quase toda região que possuía algum problema relacionado a canais fluviais, e segundo CUSTODIO (2002) era o ideal modernizador de solução técnica para drenagem urbana que predominou até ser parcialmente substituído pela perspectiva de construção de reservatórios (Piscinões).

Segundo CANHOLI (2014), a drenagem urbana pode ser separada em duas categorias: Medidas estruturais e Medidas não estruturais. Dessa forma, medidas estruturais representam obras que podem ser implantadas, na perspectiva de correção ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes, inundação e alagamento. As medidas não estruturais correspondem às ações que procuram reduzir os danos causados por esses eventos, na perspectiva de introdução de normas, regulamentos e programas que estimulem o disciplinamento do uso e ocupação do solo, sistemas de alertas e conscientização da população sobre a drenagem urbana.

Para CUSTODIO (2002), as medidas estruturais podem ser definidas pelas obras que visam o controle dos rios, principalmente utilizando de técnicas como desassoreamento, desobstrução da calha, construção de diques, reservatórios, ampliação da calha, canalização e retificação. A autora aponta que a como parte das medidas estruturais, há sobretudo a retificação, que elimina a sinuosidade do canal fluvial, na abertura de um novo canal, alterando a forma do leito natural e causando a abertura de um novo leito. Cria-se um canal, que por vezes é dito como uma canalização, mas não é, pois a canalização corresponde à ação de revestir o leito ou fundo do canal com alguma técnica, seja concreto, gabião etc. Já as medidas não estruturais estão relacionadas à etapa de preparação, ou seja, ao desenvolvimento da capacidade de lidar com o fenômeno de inundação e alagamento, medidas de caráter preventivo. O disciplinamento e controle do uso do solo são as principais medidas não estruturais a serem executadas (CUSTÓDIO, 2002).

Para além dessas citadas, existem medidas estruturais destinadas a proteger áreas topograficamente mais baixas, pela implementação de sistemas de diques, pôlderes e instalação de by-pass. Respectivamente, diques e o sistema de pôlderes, tem a funcionalidade de evitar que cotas topográficas inferiores ao nível d'água, sejam afetadas ao ocorrer o extravasamento do leito ou episódios de falha do sistema de micro drenagem, evitando assim danos desses fenômenos. Para isso, ocorre um sistema de bombeamento adjunto às válvulas de retenção, bombeando esse volume para uma área de armazenamento e posteriormente para a calha da drenagem (CANHOLI, 2014). Já o by-pass realiza um seccionamento hidráulico da drenagem buscando atenuar o pico de vazão nos pontos a jusante, com a criação de um canal extravasador da drenagem, que funciona como um canal auxiliar da drenagem principal.

Além das medidas estruturais e não estruturais, existem as medidas não convencionais (CANHOLI, 2014), que são soluções propostas buscando distanciamento dos conceitos tradicionais de canalização e que visam principalmente o aumento do processo de

infiltração, retenção do escoamento superficial em reservatórios e redução da velocidade que o fluxo chega às calhas dos córregos.

3.5 Sistema De Drenagem Urbana Sustentáveis.

Denominados pela sigla SuDS -, *Sustainable drainage systems*, esses sistemas de drenagem trabalham em um tripé de quantidade, qualidade e amenidade. Esse tipo de abordagem tem como perspectiva se aproximar das características hidrológicas o mais próximo possível do pré-urbanização e pré-perturbação.

O objetivo principal desse tipo de perspectiva é de reduzir as vazões, taxa de escoamento, reduzir os volumes adicionais consequentes dos efeitos da urbanização, promover a recarga natural dos aquíferos, prover habitats para a fauna e agregar valor estético para as áreas urbanas. De forma crucial, a busca é de renaturalizar a condição hidrológica da área o quanto for possível (CANHOLI, 2014).

Segundo Canholi: “Esses sistemas são projetados para funcionar em pequenas unidades discretas disseminadas pelo terreno de forma a manter as características hidrológicas o mais próximo possível das condições anteriores à ocupação” (CANHOLI, 2014, pg. 40). Esse tipo de abordagem utiliza de técnicas para reverter e atenuar as consequência da alteração do uso da terra. Para WOODS BALLARD et al. (2017), os componentes dos SuDS são sintetizados na tabela abaixo:

Tipo de componente	Descrição
Sistema de captação d’água.	A água da chuva é coletada do topo das edificações ou de outras superfícies impermeabilizadas e armazenada em um tanque, sobre o solo ou subterrâneo para utilização no local, pode estar associado a algum sistema de tratamento
Telhados verdes.	Uma camada de solo vegetado é disposta sobre o topo/telhado do edifício. A água é armazenada no solo e absorvida pela vegetação.
Sistemas de infiltração.	Esse sistema coleta e armazena o escoamento superficial, permitindo sua infiltração no terreno, através de áreas com vegetação ou superfícies sem impermeabilização.
Sistema de tratamento próprios.	Estruturas de superfície ou subsuperfícies,

	concebidas para o tratamento da água.
Faixas de filtro.	Estrutura concebida para permitir o escoamento de uma área intensamente impermeabilizada, pela presença de uma faixa, gramada ou vegetada que promova a deposição e a infiltração.
Bacia de filtro.	O escoamento superficial é conduzido e armazenado temporariamente em uma estrutura abaixo, na forma de valeta rasa, preenchida com brita ou similar, possibilitando atenuação, transporte e infiltração.
Valeta.	Um canal vegetado que é utilizado para transportar e tratar o escoamento superficial. Podem ser molhados, no qual a água é concebida para permanecer no canal, ou secos, onde a água ocorre após os episódios pluviométricos, podendo ser revestidos ou não para promover a infiltração.
Sistemas de Bioretenção.	Uma área com morfologia côncava/depressionada, que possibilite a convergência do escoamento superficial e seu processamento, através do solo e da vegetação. Frequentemente conhecido como jardim de chuva, pode-se adicionar uma camada de brita ou outro material permeável para promover maior infiltração e tratamento d'água.
Árvores.	Árvores podem ser plantadas internas a outros componentes do SuDS, possibilitando maior desempenho aos mesmos, pela interceptação em suas copas e a maior capacidade de infiltração por suas raízes.
Pavimentos permeáveis.	O escoamento superficial é permitido através de estruturas, como pavimentos de blocos com fendas e pavimentação porosa, no qual a água pode ser armazenada na subsuperfície e infiltrar-se posteriormente.
Tranques de atenuação.	Estruturas subterrâneas de porte largo, para armazenamento temporário do escoamento superficial antes da infiltração, com liberação controlada para a mesma.
Bacias de detenção.	Estrutura para receber o escoamento superficial, no qual o escoamento é conduzido para uma depressão paisagística de maior porte que as valas, com uma saída que controla o fluxo, de modo que a bacia se enche e possibilita a atenuação. Geralmente ficam secas, preenchendo-se apenas em eventos pluviométricos.

Lagoas e zonas úmidas.	Estrutura similar a uma piscina de água permanente, utilizada para proporcionar a atenuação como o tratamento do escoamento. Nessa estrutura o fluxo de saída é controlado e os níveis de água podem aumentar após o evento pluviométrico. Pode ser vegetado ou não.
------------------------	--

Quadro 2. Componentes SuDS - Tradução do autor e adaptado de Woods-Ballard et al. (2017).

3.5 Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE

A retificação do RE, detém o número de processos de outorga Nº 9902086/02. Analisando-se o processo, disposto nos arquivos do DAEE - Vila Prudente, encontra-se uma série de documentos que iniciam-se no ano de 2002, com o protocolo Nº 624/2002, solicitado pela Prefeitura Municipal De Franco Da Rocha, na gestão do Prefeito Roberto Seixas (2000-2004). Este protocolo solicita a obtenção de outorga para canalização de um trecho do Ribeirão Euzébio, entre o cruzamento da Rua João Raiz e Basílio Fazzi, com fins de construção de um novo acesso viário para a área central do município.

A característica da obra era de uma canalização nova na rua Prof. Carvalho Pinto, no que é referido como braço morto do Ribeirão Eusébio, com UTM de estaca inicial 7418640 Km N; 323310 km E e UTM estaca final 7419000 Km N; 323280 Km E.

A finalidade apresentada no projeto é urbanização, com tempo de retorno de 100 anos para chuva (Quadro 03)

Trecho	Comprimento (M)	Seção Transversal	D/B	Lâmina D'Água	Tipo de Revestimento	Declividade (m/m)	Vazão (M ³ /S)	Velocidade de Escoamento (M/S)
1	450,00	Retangular	4,5 X 2,5	1,17	Concreto	0,0040	11,48	2,95

Quadro 3. Resumo da obra.

*D = Diâmetro da tubulação; B = Largura da base ou outra média de seção transversal.

A declaração contida na solicitação, assinada pelo Prefeito, exemplifica que a referida obra de canalização do trecho do Córrego Ribeirão Euzébio, era para a viabilidade de um novo acesso à área central da cidade, visto que o acesso era precário da forma que existia. No relatório de drenagem apresentando ao DAEE, a chuva de projeto apresentada era estabelecida conforme Quadro 04.

TR (Anos)	25	50	100
MM (Milímetros)	63,5	70,9	78,3

Quadro 4. Resumo da chuva de projeto.

Havendo também os eventos críticos diários de chuva excessiva no período entre outubro 85/ abril/95 no município (Quadro 05).

Data	26/01/87	07/10/91	16/01/91	11/03/94
Precipitação (MM)	193.10	101.70	122.30	105.10

Quadro 5. Resumo dos eventos críticos.

O relatório apresenta, uma descrição da sub-bacia do Ribeirão Euzébio, como:

possui relevo extremamente acidentado e vegetação prima praticamente inexistente. A ausência de cobertura vegetal aliada à própria formação do tipo de solo da região, dificultam o escoamento hipodérmico e propiciam quando dos eventos mais críticos de chuva, um escoamento superficial extremamente rápido para o vale do Rio Juqueri, onde está localizado a cidade de Franco da Rocha, propriamente dito o centro da cidade.

A importância no controle de cheias ficaram mais evidenciadas quando inaugurou o canal próximo a estação de Franco da Rocha, com dimensões de 10 x 5,40, capacidade para veicular vazões de ordem de 144,00 m³/s. Conforme estudo hidrológico a vazão de escoamento é de $Q = 160 \text{ m}^3/\text{s}$, deixando portado um saldão de 16 m³/s para escoar pelo córrego lindeiro a Rua Basílio Fazzi (Processo Nº9902086/02).

O projeto teve parecer favorável pela divisão técnica de gerenciamento de recursos hídricos, outorgando o direito de uso para a canalização do referido córrego, com canalização em galeria de concreto de seção retangular de base 4,50 m e de altura 2,50 m, características técnicas e hidráulicas da canalização são expressas abaixo:

Estaca inicial: 7.418,64Km N; 323,31Km E; MC 45°

Estaca final: 7.419,00Km N; 323,28Km E; MC 45°

Vazão de Projeto p/Tr = 100 anos: $Q = 15,48 \text{ M}^3/\text{s}$

Velocidade do escoamento (projeto): $V = 2,95 \text{ M/s}$

Classificação: Para drenagem e combate a inundação

No ano de 2004, outra solicitação de outorga de canalização foi realizada pela municipalidade por meio da gestão de Roberto Seixas, a montante da outorga já realizada. A característica da obra era uma canalização na rua Prof. Carvalho Pinto, no que é referido como braço morto do Ribeirão Eusébio, como complemento da outorga 1877 de 19/11/02, com UTM, estaca inicial: 7419,00 Km N; 323,28 Km E; estaca final: 7419,24 (3) Km N; 323,45 (4) Km E; MC 45°.

A finalidade apresentada no projeto é de urbanização, com tempo de retorno de 100 anos para chuva (Quadro 06).

Trecho	Comprimento (m)	Seção Transversal	D/B *	Lâmina D'água	Tipo de Revestimento	Declividade (m/m)	Vazão (m³/s)	Velocidade do escoamento (m/s)
I	290,00	Retangular	4,5 X 2,0	1,57	Concreto	0,020	16,70	2,36

Quadro 6. Resumo da obra.

*D = Diâmetro da tubulação; B = Largura da base ou outra média de seção transversal

O projeto teve parecer favorável pela divisão técnica de gerenciamento de recursos hídricos, outorgando o direito de uso para a canalização do referido córrego, com canalização em galeria fechada pré-moldada em concreto, retangular, de seção retangular de base 4,50 m e de altura 2,00 m, com características técnicas e hidráulicas da canalização expressas abaixo.

Estaca inicial: 7.419,00Km N; 323,28Km E; MC 45°

Estaca final: 7.419,24Km N; 323,28Km E; MC 45°

Extensão: 290m

O objetivo da referida obra era a melhoria do sistema de drenagem (Portaria 2292 de 25 de novembro 02).

Na folha 180 e 181 do referido processo, encontra-se um resumo elaborado pela Prefeitura De Franco Da Rocha, das intervenções realizadas e pretendidas no Ribeirão Eusébio, destacando-se as seguintes:

Intervenção 01:

Este projeto previa a redução das incidências de enchentes e alagamentos do Ribeirão Euzébio na área central de Franco da Rocha, para tal foram empreendidas obras que alteraram o curso natural do referido rio, permitindo que o mesmo pudesse escoar com maior fluidez em seu trecho mais crítico. Esta intervenção envolve as obras de “abertura de canal e contenção das margens do rio com concreto armado” já executadas, com aproximadamente 710 metros lineares margeando a linha férrea da CPTM, entre as coordenadas geográficas aproximadas X323312.6282 / Y7418673.0702 e X323642.5377 / Y7419295.7679, Projeção UTM e datum SAD69. (Processo N°9902086/02)

Intervenção 02:

Parte integrante do projeto de reestruturação do acesso à cidade de Franco da Rocha, que previa a criação de um sistema viário binário na área central de Franco da Rocha, de forma a descongestionar o fluxo de veículos da atual Rua Prof. Carvalho Pinto criando alternativas de acesso ao viaduto Donald Savazoni, importante ligação com a Rod. Salomão Chamma. Este trecho dá intervenção envolve obras de “canalização e tamponamento” do curso natural do Ribeirão Euzébio já executadas, com aproximadamente 135 metros lineares, entre as coordenadas geográficas aproximadas X323317.5804 / Y7418734.9774 e X323280.9512 / Y7418860.5180, projeção UTM e datum SAD69. (Processo N°9902086/02)

Intervenção 03:

Parte integrante do projeto de reestruturação do acesso à cidade de Franco da Rocha, que previa a criação de um sistema viário binário na área central de Franco da Rocha, de forma a descongestionar o fluxo de veículos da atual Rua Prof. Carvalho Pinto criando alternativas de acesso ao viaduto Donald Savazoni, importante ligação com a Rod. Salomão Chamma. Este trecho da intervenção envolve obras de “canalização e tamponamento” do curso natural do Ribeirão Euzébio já executadas, com aproximadamente 105 Metros lineares, entre as coordenadas geográficas aproximadas X323285.6151 / Y7418969.3881 e X323309.2531 / Y7419054.1674, projeção UTM e datum SAD69. (Processo N°9902086/02)

Intervenção 05:

Parte integrante do projeto de reestruturação do acesso à cidade de Franco da Rocha, que previa a criação de um sistema viário binário na área central de Franco da Rocha, de forma a descongestionar o fluxo de veículos da atual Rua Prof. Carvalho Pinto criando alternativas de acesso ao viaduto Donald Savazoni, importante ligação com a Rod. Salomão Chamma. Este trecho da intervenção envolve obras de “canalização e tamponamento” do curso natural do Ribeirão Euzébio já executadas, com aproximadamente 255 metros lineares, entre as coordenadas geográficas aproximadas X323450.1784 / Y7419232.8165 e X323645.0122 / Y7419316.3406, projeção UTM e datum SAD69. (Processo N°9902086/02)

Na folha 193 do referido processo, encontra-se o Ofício 247/2017 do Gabinete da Prefeitura De Franco da Rocha, com assunto de Renovação de outorga para tamponamento do canal de drenagem da Avenida Basílio Fazzi. Neste ofício é contido as seguintes informações: A existência de dois trechos canalizados do antigo leito do Ribeirão Eusébio, com as seguintes portarias: 1877 de 20/11/02 e 2292/26/11/04.

Indica-se que o canal representa antigo leito do Ribeirão Euzébio, retificado e canalizado pelo DAEE na década de 80, com o objetivo de diminuir os eventos de extravasamento e as constantes inundações na região central do município.

A partir das referidas obras, parte do curso do antigo leito foi canalizada em seção fechada em suas extremidades e, numa extensão de 230 metros, foi canalizada a céu aberto. Recebendo a drenagem local e o excedente de vazões extraordinárias do próprio Ribeirão Euzébio, se transformando em um canal auxiliar que tinha sua funcionalidade como um by-pass.

Em 2015, o desvio do chamado by-pass teve seu emboque, tamponado e então passou a receber somente a contribuição das águas pluviais das ruas perpendiculares, virando um canal de drenagem, que recebia as águas servidas clandestinamente e as águas pluviais, acumulando sedimentos e levando-os a ter um aspecto desagradável, segundo a municipalidade.

Esse estado da obra foi a motivação da consulta para o DAEE sobre a possibilidade de tamponamento desse trecho que estava em seção aberta, advindo também que com o tamponamento seria possível o alargamento do sistema viário existente naquela região, desafogando o trânsito local da área.

Durante a apreciação do ofício, 247/2017, o DAEE solicitou uma série de documentos técnicos para avaliação da solicitação, listados abaixo:

I) Canalização do ribeirão euzébio (regularização)

informar e indicar no mapa cartográfico da EMPLASA, escala 1/10.000, trecho existente (curso do antigo leito), o canal existente em seção fechada e o by-pass já executado e o trecho projetado; a ser tamponado, em coordenadas geográficas em UTM; realização de levantamento topográfico e planialtimétrico entorno das áreas envolvidas para cadastramento das obras hidráulicas executadas, com seção longitudinal e transversal do canal existente a cada 30 (trinta) metros, verificação da declividade tanto do canal, das paredes/taludes e o revestimento existente, dá cada seção.

II) BY-PASS (canal de reforço)

indicar no mapa cartográfico dá EMPLASA, escala 1/10.000, o trecho existente em seção fechada e o by-pass já executado e o trecho projetado; realização de levantamento topográfico e planialtimétrico do trecho do by-pass executado, com seção longitudinal e transversal do canal existente a cada 30 (trinta) metros, verificação dá declividade do canal, das paredes/taludes e o revestimento existente, de cada seção estudo hidrológico/hidráulico para verificação dá capacidade hidráulica do canal aberto existente; estudo hidrológico/hidráulico para a seção necessária do canal, para alteração com tamponamento do canal e adequação necessários dá capacidade hidráulica dá drenagem pluvial do trecho/entorno do canal projetado; verificação do remanso junto a encontro (encontramento do canal do ribeirão euzébio e by-pass); considerar o canal by-pass funcionando como reservatório de retenção (piscinões), elevação do nível do fundo, adequado para evitar água parada.

Projeto e instalar comporta no caso necessário para não haver refluxo/retorno das águas no canal by-pass;

Quanto ao projeto de tamponamento do canal (seção fechada) do BY-PASS, recomenda-se instalação das aberturas para manutenção/limpeza

Instalação de dispositivo para evitar o refluxo - comporta anti remanso. (Processo Nº9902086/02)

Entretanto, o entendimento obtido pelo DAEE e pela diretoria da Bacia do Alto Tiete - DAT era que as intervenções no RE ficavam dispensadas de quaisquer formalidades junto às instituições, cabendo atender as legislações municipais vigentes e as legislação estadual e federal de proteção ambiental. O tamponamento do referido canal de drenagem, visando a reurbanização da área, poderia ser autorizado, visto o entendimento que o referido canal passou a funcionar como um canal auxiliar para a drenagem local de águas pluviais. Dessa forma, não seria caracterizado como um curso d'água ou recurso hídrico natural.

Essa foi a resposta do DAEE para a municipalidade, dispensando qualquer formalidade de outorga para as intervenções realizadas e extinguindo o leito natural do Ribeirão Euzébio de sua morfogênese, transformando-o em um canal antrópico de drenagem de águas pluviais.

Em relação à retificação do canal do Ribeirão Euzébio, citado pelo DAEE como realizado pelo departamento na década de 80, é verificado que o mais factual possível é que a retificação tenha sido realizada pela municipalidade, através de orçamento destinado via Fundo Metropolitano de Financiamento e Investimento - FUMEFI, cuja principal motivação para a execução e destinação da verba parece ter sido os eventos da cheia do ano de 1987. As informações na outorga Nº 902086/02 exemplificam a realização da obra para reduzir a recorrência das enchentes na área central do município e aumentar a velocidade da vazão d'água dessa área, evitando possíveis represamentos pela forma do leito natural. Da mesma forma, o memorial descritivo das novas obras de reservatórios de amortecimento de picos de cheias, em licitação/execução EU-08, EU-09 TG-09, apresentam o seguinte texto:

.... a Prefeitura de Franco da Rocha efetuou, com recursos da FUMEFI, a canalização do Eusébio numa extensão de aproximadamente 800m, com seção em canal retangular de concreto, com base de 10 metros e altura mínima de 3,50 m. Neste trecho, o traçado original do Eusébio desenvolvia-se lateralmente à rua Basílio Fazzi (ver Figura 2.6). O curso do ribeirão foi alterado por ocasião da implantação do novo canal, estabelecendo-se o novo traçado, desenvolvendo-se lateralmente à via férrea da CPTM. Em seguida, a Prefeitura de Franco da Rocha realizou a reurbanização da faixa do antigo canal (que passou a ser um “braço morto” do ribeirão, passando por canal a céu aberto e por galeria), ligando-o ao Eusébio, no trecho de montante, em solução com tubos ARMCO e promovendo o aterramento e o tratamento paisagístico da área aterrada. (DAEE, Memorial Descritivo - reservatório de amortecimento de picos de cheia tg-09 córrego tapera grande Franco da Rocha / Francisco Morato – SP, pg 12).

3.6 Legislações Municipais

A velocidade do fluxo superficial das áreas altas para as áreas baixas carrega um volume d'água e de sedimentos expressivo, que ocasiona o assoreamento das galerias e dos canais, tamponados ou retificados. A municipalidade já possui legislação para atenuar os sedimentos transportando-os para as galerias, por meio da Lei 1.464/2020, que dispõe “A implantação de dispositivo chamado “boca de lobo inteligente” e redes de coleta para sistema de drenagem nos logradouros do município de Franco Da Rocha”. Visa-se, dessa forma, conter os sedimentos transportados para as galerias e para o canal retificado, por meio de uma caixa coletora, instalada internamente na boca de lobo; entretanto, pelo que foi verificado durante a pesquisa, a lei não foi executada.

O Código Tributário – Lei Complementar 282/2017, capítulo V, seção I contém o programa IPTU Verde, “com o objetivo de fomentar as ações que promovam o ideário de Cidade Sustentável, visando melhoria na qualidade de vida dos habitantes e minimizar os impactos ao meio natural, por meio de concessão de benefícios tributários”. Para se obter o desconto, foram elencadas 5 ações:

I - Sistema de captação e utilização de águas pluviais, II - possuir em seu perímetro um reservatório de retardo das águas pluviais, III – arborização no calçamento com espécies adequadas às normas urbanísticas do município e respectiva manutenção, IV - arborização no calçamento, com espécies nativas da região ou frutíferas, adequadas às normas urbanísticas do município e com a respectiva manutenção, V – instalação e manutenção de telhado verde em todos os telhados disponíveis no imóvel. (PREFEITURA DE FRANCO DA ROCHA, pg 91, 2017).

Para cada ação o desconto é de 5%, e para a ação do inciso IV é de 6%. O programa permite o acúmulo de 2 benefícios, dessa forma o seu limite de desconto é de 10% ou 11%.

Outra legislação da mesma temática é a Lei 920/2013, que dispõe “Institui programa municipal de arborização urbana no município e dá outras providências”. Esse programa detém sua importância, visto que é descrito por ALVES & FORMIGA (2019) pelo efeito da copa das árvores e de seus troncos para a redução do escoamento superficial em áreas urbanas, evidenciando que os indivíduos arbóreos funcionam como retentores e redistribuidores d'água da chuva. Isso leva a uma redução considerável do escoamento superficial, podendo chegar a 100% a depender da intensidade do evento chuvoso. Esse mesmo efeito é apresentado por GUERRA & GUERRA (2013) e CASSETI (1995), na atenuação que a vegetação provoca na formação do escoamento superficial.

4 MÉTODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Nesse capítulo, são indicados os procedimentos operacionais utilizados na pesquisa, as fontes que constituíram a mesma e as metodologias empregadas.

A área de estudo localiza-se na sub-bacia do Ribeirão Euzébio, tributário do Rio Juquery, mais precisamente no seu exutório, onde a área de estudo possui 134.598m² em contraste com a referida sub-bacia, de 2.512km².

Para compreender as dinâmicas que a área de estudo está sujeita, optou-se por construir a pesquisa através dos Sistemas De Informações Geográficas - SIG, principalmente pelas possibilidades que esse tipo de técnica permite na visualização de atributos da área de estudo e possíveis correlações. Dessa forma, buscou-se relacionar as fundamentações teóricas com os dados no SIG, partindo do pressuposto que os resultados permitiriam maior compreensão das características geográficas da área segundo a produção de cartografias em escalas inferiores a 1:25.000.

Foi necessário a solicitação e georreferenciamento de aerofotografias do Instituto Agronômico de Campinas 1:25.000 – 1962, do ortomosaico 2011 IGC-SP com resolução espacial de 50 cm, pertencentes ao acervo do Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo – IGC-SP. Esses documentos contém a área de estudo e tornam possível a verificação do uso da terra na sub-bacia, cujas modificações ocorridas entre 1962 e 2011 possibilitam estabelecer classes, primeiramente a partir da classificação em área urbanizada, área florestal e área campestre (IBGE, 2013), havendo outra incluída, o sistema viário, para designar os arruamentos. Entretanto, ocorreu que para a imagem CBERS 4a – Pancromática, com resolução espacial de 2 Metros, não é possível distinguir o sistema viário da área urbanizada, optando-se por mesclar ambos em uma única classe de área urbanizada.

De forma complementar também foi georreferenciada a carta histórica 1:100.000 de 1899, cedida pelo Arquivo Público do Estado de São Paulo, além das aerofotografias de 1972, 1977 e 1986 do acervo do IGC-SP para verificação do traçado da drenagem existente em cada produto cartográfico citado e suas respectivas modificações.

Outras fontes cartográficas foram utilizadas, como as cedidas pela Biblioteca Floresta Fernandes: o croqui de projetos de intervenção apresentados no livro “EMPLASA” e a planta encontrada no acervo cartográfico da biblioteca, produzida pelo IGC-SP, além de fotografias cedidas pelos moradores da região e pela Prefeitura. Esses arquivos foram utilizados para verificar as interferências antropogênicas ao longo dos anos, permitindo identificar os estágios de pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação da área de estudo (LUZ, 2014 *apud* WOLMAN, 1967; DOUGLAS, 1983; NIR, 1983; LIMA, 1990)

O tratamento dos dados foi realizado em ambiente SIG, por meio do Software ArcgisPro versão 2.8.1 em sua maioria e pelo Software Qgis versão 3.22.5-Białowieża quando necessário. Todos os processos foram realizados e processados no Datum EPSG: 4674 – SIRGAS 2000.

O georreferenciamento foi realizado pela ferramenta “Georeference” disponível na aba “image”. Utilizou-se para o georreferenciamento a transformação “Similarity Polynomial”, que necessita de no mínimo 3 pontos de controle para realizar o georreferenciamento. Como base, foi utilizada a imagem do “BaseMap” do próprio ArcgisPro, e os pontos de controle foram espalhados pelas aerofotos, ortomosaicos, cartas e mapa histórico, optando-se por colocar os pontos nas construções do antigo Asilo do Juquery e da antiga estação férrea Juquery, que depois se tornou a antiga estação da linha 7 – Rubi – Franco Da Rocha (atualmente desativada). Apesar dessas construções estarem sofrendo com as intempéries do tempo, ainda se apresentam no espaço da cidade e constituem uma ligação entre o passado e o presente, possibilitando o georreferenciamento.

O Modelo Digital de Terreno (MDT) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Serviço Geológico do Brasil (IPT-SP/CPRM) foi utilizado para a visualização da superfície em ambiente virtual pelo Software ArcgisPro versão 2.8.1, por meio da ferramenta de “Raster to Tin”, criando um arquivo .TIF. Este permitiu observar a morfologia do relevo em ambiente 3D por meio da ferramenta “Scene”, presente no Software ao qual também foi adicionado um exagero vertical de 2,00, para possibilitar melhor compreensão da morfologia.

Ainda, no ambiente virtual, foram utilizados os *Shapefiles* da CETESB referentes à UGRHI 06 para verificar os sistemas de drenagem da área, assim como foi utilizado também o conjunto de arquivos do IPT-SP/CPRM sobre a suscetibilidade a inundações e movimento de massa no Município de Franco da Rocha.

O mapeamento do sentido do escoamento superficial foi realizado utilizando-se o Software ArcgisPro versão 2.8.1, através do arquivo raster do MDT do IPT-SP/CPRM (2017) para o município, após a inclusão do arquivo *TIF* no Software foi utilizada a ferramenta “Fill” para a remoção de pequenas imperfeições digitais. Em seguida foi usada a ferramenta “Flow Direction” pelo método “D8”, que realiza com base no MDT a criação do sentido do fluxo segundo a descendência de cada célula do modelo, gerando uma numeração para cada sentido do fluxo.

Após a realização do Flow Direction, o resultado obtido foi um arquivo raster com os códigos da direção de fluxo no qual cada código representa uma direção.

Após esse processo, foi realizado o recorte da área da sub-bacia, utilizando a ferramenta “Extract by Mask”. Depois, foi executada a ferramenta “Resample” para reorganizar o tamanho das células do Raster, de 5x5 para 50x50 pixel. Com isso se realizou a transformação do arquivo em raster para vetorial por meio da ferramenta “Raster To Point” e, dessa forma, em seguida modificou-se a simbologia da feição de ponto para o sentido representado pelo código, gerando assim o mapa do sentido do fluxo superficial.

Complementar ao mapeamento do sentido do fluxo superficial pela feramenta disponível no software, também foi realizado a interpretação do sentido do fluxo superficial por meio das curvas de nível com equidistância de 1m e 5m, cedidas pela Prefeitura Municipal De Franco Da Rocha de mapeamento realizado pela municipalidade no ano de 2019.

Ainda, no ArcgisPro versão 2.8.1 foi realizado o mapeamento da declividade da sub-bacia, utilizando-se o mesmo MDT do mapeamento do sentido do fluxo, executando a ferramenta “Slope” com as configurações de “percent rise” e método “planar” para que assim se pudesse obter a declividade em %. Com a declividade em %, utilizou-se a classificação da EMBRAPA (1979) para o mapeamento.

Além disso, foi realizado o traçado de dois perfis topográficos entre a área de estudo e as áreas adjacentes, Perfil A-B e Perfil C-D, além de um terceiro interno apenas à área de estudo, o Perfil E-F. Para isso foi executada a ferramenta “Interpolate Shape” e “Creates 3D features by interpolating z-values from a surface.”; dentro da própria ferramenta foi desenhada a linha do perfil no sentido NW (Noroeste) - SE (Sudeste) para o perfil A-B e NE (Nordeste) – SW (Sudoeste) para o perfil C-D e SW (Sudoeste) – NE (Nordeste) para o E-F, executando a ferramenta “Create Chat – Profile Graph”.

Essas operações se tornaram necessárias para subsidiar a compreensão das questões sobre as inundações e a planície de inundaçāo (Perfil A-B e C-D) e alagamentos (Perfil E-F) na área de estudo.

Houve a execução de um trabalho de campo no dia 01/05/2021 que teve por objetivo coletar amostras de solo da área de estudo, visto que em mapeamento realizado pelo IPT/CPRM no ano de 2017, há apenas indicação como área urbana sem classificação pedológica. Dessa forma, foi aberta uma trincheira nas coordenadas UTM 23S X: 323476 m e Y:7419112 m localizada no centro de Franco da Rocha - SP ponto contido dentro do perímetro da área de estudo da pesquisa visando dessa forma encontrar relações entre o solo e a dinâmica fluvial.

Ocorreu uma visita ao arquivo do DAEE – Vila Prudente em relação à solicitação de vistas no processo Nº 9902086/02, que se refere à outorga de canalização do Ribeirão Euzébio, além de inúmeras conversas com funcionários da prefeitura buscando compreender as infraestruturas realizadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, busca-se apresentar os resultados encontrados durante a realização da pesquisa e os produtos cartográficos elaborados para permitir maior compreensão das características geográficas da área de estudo, do modelado e do relevo, da mesma forma apresenta-se as discussões provenientes dos resultados. Os resultados encontrados estão separados nos seguintes itens: Abordagem histórica ou como contar a história de um rio?, Georreferenciamentos, planície de inundação, mapa de uso da terra, morfologia do relevo em 3D, mapa do escoamento superficial, mapa do escoamento superficial pelas curvas de níveis, perfis topográficos, mapa de declividade, trincheira e solo urbano.

5.1 Abordagem histórica ou como contar a história de um rio?

Nir (1983) evidencia que com o avanço das técnicas, também se avançam as magnitudes das intervenções antrópicas na paisagem, alterando ao ponto do ser humano vir a ser considerando um agente de transformação. Essa alteração se intensifica ainda mais em ambientes urbanos, pela dificuldade em encontrar o limiar entre processo natural e processo derivados da ação antropogênica, entre morfologia natural e morfologia antropogênica (LUZ, 2014). Isso torna necessária abordagem histórica, através de ampla pesquisa documental de cartas, mapas, dicionários, entre outros, que permita verificar os estágios de pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação (LUZ, 2014 *apud* WOLMAN, 1967; DOUGLAS, 1983; NIR, 1983; LIMA, 1990).

Segundo o Dicionário geográfico do Estado de São Paulo (1942), “Ribeirão Euzébio, nasce na Serra do Botujurú, corre em rumo geral de SW e deságua no rio Juquerí, próximo da vila Franco da Rocha, do município de Juquerí”. Ribeirão, que corta a cidade de Franco da Rocha, dividindo-a em duas porções de território, o qual teve em sua margem esquerda a instalação do complexo fabril da linha-arte/linha vera-cruz, indústria têxtil que se instalou no município em 1947, sendo a primeira indústria instalada no município. À margem do Ribeirão Euzébio nutriu o complexo da linha arte de água para seus usos internos e para o lançamento de efluentes da empresa. É marcada na memória dos moradores as inúmeras vezes que o Ribeirão ficava tingindo por conta do lançamento dos efluentes da empresa.

Na carta “Publicação Especial Para Secretaria Da Justiça E Segurança Pública”, realizada pela Secção Cartographica do Estab: Graphico Weiszflog Irmãos – S. Paulo, de 1899, em escala 1:100.000, a representação do Ribeirão Euzébio contém sua característica

mais próxima ao que se acreditar ser sua morfologia natural, ou seu estágio pré-perturbação, o qual realizava um arco em curva antes de desembocar no Rio Juquery (Figura 3).

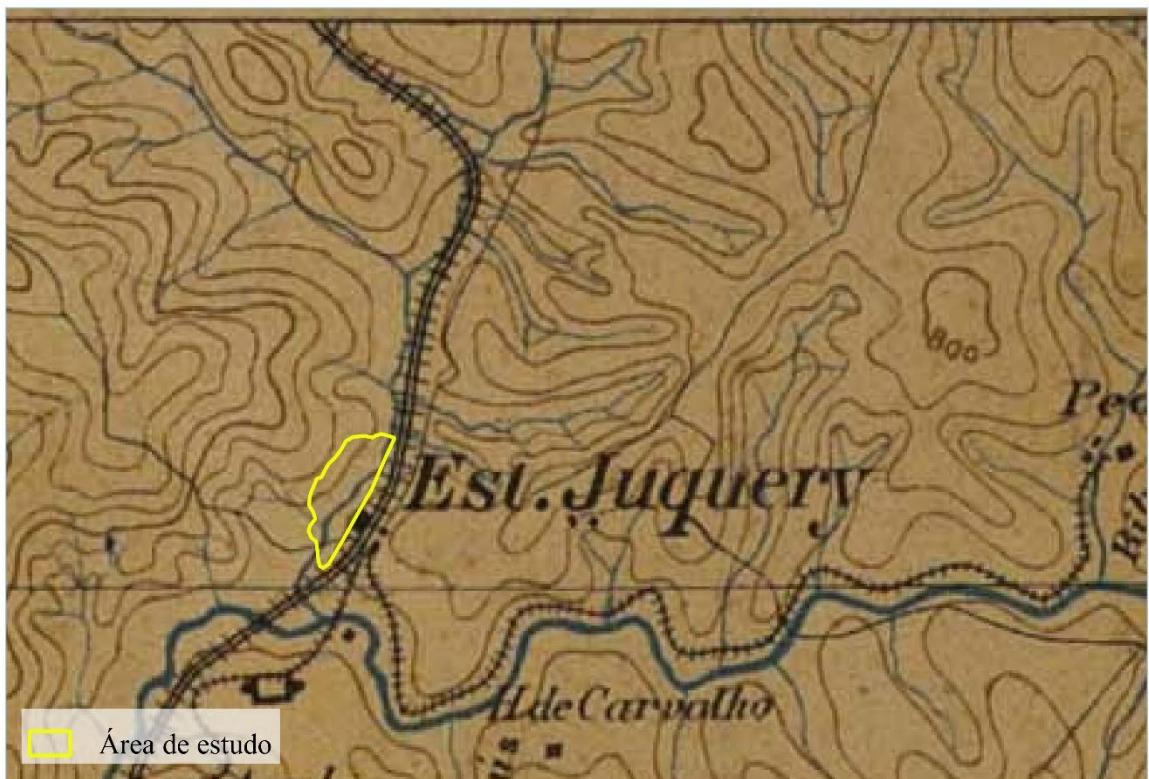


Figura 3. Carta de 1988. Organização: Do autor.

Essa mesma morfologia é representada no mapa do Instituto Geográfico e Geológico, referente ao município de Franco Da Rocha, 1946, em escala 1:10.000 (Figura 4). Entretanto, já é verificado o processo de urbanização das áreas paralelas ao Ribeirão Euzébio, pelas divisas de quadras e delimitação do sistema viário, indicando o início do estágio de perturbação ativa.

Por se tratar de uma escala com maior detalhe para a representação, é verificado que a morfologia que o Ribeirão Euzébio possuía, nessa área, uma característica meandrante, com a presença de curvas no início da área central até seu ponto exutório no Rio Juquery. Essa característica meandrante pode ser um dos indicativos para o entalhamento da vertente oeste do Euzébio durante seu processo de entalhamento do vale. Como é afirmado por Penteado (1980), quando o canal fluvial apresenta geometria de curva, este favorece o processo de erosão na margem côncava e de deposição na margem convexa levando-o à sinuosidade.



Figura 4. Croqui 1946. Fonte: IGC.

Na aerofotografia, de 1962 realizada pelo Instituto Agronômico, com escala aproximada de 1:25.000, é possível verificar pontos que podem representar as primeiras modificações de maiores magnitudes na morfologia do canal do Ribeirão Euzébio, que aparenta contenção/confinamento de suas margens, indicando o avanço do estágio de perturbação ativa. Isso se percebe principalmente na áreas que já não possuíam seu substrato de vegetação e já se encontravam urbanizadas para a época, pois margeando a drenagem encontra-se a via que viria a ser a Rua Basilio Fazzi (Figura 5). Enquanto isso, na fotografia cedida (Figura 6), vista no sentido jusante, a modificação aparenta ser anterior à aerofotografia de 1962, no qual o Ribeirão Euzébio ainda contém suas margens e certa sinuosidade.



Figura 5. Aerofotografia de 1962. Organização: Do autor.



Figura 6. Foto do Ribeirão Euzébio, vista de jusante, Anos 50. Fonte: Cedida por morador.

Já na aerofotografia de 1972, realizada por GEGRAN, com escala aproximada de 1:8.000, pode-se verificar a morfologia do canal com maior detalhe, principalmente pela escala da aerofotografia. Da mesma forma, verifica-se que nas áreas em que o canal já se encontrava canalizado, há igualmente outras em que ele ainda mantém a morfologia natural, em parte com vegetação contrastando com o trecho o confinado, demonstrando o avanço do período de perturbação ativa (Figura 7).

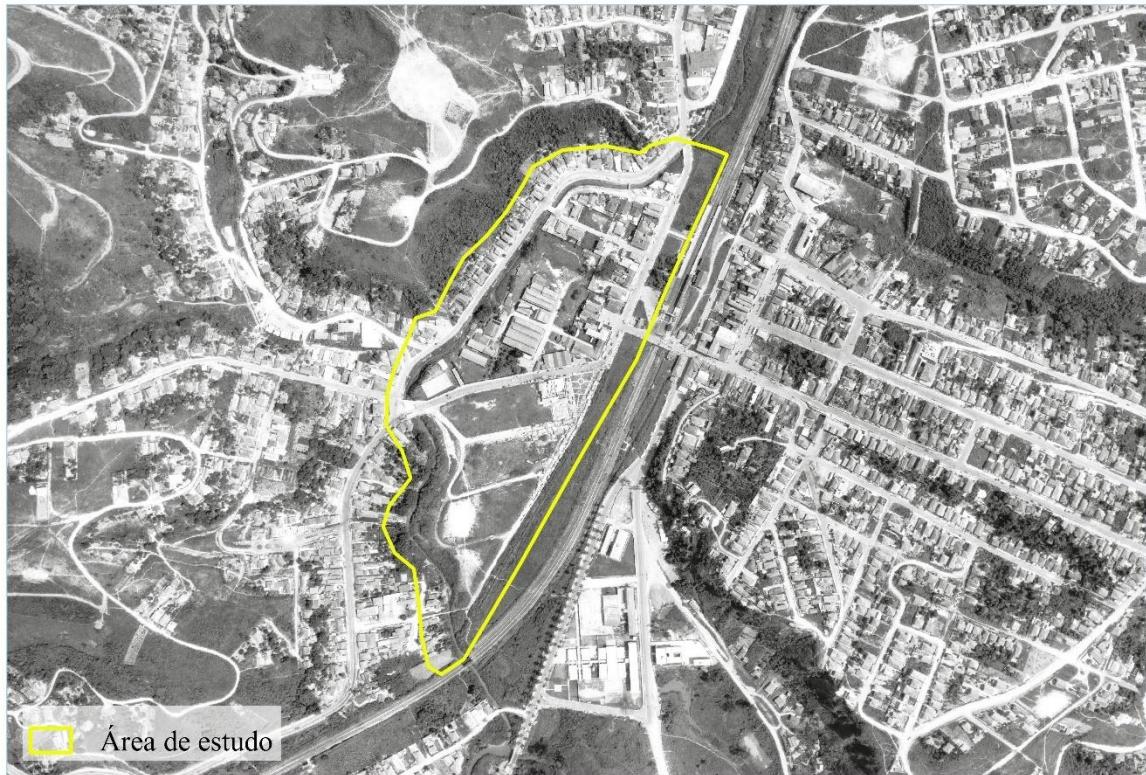


Figura 7. Aerofotografia de 1972. Organização: Do autor.

Na aerofotografia de 1977, realizada pela EMPLASA, com escala aproximada de 1.8000, verifica-se o avanço do processo de canalização do Ribeirão Euzébio sentido ao seu exutório. Neste a intervenção se apresenta apenas na margem esquerda, que fazia limite com o sistema viário, sendo a margem direita ainda conservada. Nessa aerofotografia, também é verificado uma valeta de drenagem que se inicia na área em que atualmente existe a “Praça Caieiras”, desembocando finalmente no canal do Ribeirão Euzébio. O traçado dessa valeta de drenagem é similar à do trecho que seria retificado, por volta de 1988. Essa valeta de drenagem é descrita pela EMPLASA (1985) como “galeria retangular próxima à Rua João Batista, tendo capacidade para transportar, aproximadamente, 53m³/s”. Possivelmente, esta foi executada na perspectiva de drenar o escoamento pluvial e as cheias da área da referida “Praça Caieiras” para a macrodrenagem mais próxima, no caso o Ribeirão Euzébio. Nesse período, o período de perturbação ativa continuava, entretanto com maior intensidade, em concomitância com o avanço do processo de urbanização da sub-bacia (Figura 8).

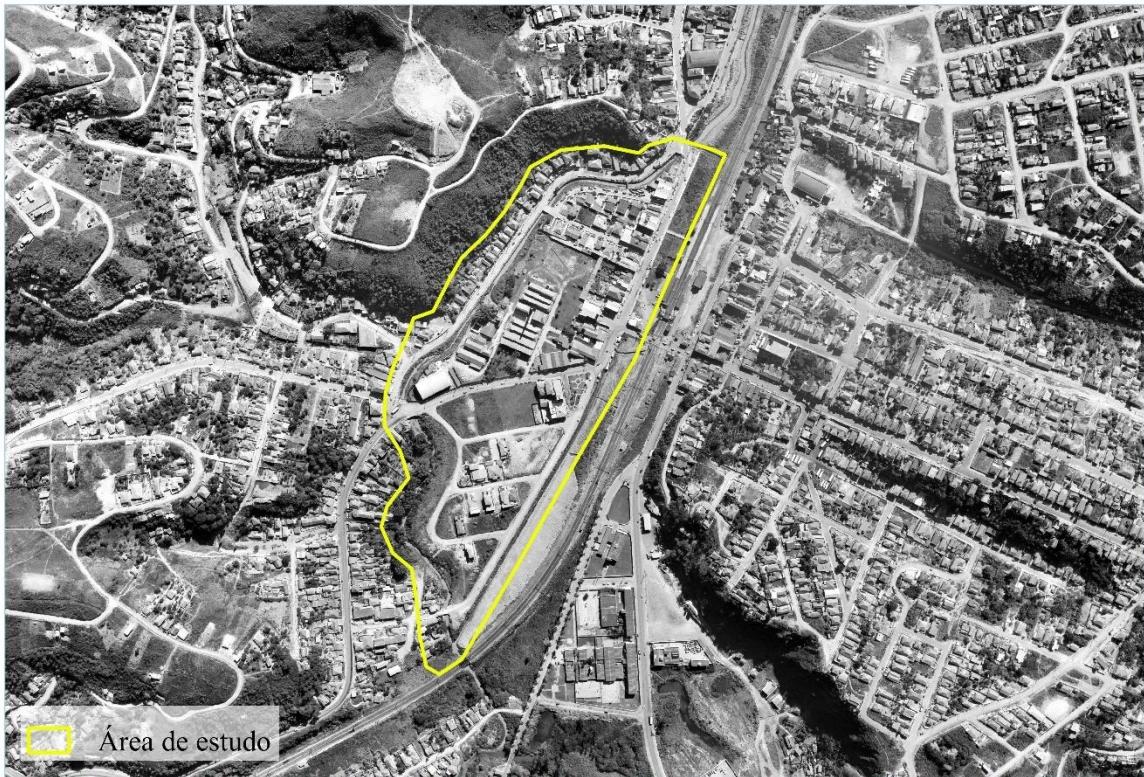


Figura 8. Aerofotografia de 1977. Organização: Do autor.

Na aerofotografia, de 1986, realizada pela ELETROPAULO, SABESP e EMPLASA, com escala aproximada de 1:10.000, observa-se que todo o trajeto do Ribeirão Euzébio já havia passado por modificações, seja o avanço da canalização, eliminando as pequenas descontinuidades do traçado do canal, seja o tamponamento para criar área útil para os automóveis. Essa canalização chegava até o final do complexo da linha arte, terminando na travessia do sistema viário. Enquanto isso, a parte posterior a esta modificação não apresenta processo de canalização por concreto ou obra correlata, mas ao se comparar com a primeira aerofotografia de 1962 e as demais, é verificado o alargamento de sua calha, além da modificação de suas curvas, para uma forma mais suavizada do que as verificadas anteriormente. A valeta de drenagem apresenta-se sem modificações expressivas em relação à aerofotografia de 1977. Nesse período, também foi possível verificar o avanço do estágio de perturbação ativa, com maiores interferências na morfologia do canal (Figura 9).

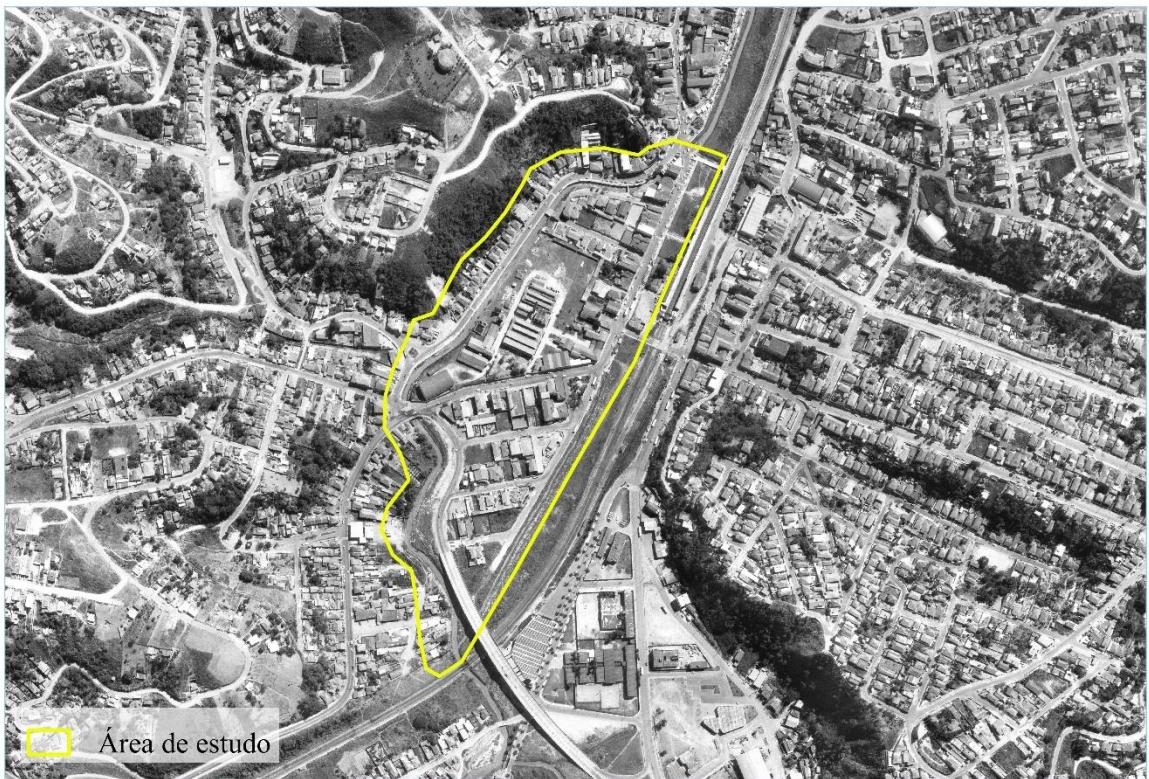


Figura 9. Aerofotografia de 1986. Organização: Do autor.

Na ortofoto de 2010/11, realizada pelaEMPLASA, com escala de resolução espacial de 45cm, se verificam mudanças pelo lapso de tempo entre 1986 e 2010/11. Toda a área central foi reurbanizada e o sistema viário foi modificado. A aerofotografia expõe áreas que anteriormente eram canalizadas e que agora estão tamponadas, tanto para a criação de área útil, como canteiros e praças, como para possibilitar o novo sistema viário da área. Ainda, há a retificação do Ribeirão Euzébio, no local onde se verificava a valeta de drenagem, retificação essa com dimensões de 10 x 5,40m que modificou o ponto exutório da drenagem, transportando-o para a jusante da sua área de origem. Nesse período, a área já se encontrava no estágio de pós-perturbação, a qual a drenagem passa a ser conduzida pelas pressões antrópicas que a modificaram.

Esse estágio continua até a última grande modificação, ocorrida em 2017, visível na imagem de 2022 do Google ST (Figura 11), encerrando até o momento atual as intervenções antrópicas no local, com a realização do tamponamento total do canal, para comportar o novo sistema viário e criação do reservatório de cheias R1, no encontro do traçado do canal natural com a retificação, extinguindo, assim, a drenagem da superfície.



Figura 10. Ortofoto de 2010/11. Organização: Do autor.



Figura 11. Imagem Google ST de 2022. Organização. Do autor.

Para a EMPLASA (1985), a situação do Ribeirão Euzébio no ano de 1985 era de que o canal existente era insuficiente para suportar as vazões das cheias, aumentando dessa forma, as frequências da inundações, alinhando a influência que o Rio Juquery exercia sobre o canal do Euzébio, visto o contra-fluxo que o Juquery criava. Somado a isso, havia ainda as vazões de cheias de ambos, que por conta da posição de foz do Euzébio, sobre o Juquery, possibilitava a ocorrência do remanso desse volume de cheia que advinha do Juquery. Sendo a área descrita pela EMPLASA como:

Esse é o problema localizado de maior gravidade em toda a região estudada, pois, além de atingir um grande número de pessoas, invadir muitas residências e estabelecimentos comerciais, assim como interromper o trânsito, exigirá, no seu equacionamento, vultosos recursos (EMPLASA, 1985, pg 107-108)

As soluções propostas pela EMPLASA para o sub-trecho L-1, que compreende o trecho da área de estudo, desejava evitar a execução de grandes obras ou com custos demasiados. Dessa forma, a EMPLASA (1985) apresentava duas alternativas, as alternativas 1 e 2.

A alternativa 1 (Figura 12) apresenta que o sistema de macrodrenagem existente é composto pelo canal paralelo à Rua Basílio Fazzi, que é o canal natural do Euzébio, pela galeria retangular próxima à rua João Batista. Para esse trecho do Ribeirão Euzébio, compreendido pela EMPLASA como trecho final, houve o dimensionamento de vazão de $95\text{m}^3/\text{s}$ para a urbanização existente, calculado com um período de retorno de vinte e cinco anos. Dessa forma, chegou-se à recomendação que a galeria da Rua João Batista – Valeta de Drenagem, fosse substituída por um canal de 700m, com capacidade para transportar $45\text{m}^3/\text{s}$, na área da faixa de domínio da RFFSA. Esse canal ligaria o ponto de curva do Ribeirão Euzébio até o encontro com canal natural, apresentado pela EMPLASA com a necessidade de desapropriação para melhor concordância entre o encontro dos canais, além do deságue do Ribeirão Euzébio com o Rio Juquery.

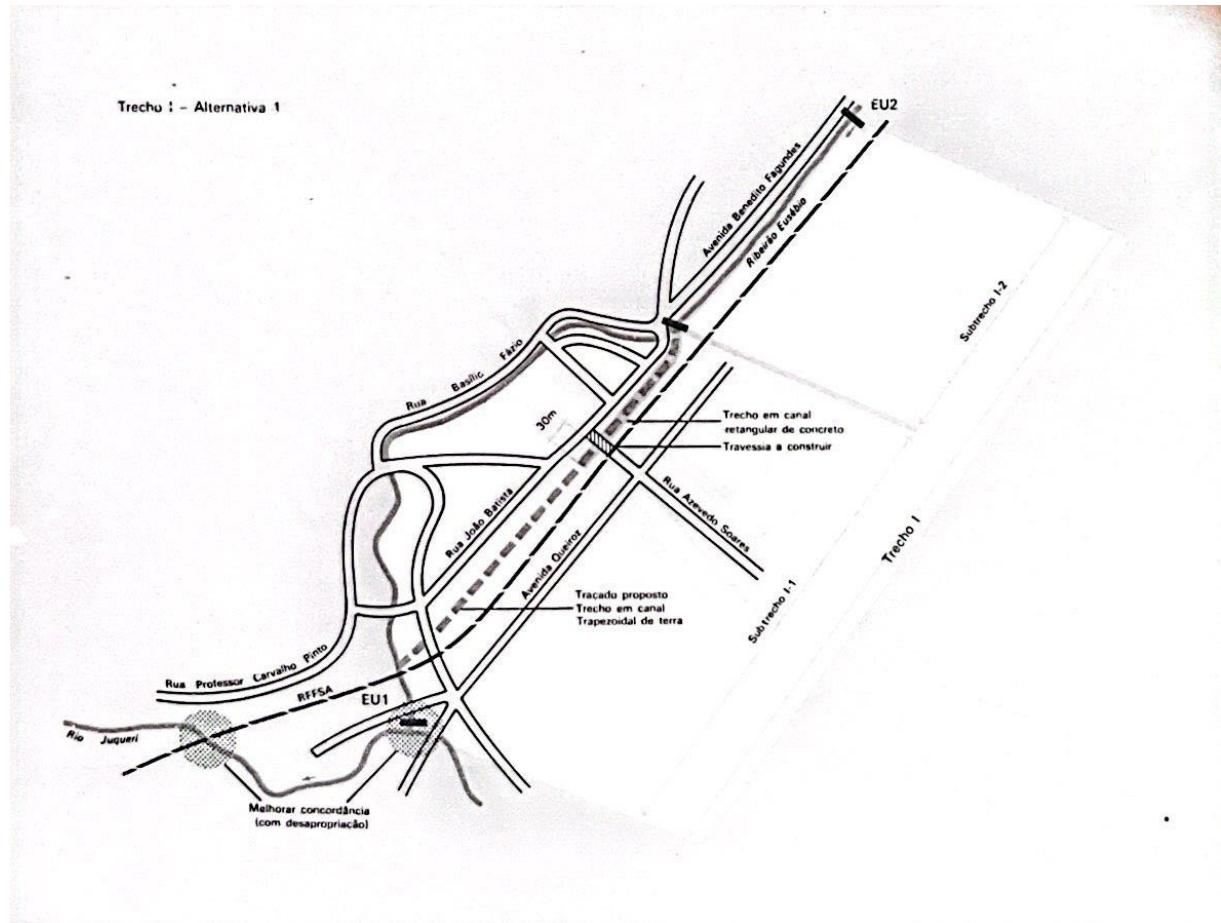


Figura 12. Alternativa 1 de solução de macro drenagem. Fonte:EMPLASA 1985

A alternativa 2 (Figura 13) apresenta de forma similar a execução de um canal de reforço para a drenagem, na área da faixa de domínio da RFFSA. A diferença entre as duas alternativas é que nesta última, os dois canais não se encontrariam, isto é, não existiria encontro entre a galeria da Rua João Batista e o canal natural do Euzébio. A proposta apresentava que o curso do Ribeirão Euzébio fosse desviado próximo à linha férrea, seguindo pela faixa entre a Rua Prof. Carvalho Pinto com dreno de 324m de comprimento, sendo 50m a serem executados por métodos não-destrutivos. Essa configuração foi apresentada pela EMPLASA (1985) como a que possibilitaria melhor concordância entre o Juquery e o Ribeirão Euzébio, sem recorrer a desapropriações. Igualmente, essa alternativa significaria que a maior parte d'água das cheias do Ribeirão Euzébio seriam desviadas para um ponto a jusante, desembocando no Rio Juquery.

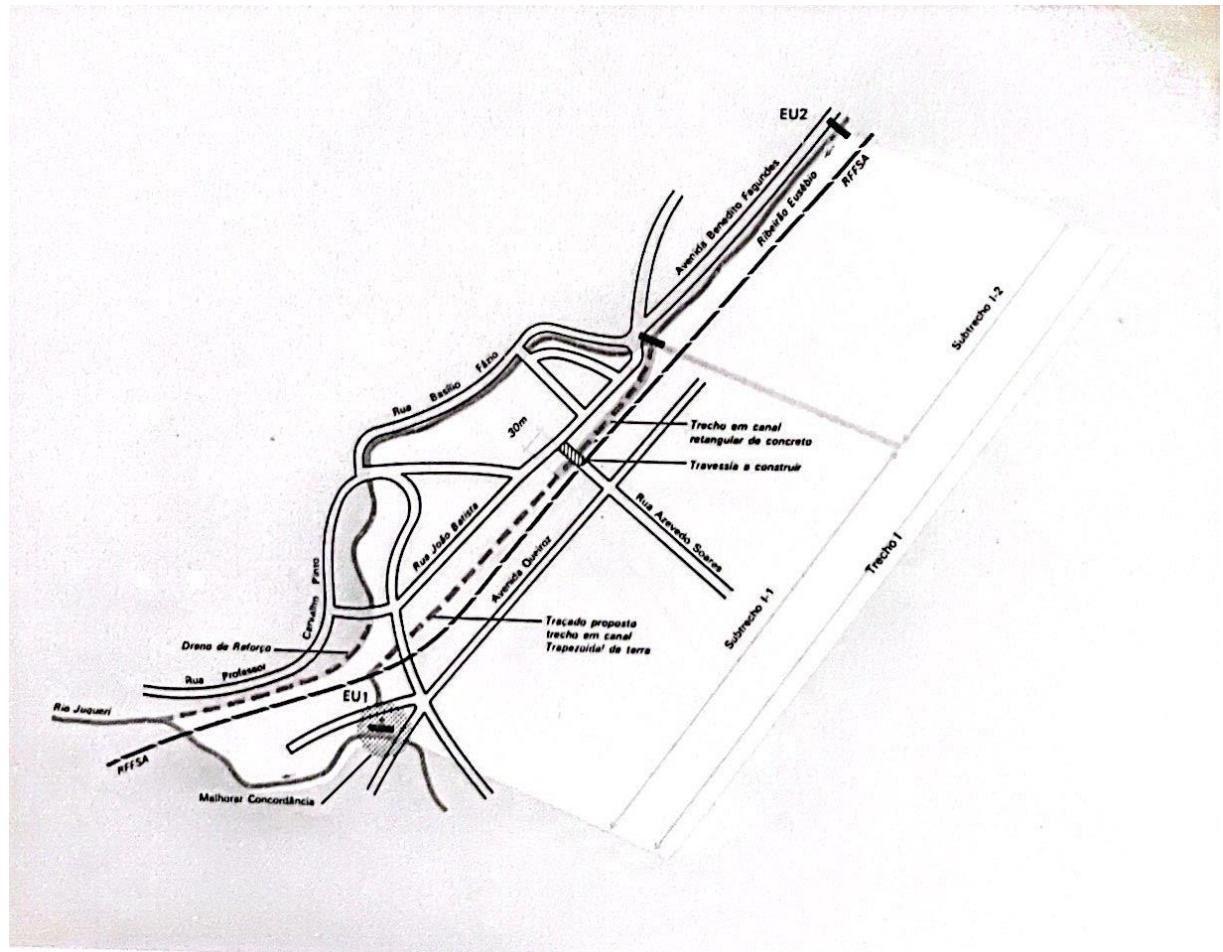


Figura 13. Alternativa 2 de solução de macro drenagem. Fonte:EMPLASA 1985

Pelo avanço da urbanização sobre o Ribeirão Euzébio, a EMPLASA (1985) verificou, não ser possível buscar atenuar os episódios de cheia sem a execução de uma obra de macrodrenagem, visto que ambas as alternativas recorriam a obras estruturais. Entretanto, apesar dos estudos da EMPLASA (1985) e do seu rigor técnico, a obra realizada não seguiu nenhuma das duas alternativas; na realidade, a solução apareceu ser uma junção de ambas. Pelo memorial descritivo das obras dos reservatórios EU08, EU09 e TG09, em curso no ano de 2022/2023, a retificação realizada no canal do Ribeirão Euzébio, criando o braço morto, foi realizada/contratada em 1989, pela Prefeitura Municipal, com recursos advindos do FUMEFI (Figura 14).

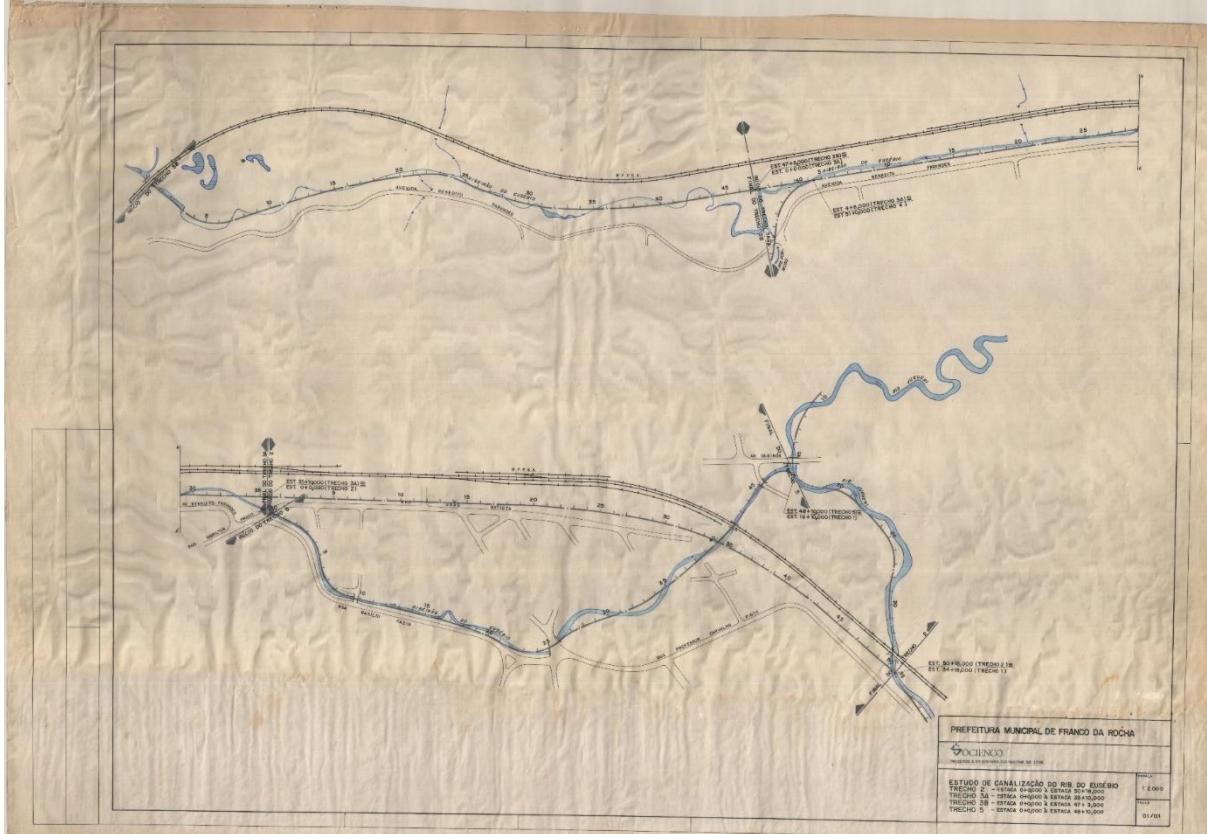


Figura 14. Projeto De Retificação. Fonte: PMFR

Pelas indicações do 1º Plano Diretor De Macrodrrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT (1998 – 2001), a Bacia do Juquery, com o avanço da ocupação urbana nos municípios da bacia, incluindo Franco Da Rocha, e a remoção da cobertura vegetal, sofreu agravamento da magnitude e das frequências das inundações, com foco nas áreas centrais (CANHOLI, 2014). Na indicação do 1º PDMAT, as áreas de várzea da bacia do Juquery deveriam ser utilizadas para a retenção de sedimentos e amortecimento das cheias, em conjunto com equipamentos para a população (CANHOLI, 2014). Em toda a Bacia do Juquery foram propostas 26 bacias de retenção, entre Rio Juquery e seus afluentes, contribuindo para $3,1 \times 105\text{m}^3$ de volume útil, visando as cheias com tempo de retorno de 25 anos; para as cheias com tempo de retorno de 10 anos, o volume de reservação necessário seria de $2 \times 106\text{ m}^3$ (CANHOLI, 2014).

Para o Ribeirão Euzébio, foram propostas 10 bacias de detenção, já para toda a bacia, englobando o Córrego Tapera Grande, seu afluente e o Ribeirão Água Vermelha, o número seria elevado para 24 bacias de detenção.

Em 2009, foi iniciada a execução do 2º PDMAT, visando a atualizar as ações recomendadas do 1º. Após as implantação das medidas que foram possíveis e a verificação do evolução do crescimento da urbanização e de sua impermeabilização, nessa “revisão” do plano foi identificado que áreas selecionadas para implantação de bacias de detenção agora se

encontravam ocupadas, principalmente pela disputa com os empreendedores imobiliários (CANHOLI, 2014).

O 2º PDMAT indicou a instalação de um sistema de pôlder composto por diques, na área central do município, próxima a confluência do Ribeirão Euzébio com o Rio Juquery. Esse sistema foi implantado em 2014, com a estrutura de dique em terra, muros em concreto e tanque de acumulação (CANHOLI, 2014).

Atualmente o traçado natural do Ribeirão Euzébio, após essa série de modificações, é invisível a quem passa pela área de estudo, pois as modificações ocorridas pela ação antropogênica durante a fase de perturbação ativa são caracterizadas pelo “apagamento” de seu traçado natural e da história de desenvolvimento da cidade. Essas modificações permitiram a instalação do primeiro complexo fabril do território Franco-Rochesse, o qual muitas gerações utilizaram para atividades recreativas.

Esse “apagamento” da história do Ribeirão Euzébio caminhou em paralelo com as modificações realizadas em outros corpos hídricos menores do município, em que as soluções impostas foram canalização e tamponamento. Seja para a criação de novos sistemas viários, através de requalificações urbanísticas ou na perspectiva de resolver os problemas das cheias desses corpos hídricos menores, essa visão ocorre ainda atualmente, e é arraigada ao passado na tentativa de buscar solucionar a perda da capacidade natural de armazenamento por meio do aumento da velocidade do escoamento, por canalizações, tamponamentos, retificações, implantação de galerias e ações correlatas que visavam principalmente o afastamento d’água, e objetivamente a utilização das áreas ocupadas pela canal fluvial (CANHOLI, 2014, pg. 32). De canal natural, o Ribeirão Euzébio se transformou em sistema viário, perpassando pelos estágios de pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação, sintetizados na Quadro 7.

Data	Documento	Escala	Estágio	Interferência
1899	Carta “Publicação Especial Para Secretaria Da Justiça E Segurança Pública” realizada pela Secção Cartographica do Estab: Graphico Weiszflog Irmãos – S. Paulo”	1:100.000	Pré-perturbação	Indicação ausente.
1946	Croqui “Franco Da Rocha” IGC	1:10.000	Perturbação Ativa	Início do processo de urbanização.
1962	Aerofotografia – Instituto Agronômico	1:25.000	Perturbação Ativa	Contenção das margens, supressão de vegetação.
1972	Aerofotografia – GEGRAN	1:8.000	Perturbação Ativa	Trechos de canalização, supressão de vegetação da margem, confiando do canal.

1977	Aerofotografia – EMPLASA	1:8.000	Perturbação Ativa	Trechos de canalização, criação de valeta de drenagem, supressão da vegetação da margem
1986	Aerofotografia – ELETROPAULO, SABESP e EMPLASA	1:10.000	Perturbação Ativa	Trechos de canalização, trechos de tamponamento, supressão total da vegetação da margem
2010/11	Ortofoto – Emplasa	Resolução Espacial 45cm	Pós-perturbação	Trecho totalmente canalizado, trecho totalmente tamponado, supressão total da vegetação, alteração da morfologia.
2019	Ortofoto – Prefeitura De Franco Da Rocha	Resolução Espacial 5cm	Pós-perturbação	Totalmente tamponado, criação de reservatório de cheias.

Quadro 7. Síntese dos estágios.

5.2 Georreferenciamentos

Os produtos georreferenciados (Quadro 8) foram realizados a partir de arquivos em.*TIFF* das ortofotos do acervo do IGC-SP – Instituto agronômico 1:25.000 – 1962 e ortomosaicos 2010 IGC-SP, com resolução espacial de 50cm. A carta histórica 1:100.000 – Publicação Especial da justiça e segurança publica – Folha São Paulo – Secção Cartographica do Estab: Graphico-Weiszflog Irmaos - S.Paulo, foram transformadas em arquivos do tipo *.raster*. Com esses arquivos preparados se tornou possível verificar as perturbações que a área de estudo e a sub-bacia sofreram com os processos de expansão urbana do município. Cabe salientar que a imagem CBERS 4a – Pancromática não teve necessidade de se georreferenciar, visto que a mesma já se encontra georreferenciada, houve apenas a necessidade de reprojetar a imagem em razão do Datum diferente do utilizado na pesquisa.

Data:	Escala:	tipo:	Realizado por:
2021	Resolução Espacial 2 metros	Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM)	Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais - INPE
2010	Resolução espacial 50cm.	Ortomosaico	IGC-SP
1962	1:25.000	Aerofotografia	Instituto Agronômico
1899	1:100.000	Carta Topográfica	Justiça e segurança pública SP

Quadro 8. Georreferenciamento

5.3 Planície de Inundação

A delimitação da planície da inundação teve como base a própria delimitação realizada pelo IPT-CPRM (2017), baseada na planície e terraços fluviais, com as seguintes características: amplitude predominante de < 20m e declividade predominante de < 8%. Entretanto, suas bordas foram modificadas aproximando-se mais dos pontos de ruptura de declive entre as vertentes e a planície, permitindo que à área central do município fosse compreendida como uma planície de inundação, seja do Ribeirão Euzébio ou do Rio Juquery (Figura 15).

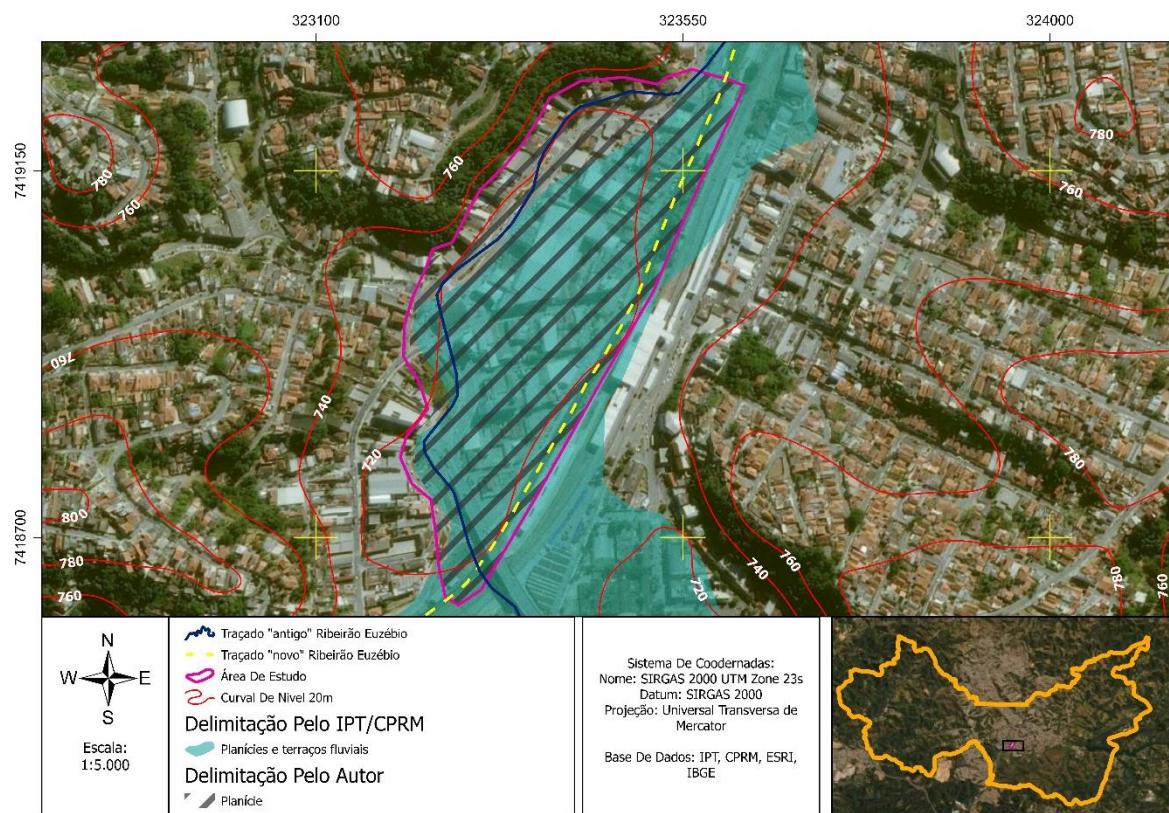


Figura 15. Cartografia da Planície De Inundação. Org: Do Autor (2022)

Para além do trabalho de gabinete, a visualização da planície foi possível pela observação da área a partir do viaduto municipal da cidade, que está localizado interno à planície, ligando as duas partes da área central urbana. Estas são separadas pela canalização do RE e pela Linha 7 – Rubi, que demostram a morfologia de fundo de vale em relação às áreas adjacentes (Figura 16).



Figura 16. Vista do viaduto para a planície de inundação sentido N-S. Fonte: Do autor. (2022)

5.4 Mapa de Uso Da Terra

Foi realizada a classificação do uso da terra da ortofoto de 1962, por meio de aerofotointerpretação. Foram seguidas três classes de uso da terra estipuladas pelo IBGE em seu Manual Técnico de Uso da Terra de 2013: área urbanizada, área florestal e área campestre, criando-se uma quarta classe, denominada arruamento, para representar o viário. As formas identificadas de cada classe são apresentadas na matriz (Figura 17) que balizou a classificação. A ortofoto de 1962 é apresentada na figura 18, enquanto o mapa de uso da terra é apresentado na Figura 19. Em seguimento foi realizada a classificação do uso da terra dos ortomosaicos de 2010, também por meio de aerofotointerpretação, seguindo as 4 classes criadas na classificação de 1962. As formas Identificadas de cada classe para o ortomosaico de 2010 foram apresentadas na matriz (Figura 20). O ortomosaico de 2010 é apresentado na Figura 21 e o mapa de uso da terra é apresentado na figura 22.

A classificação de uso da terra da imagem de satélite CBERS 4A foi realizada através de 4 imagens do dia 2021/06/04, utilizando bandas espectrais (Quadro 9).

Câmera	WPM	WPM	WPM	WPM
Banda Espectral	0,45-0,52μm (B) (Azul)	0,52-0,59μm (G) (Verde)	0,63-0,69μm (R) (Vermelho)	0,45-0,90 μm (PAN) (Pancromatica)
Resolução Espacial	8 Metros	8 Metros	8 Metros	2 Metros

Quadro 9. Bandas Espectrais.

As imagens das bandas B, G e R foram inseridas no software Qgis 3.22.5 ao qual foi realizada a composição de mosaico em falso cor visível RGB, permitindo melhor visualização dos atributos. Entretanto, não sendo o suficiente, foi realizado o processo conhecido como “pansharpening”, ao qual se atribui a coloração de uma imagem colorida de menor resolução espacial a uma imagem pancromática de maior resolução espacial, permitindo assim

conseguir maior diferenciação nos atributos da imagem pancromática (ESRI, 2022). Com a realização desse processo foi possível realizar uma classificação supervisionada pelo Plugin Semi-Automatic Classification Plugin – SCP, disponível no Qgis 3.22.5, selecionando assim amostras das classes requeridas, para que após a seleção o plugin conseguisse realizar a classificação supervisionada das mesmas. As formas identificadas de cada classe para a imagem do CBERS 4A de 2021, são apresentadas na Figura 23). A imagem do CBERS 4A de 2021 é apresentada na figura 24, e o mapa de uso da terra por meio da classificação supervisionada é apresentado na figura 25.

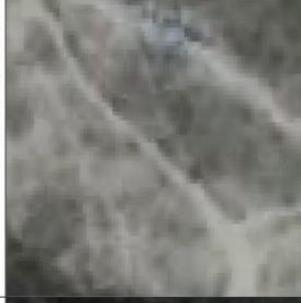
Classe/Representação	Descrição	Visão Vertical (1962)	Visão Obliqua (2021)
Área Campestre	Se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. (IBGE, 2013).		
Área Florestal	Compreender as formações arbóreas com porte superior a 5m, incluindo-se ai as fisionomias de Floresta densa, Floresta Aberta, Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2013).		
Área Urbanizada e Arruamento	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. (IBGE, 2013).		

Figura 17. Matriz da classificação do uso da terra de 1962. Organização: Do autor. (2022)



Figura 18. Aerofotografia - Instituto Agronômico - 1962. Fonte: Acervo IGC.

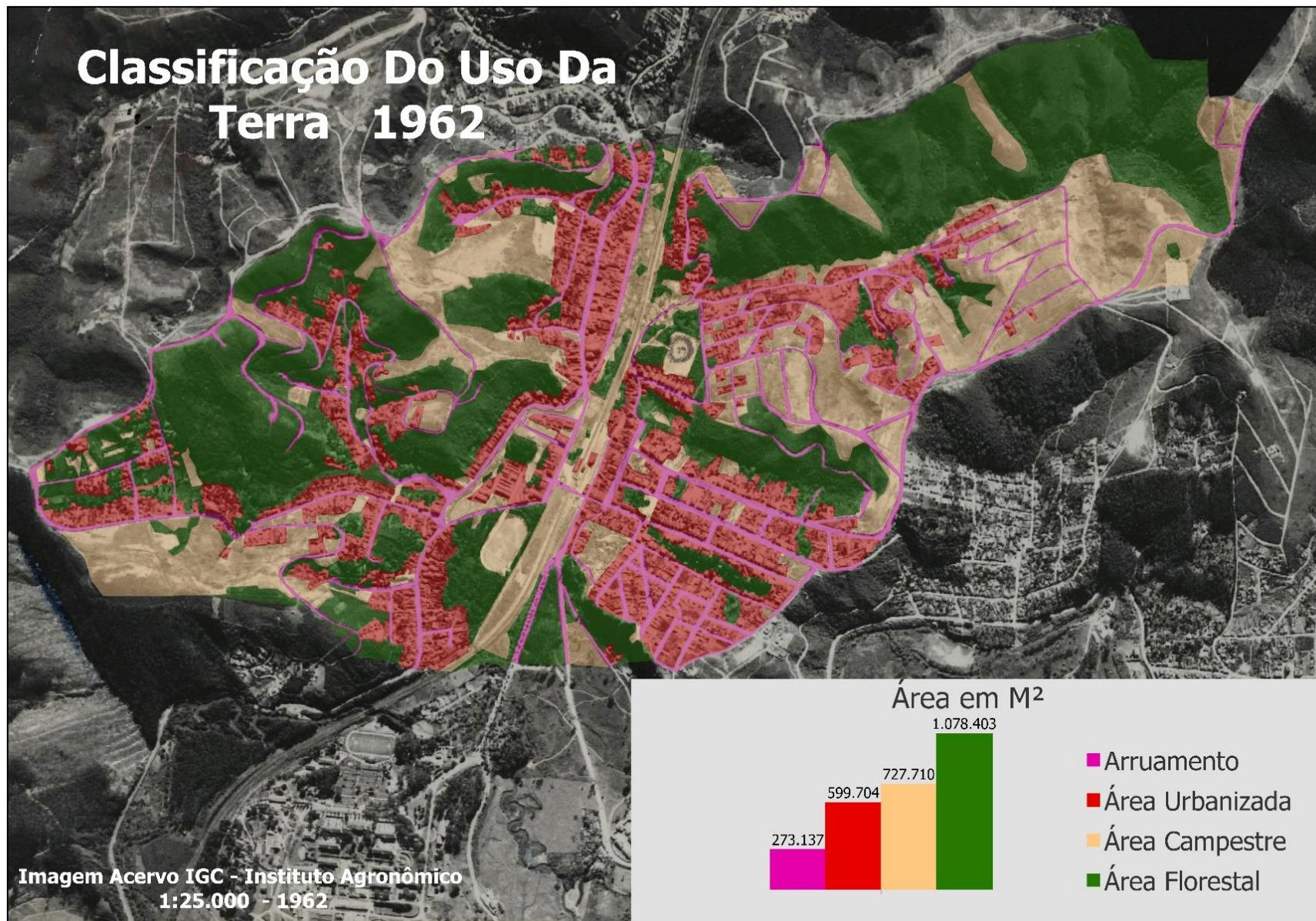


Figura 19. Mapa de classificação do uso da terra de 1962. Organização: Do autor. (2022).

Classe/Representação	Descrição	Visão Vertical (2010)	Visão Obliqua (2011)
Área Campestre	Se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. (IBGE, 2013).		
Área Florestal	Compreender as formações arbóreas com porte superior a 5m, incluindo-se ai as fisionomias de Floresta densa, Floresta Aberta, Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2013).		
Área Urbanizada e Arruamento	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. (IBGE, 2013).		

Figura 20. Matriz da classificação do uso da terra de 2010/11. Organização: Do autor. (2022)



Figura 21. Ortomosaico - IGC – 2010/11. Fonte: Acervo IGC.

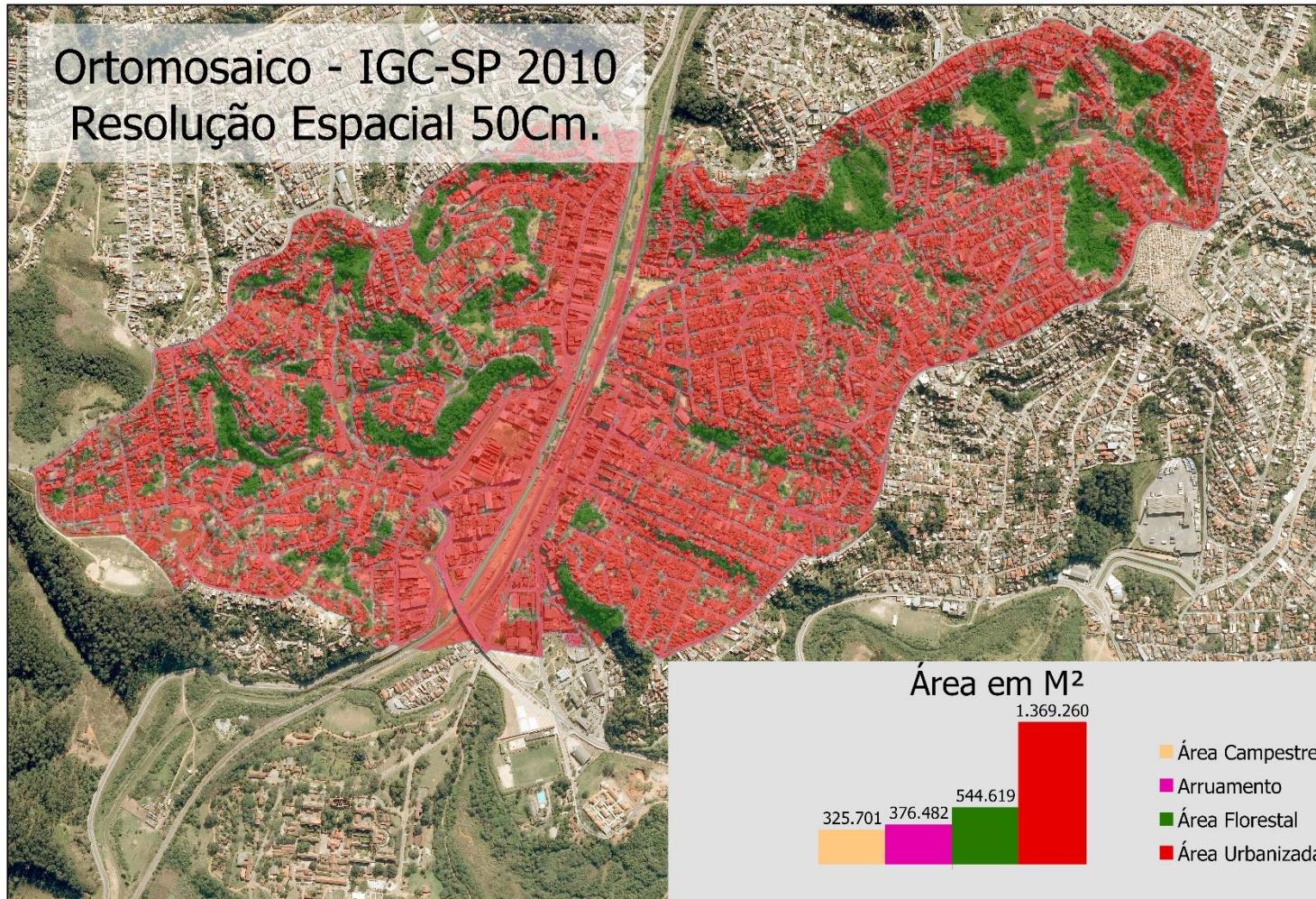


Figura 22. Mapa de classificação do uso da terra de 2010/11. Organização: Do autor. (2022).

Classe/Representação	Descrição	Visão Vertical (2021)	Visão Obliqua (2021)
Área Campestre	Se caracterizam por um estreito predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. (IBGE, 2013).		
Área Florestal	Compreender as formações arbóreas com porte superior a 5m, incluindo-se ai as fisionomias de Floresta densa, Floresta Aberta, Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2013).		
Área Urbanizada e Arruamento	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. (IBGE, 2013).		

Figura 23. Mapa de classificação do uso da terra de 2021. Organização: Do autor. (2022).



Figura 24. Imagem Falsa Cor CBERS 4a - 2021. Fonte: INPE

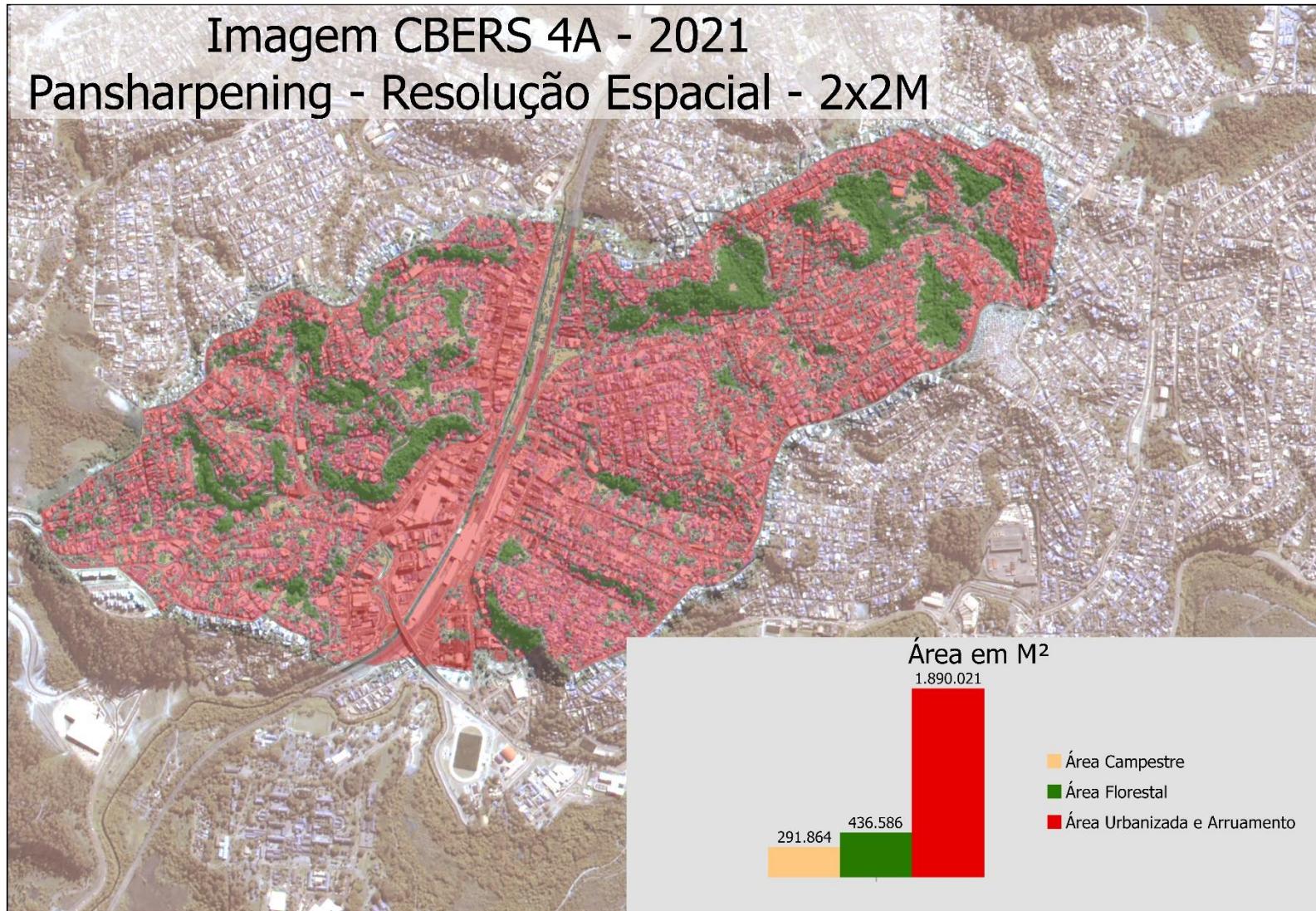


Figura 25. Mapa de classificação do uso da terra de 2010. Organização: Do autor. (2022)

5.5 Morfologia do Relevo em 3D

A morfologia do relevo em 3D, realizada pelo ferramenta Scene do programa ArcGis (Figuras 26 e 27), permitiu visualizar a forma do relevo da área de estudo e do seu entorno, verificando assim as áreas depressionadas internas à própria planície de inundação. Foi possível também verificar de modo mais detalhado as planícies que acompanham o traçado do Ribeirão Euzébio, averiguando dois casos: uma área mais depressionada em relação às demais, e outra onde ocorre o alargamento da planície, se distanciando de uma forma paralela ao canal de drenagem.

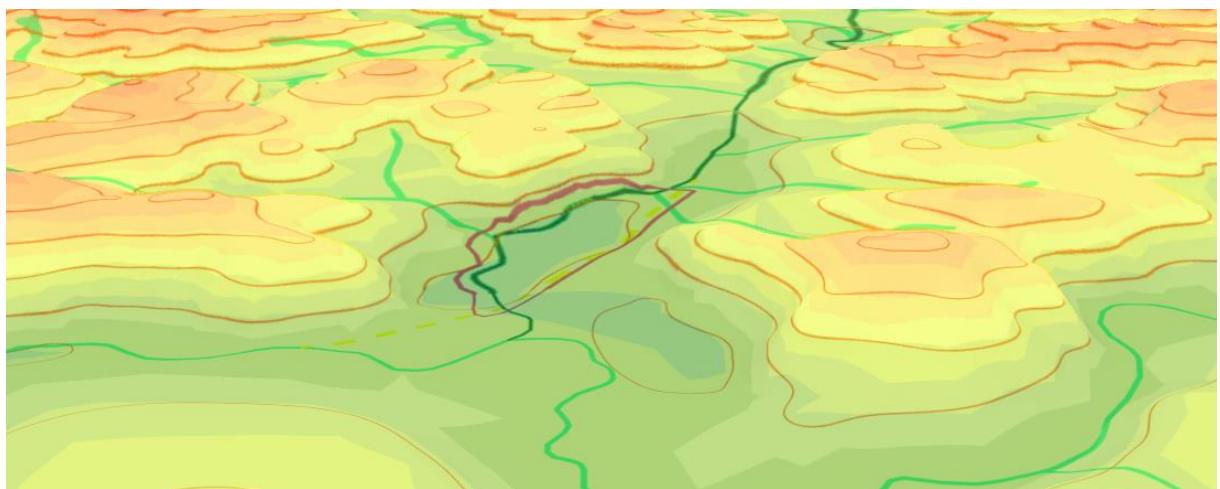


Figura 26. Morfologia da área em ambiente 3D. Organização: autor. (2022)

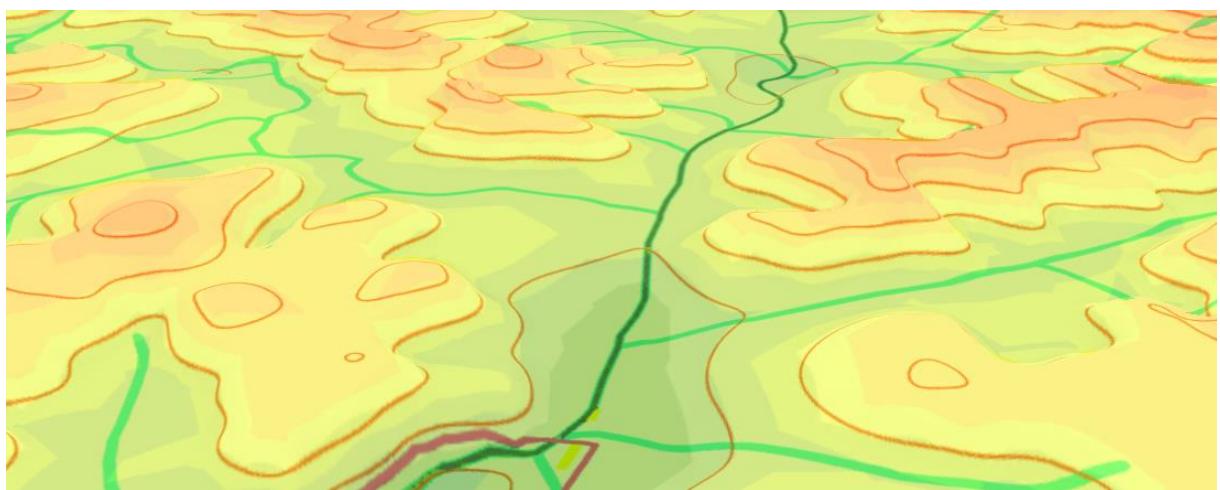


Figura 27. Morfologia da área em ambiente 3D. Organização: autor.

5.6 Mapa do escoamento superficial

O mapa de escoamento superficial (Flow Direction) da sub-bacia do Ribeirão Euzébio (Figura 28) indica o caminho da chuva após tornar-se fluxo superficial, demonstrando a área de estudo como receptora de fluxos formados nas cabeceiras conduzidos até o exutório, no encontro com o Rio Juquery. Entretanto, essa informação não contém o incremento do escoamento superficial concentrado devido ao arruamento, visto que a informação dos fluxos superficiais é extraída utilizando-se apenas as informações contidas no MDT.

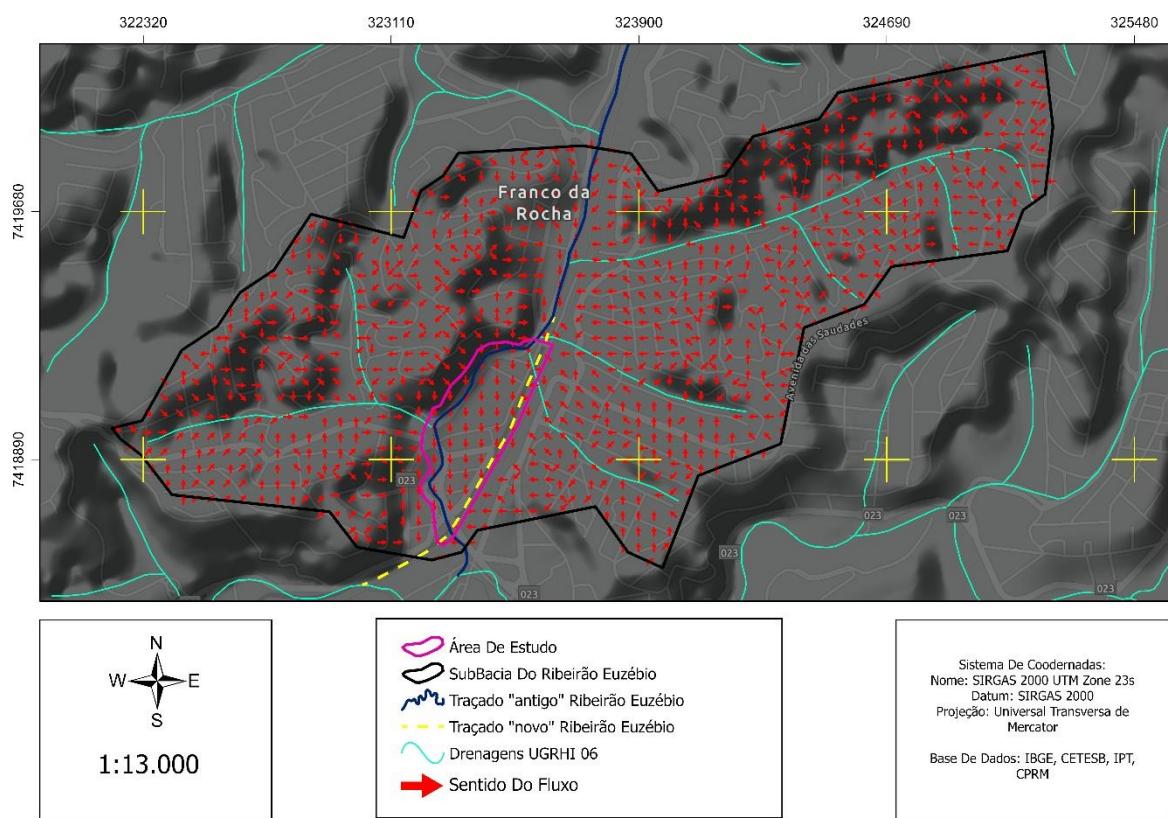


Figura 28. Cartografia do sentido dos fluxos das águas pluviais na sub-bacia do Ribeirão Euzébio. Organização: autor (2022).

5.7 Mapa do escoamento superficial pelas curvas de nível

O mapa de escoamento superficial pelas curvas de nível (Figura 29), realizado através das curvas de nível de equidistância de 1 metro e 5 metros, demonstra as convergências dos fluxos das vertentes côncavas e divergência dos fluxos das vertentes convexas. Além disso, o mapa indica o sentido do escoamento superficial pela morfologia da área de estudo, que apresenta uma série de vertentes côncavas, concentrando e convergindo os fluxos para as

drenagens já modificadas ou inexistentes atualmente por obras de drenagem, que encontram a área da planície de inundação e área do canal retificado do Ribeirão Euzébio como ponto de confluência de todo o fluxo superficial.

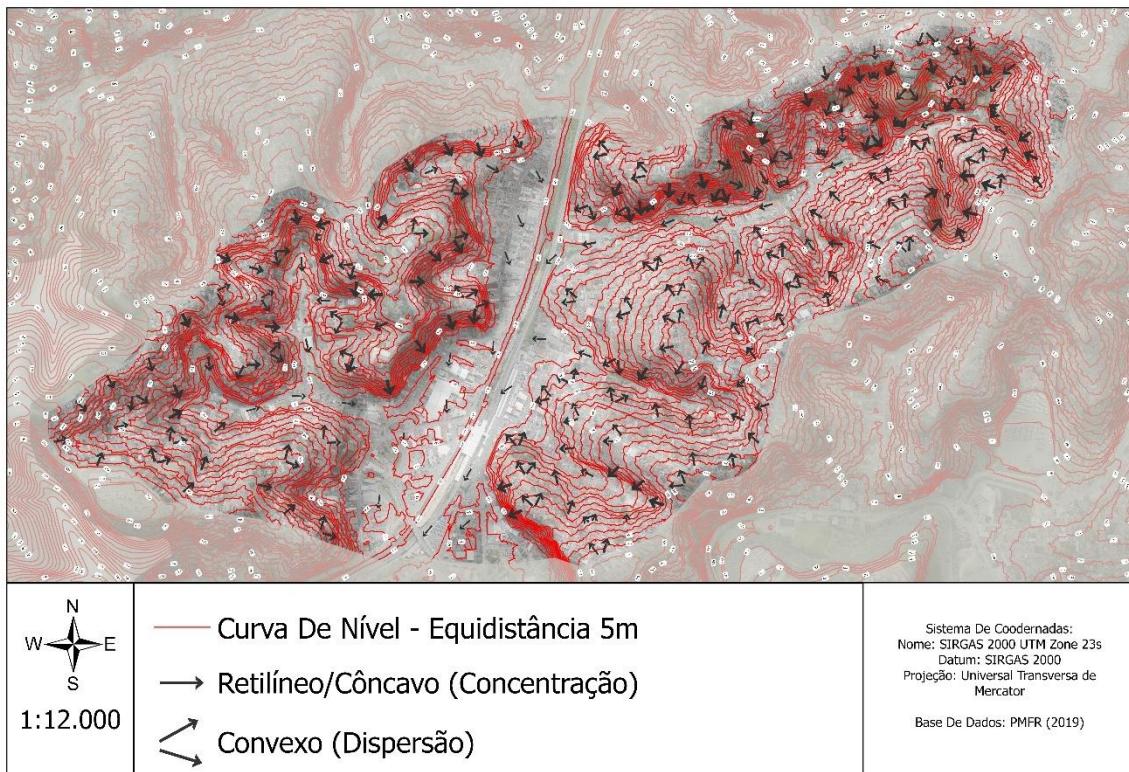


Figura 29. Cartografia do sentido dos fluxos das águas pluviais na sub-bacia do Ribeirão Euzébio, seguindo o sentido das vertentes. Organização: autor. (2022)

5.8 Perfis topográficos

Com a elaboração dos perfis topográficos (Figuras 30 e 31) foi verificado a morfologia no sentido NW-SE (Perfil A-B) e no sentido NE – SW (Perfil C-D). Dessa forma, chegou-se à conclusão que se trata de um fundo de vale, comumente denominado por fundo de vale chato. Segundo Magalhães Junior & Barros, (2020) “em vales de fundo chato, mais largos e com planícies de inundação bem desenvolvidas, há ruptura de declive, em geral, bastante nítida no contato com as vertentes, indicando entalhamento quase nulo”. Por outro lado, Christofoletti (1981) denomina os vales de fundo chato como vales em mangedoura ou calha:

Quando o entalhamento diminui, aproximando-se de zero, há um alargamento cada vez maior do fundo de vale, através da expansão da planície de inundação, cujo limites com as vertentes são sempre nítidos por meio de linhas indicadoras da rupturas de declive. O perfil transversal, em seu conjunto, é variável, de acordo com a inclinação das vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 212).

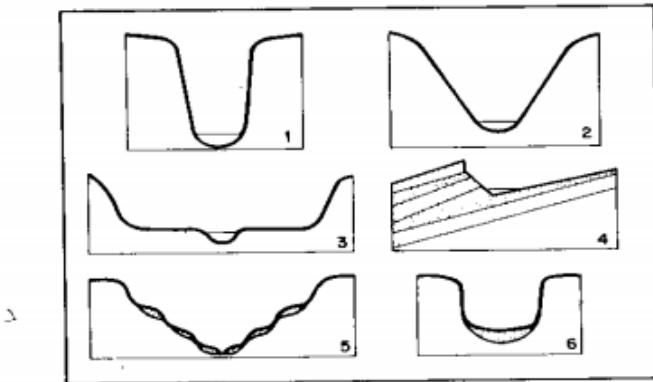


Figura 6.27 Tipos básicos de vales de acordo com o perfil transversal: (1) vale em garra; (2) vale em V; (3) vale em mangedoura; (4) vale assimétrico; (5) vale com terraços fluviais; (6) vale em U

Figura 30. Tipos de vales. Fonte: Christofoletti (1981).

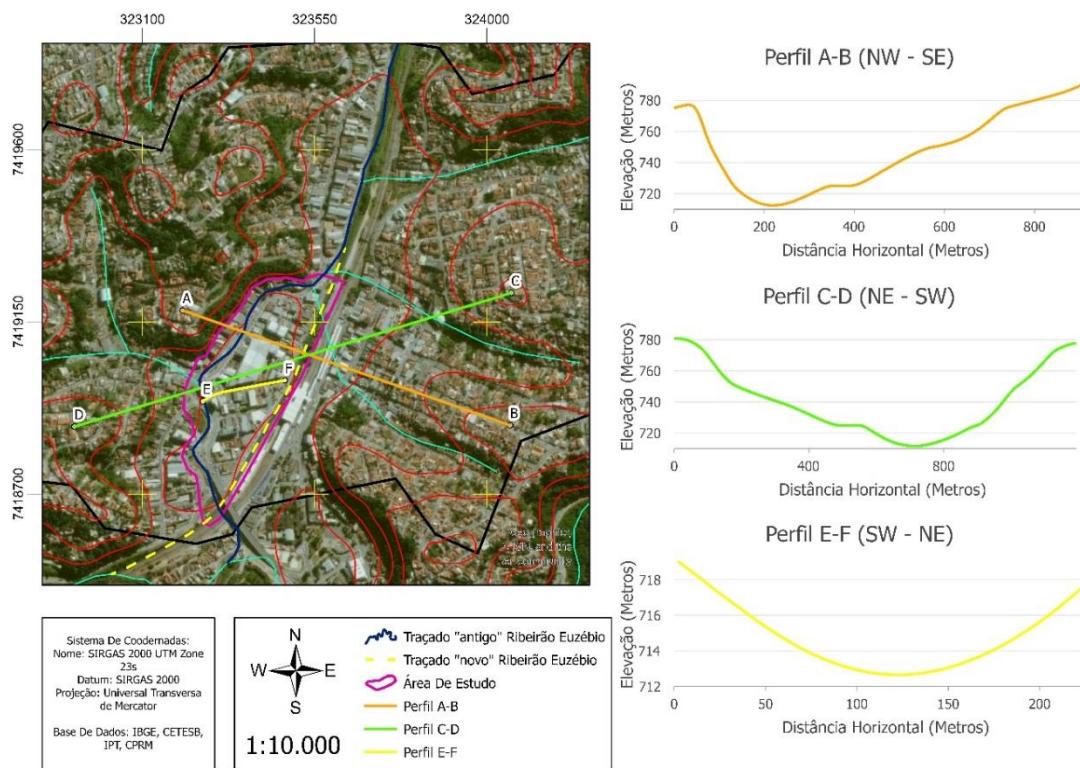


Figura 31. Perfis topográficos da área de estudo, indicando a morfologia de fundo de vale da sub-bacia do Ribeirão Euzébio. Organização: autor (2022)

Os perfis demonstram a característica de uma planície de inundação, que se configura em um estágio de desenvolvimento avançado, no qual as rupturas de declive são perceptíveis. Na área de estudo, a planície possui uma largura de 267 metros, onde o declive da vertente NW apresenta declividade acentuada. Relaciona-se essa alta declividade à dinâmica fluvial de um rio que outrora possuía características meandrantes, pois a vertente NW possivelmente foi

escavada pela ação fluvial, enquanto, no seu lado oposto provavelmente ocorria a deposição diferencial dos sedimentos. Segundo PENTEADO (1980), essa característica compreende morfogênese em sistemas fluviais meandrinos, ao qual na migração lateral de seus canais formam-se meandros abandonados, e nesse processo, ocorre o alargamento e desenvolvimento da planície (MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, 2020; STEVAUX & LATRUBESSE, 2017).

Com a delimitação da planície estabelecida e com a elaboração dos perfis apresentados, compreendem-se as dinâmicas que a área sofre, principalmente quando a capacidade da canalização do canal natural é preenchida totalmente, ocorrendo o extravasamento pela impossibilidade de condução do volume nas galerias subterrâneas, ocupando a área da Rua Brasílio Fazzi em ambos os sentidos, criada margeando o canal. Enquanto isso, no canal antrópico retificado e não tamponado, quando há seu volume totalmente preenchido, superam-se as paredes de concreto que o delimitam, transportando as águas para a planície de inundação do Ribeirão Euzébio. Temos assim, que o processo de alagamento, que incide sobre a área, inicia-se em dois canais diferentes que estão contidos na planície de inundação delimitada.

Ainda, ocorrem os eventos de alagamentos menores, causados principalmente pelas pequenas diferenças morfológicas que existem na área da planície de inundação em conjugação com falhas no sistema de drenagem. Essas pequenas diferenças morfológicas caracterizam áreas mais elevadas do que outras, a exemplo da Av. dos Expedicionários, a qual é evidenciada pelo Perfil E-F (Figura 32), demonstrando ser uma concavidade onde se estimula o acúmulo d'água acrescentado à dificuldade do sistema de microdrenagem em transportar o fluxo existente para a macrodrenagem, fortalecendo a formação desse evento.

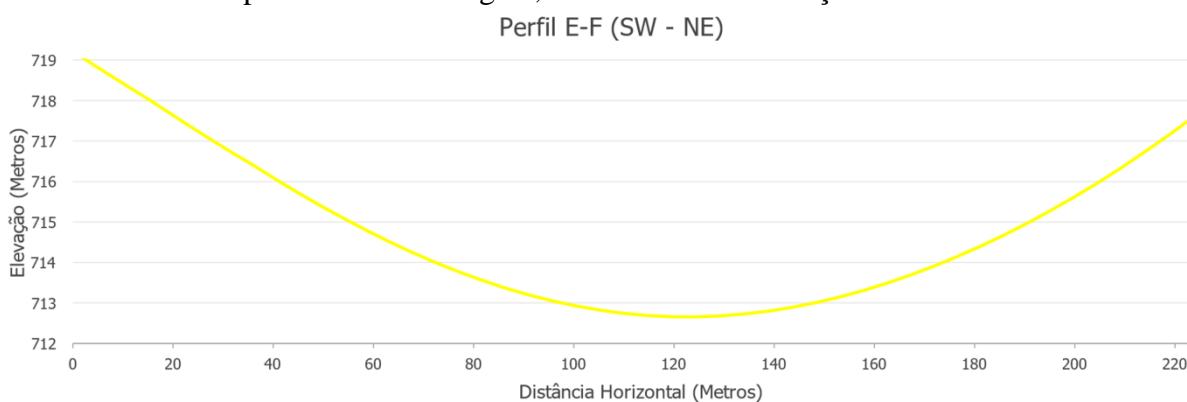


Figura 32. Perfil E-F (SW – NE). Fonte: Do autor. (2022).

5.9 Mapa de declividade

A elaboração do mapa de declividade, utilizando como base o MDT do IPT (2017) e seguindo a classificação da EMBRAPA (EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1979), se mostra necessário para compreender a morfologia da área e verificar os maiores declives. A morfologia plana na planície da área de estudo contrasta com as áreas adjacentes separadas por rupturas de declive entre os interflúvios e a planície, havendo separação bem definida entre estas unidades de relevo. Assim, no modelado da planície há tendência para eventos de alagamento e inundação também em razão da compartimentação deste setor ser bem delimitado pelos interflúvios marginais, cujas vertentes possuem maior declividade no sopé.

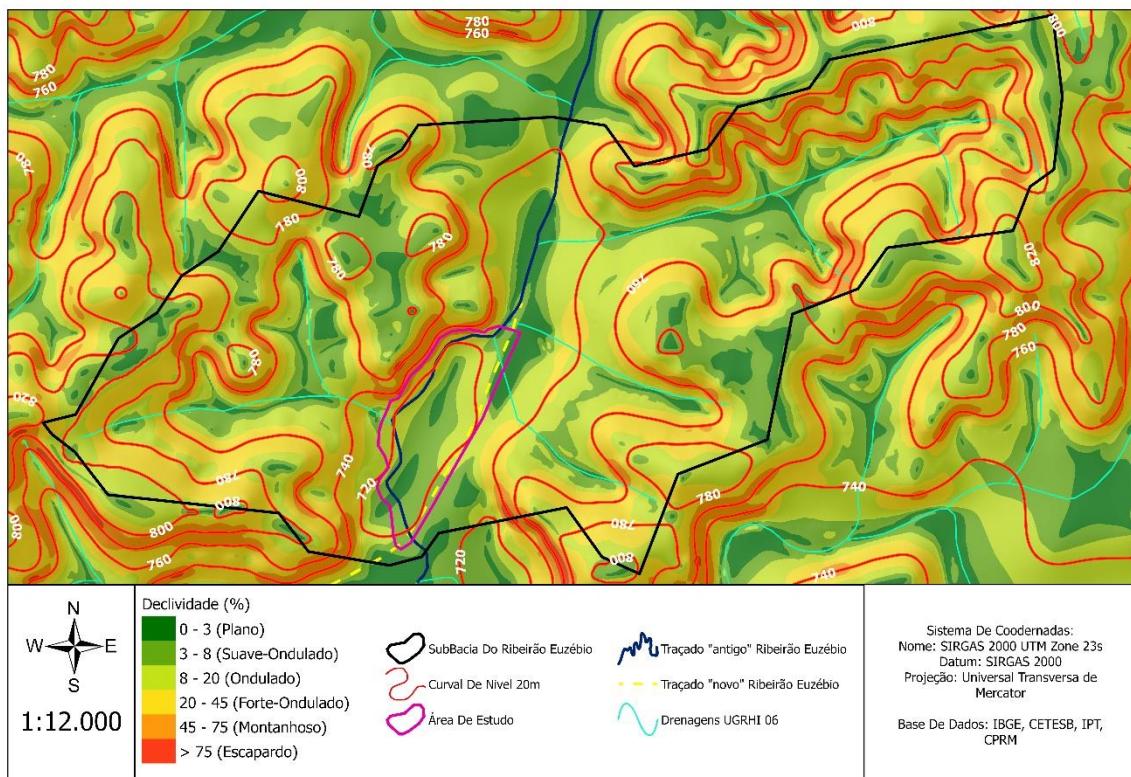


Figura 33. Cartografia da Declividade na área de estudo e entorno. Organização: Autor. (2022)

5.10 Cartografia Síntese.

Com a elaboração de uma série de cartografias, observou-se a necessidade de realizar o overlay (sobreposição) entre as mesmas (Figura 34), para assim, produzir uma cartografia síntese dos produtos e facilitar a compreensão da área de estudo e da sub-bacia como um todo.

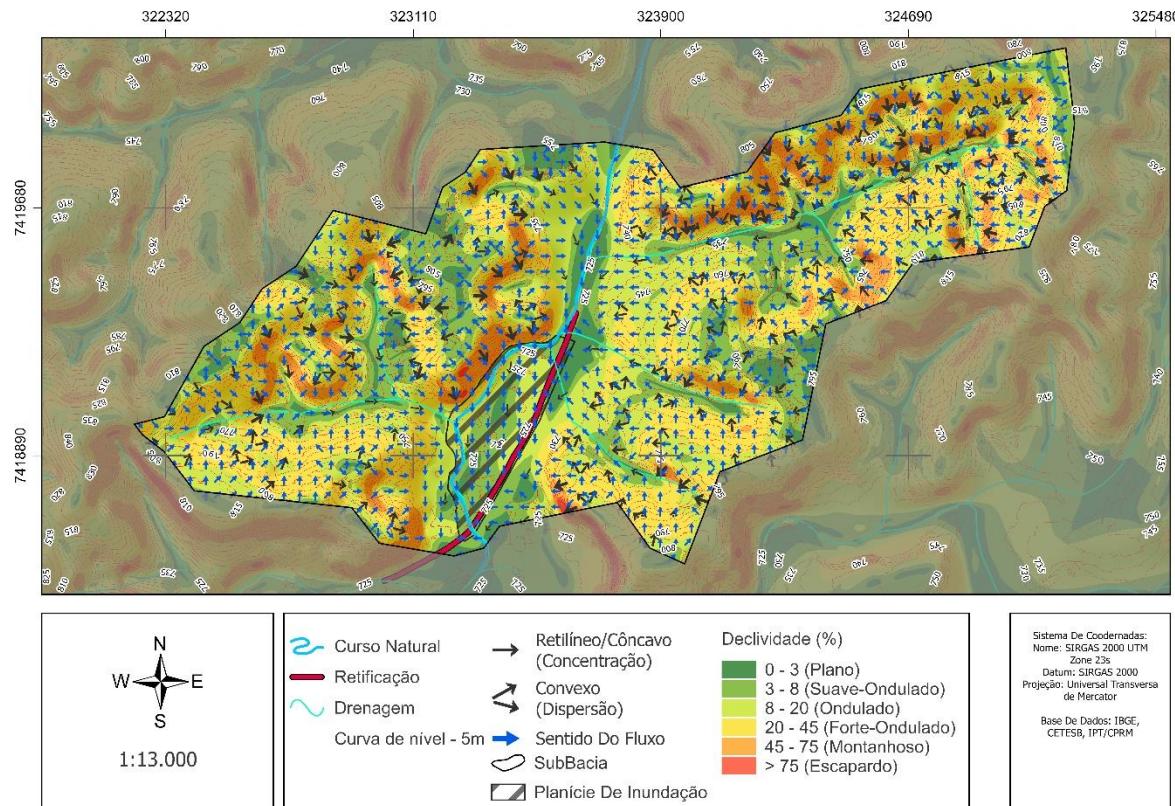


Figura 34. Cartografia Síntese. Organização: Autor (2023)

Com a cartografia de síntese, foram verificados os atributos geográficos da área, a confluência dos fluxos superficiais, sejam os delimitados pelo método 3D ou pelo traçado das curvas de nível com equidistância de 5m, indicando as vertentes que convergem ou divergem o fluxo superficial. Percebe-se também sobreposição da planície de inundação na área de estudo com a declividade de grau 0-3% (plano), reafirmando assim, a área de estudo como receptora e armazenadora dos fluxos que advém das cabeceiras adjacentes.

5.11 Trincheira e Solo Urbano

A realização do trabalho de campo ocorreu em um lote que está em calçadão comercial do município paralelo a linha de trem (linha-7) e paralelo à retificação do RE (Figura 35). Trata-se de um terreno parcialmente construído, sendo sua edificação para

pequenos boxes de produtos eletrônicos e roupas em geral, possuindo ainda área não edificada como estacionamento para os comerciantes dos boxes.

A escolha por esse lote ocorreu por ser um dos poucos não totalmente construído no centro da cidade, sendo possível abrir a trincheira.

A trincheira foi feita em 30cm x 30cm x 53cm. Aos 43 cm foram encontrados diversos itens antropogênicos, como saco de lixo, pequeno fragmento de vidro azul e aos 53cm foi encontrado um grande fragmento de concreto, dificultando chegar a 1m de profundidade pretendido na trincheira.

A presença desses itens de origem antropogênica no perfil indica a possibilidade do mesmo se tratar de material de aterro. Supõe-se que o aterro é anterior à década de 60, pois nas fotografias aéreas cedidas de 1964 a 1986 (Figura 36) a área de estudo sofreu apenas modificação da cobertura da vegetação após 1972 e 1986.



Figura 35. Cartografia de localização da trincheira. Organização: Do autor. (2022).

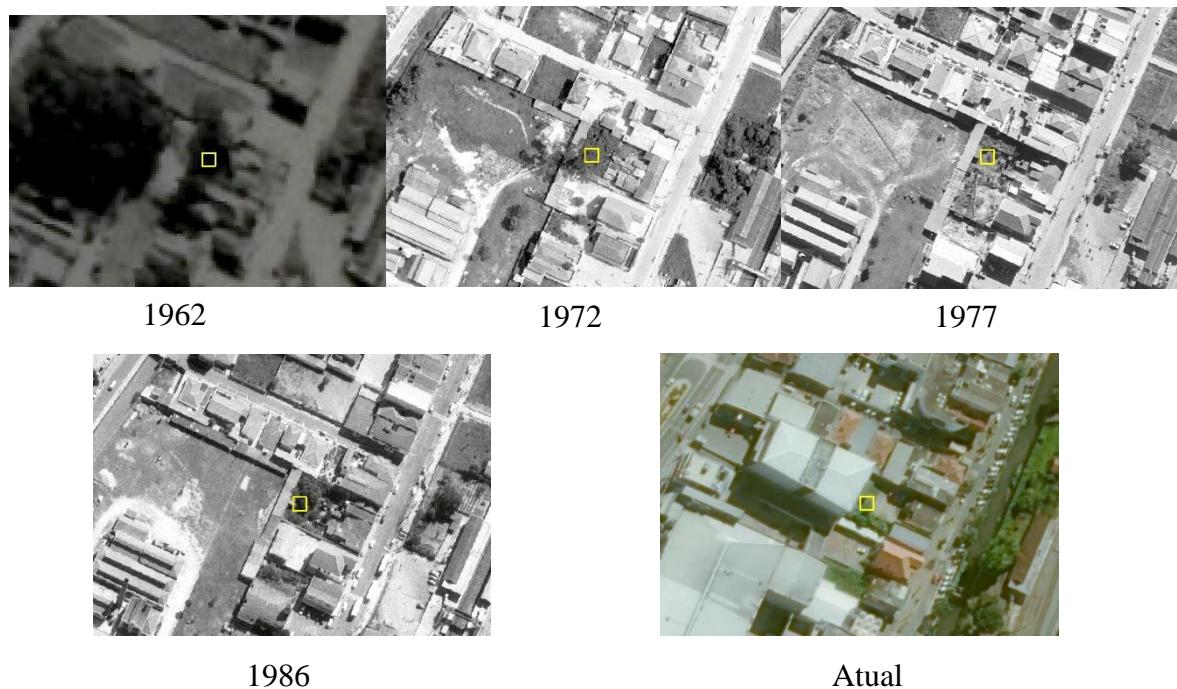


Figura 36. Fotografias aéreas do local na área de estudo em que foi feita a descrição morfológica de perfil e coleta de amostras de solo. Fonte: IGC e ESRI.

Para descrição dos horizontes ou camadas utilizaram-se procedimentos de descrição de perfis de solo no campo, do manual da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS (2015), sendo verificados atributos morfológicos como cor, textura, estrutura e transição de horizontes, além da consistência do material quando seco, úmido e molhado e a plasticidade e pegajosidade. Para a delimitação da coloração foi feita comparação de torrões e da cor desenhada em papel sulfite, utilizando o aplicativo de celular “Munsell Color Chart”

Também foram coletadas 18 amostras do “solo”, separados entre Horizonte 1 (H1); Horizonte 2 (H2); Horizonte 3 (H3) Horizonte 4 (H4) e Material antropogênico (Ant), sistematizadas no Quadro 10 abaixo.

1	H2	6	Ant	11	Entre H3 e H4	16	H2
2	H2	7	H4	12	H3	17	Entre H2 e H3
3	H3	8	H3	13	H4	18	Entre H3 e H4
4	H3	9	H2	14	H1 -		

	46Hm*				Britas		
5	H1	10	H3	15	H4		

Quadro 10. Organização das amostras.

*Ao lado do material antropogênico

As seções da trincheira foram divididas da seguinte forma: 00-06 cm = H1; 06-09 Hm = Transição entre H1 e H2; 09 - 20 Hm = H2; 20 - 26 = Transição entre H2 e H3; 26 - 40 Hm = H3; 40 - 43 Hm = Transição entre H3 e H4; 43 - 53 Hm = H4. Com base nas fotos tiradas das seções foi construído um único arquivo, unificando as fotografias separadas pelo software Adobe Photoshop CS9 que depois foi renderizada no software Corel Draw para a elaboração do croqui (Figura 37)

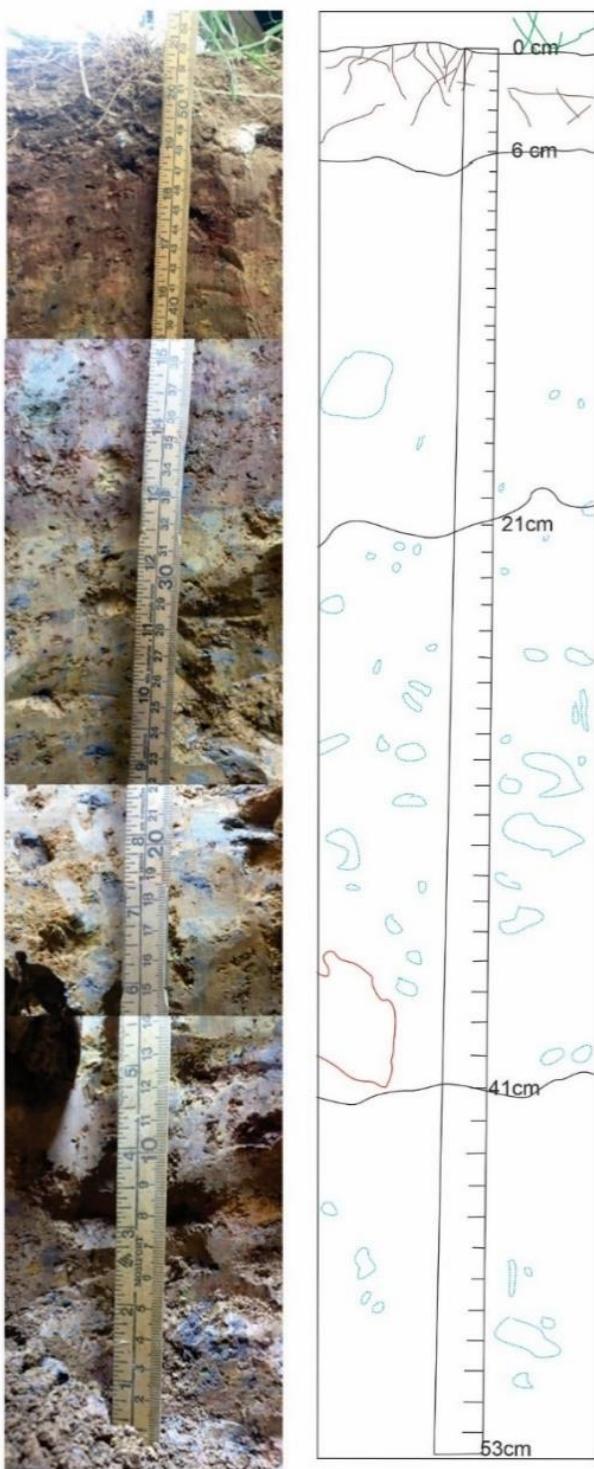


Figura 37. Reconstrução do perfil via fotografias e croqui do mesmo.

Em verde – Grama

Em marrom – Raízes

Em azul – Torrões de coloração acinzentada

Em vermelho – Plástico enterrado.

00-06 cm – H1

06-21 cm – H2

21-41 cm – H3

41-53 cm – H4

Descrição geral

Perfil N° - 01 Data 01/05/2021

Classificação – Material de aterro.

Textura: sedoso e pegajoso.

Fase urbanizado, relevo planicie fluvial.

Localização, Município, estado e coordenadas – metros do lado esquerdo da rua - Centro do município de Franco da Rocha, Estado De São Paulo. UTM 23S X: 323476 e Y:7419112.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Plano, sem declividade perceptível, sob cobertura de gramíneas.

Altitude – 728m.

Litologia, unidade litoestratigráfica e cronologia – Rochas sedimentares, (NP3srer) Podendo existir fragmentos do grupo São Roque, formação estrado dos romeiros, Eon máximo proterozóico.

Pedregosidade – Não pedregoso.

Rochosidade – Não rochoso.

Relevo Local – Planície de inundação.

Relevo regional – ondulado e forte ondulado, morros e morrotes com vales de fundo plano e vales em magedoura.

Erosão – Não identificada.

Drenagem – Existente, visto ser a planície fluvial do Ribeirão Euzébio e os torrões em tons de cinza.

Vegetação primária – Floresta ombrófila densa e capoeiras.

Uso atual – Estacionamento.

Descrito e coletado por L.M. Gardim

Descrição Morfológica.

Horizonte 1 – Orgânico/presença de brita em relação ao uso do lote como área de estacionamento. Coloração – N3.

Estrutura = Bloco subangular que se desfaz em granular, muito pequena

Horizonte 2 – Cor de fundo - 2,5Y 6/4

Mosqueado em 2% da camada.

Consistência (seca) = Ligeiramente dura.

Consistência (úmida) = Muito Friável.

Plasticidade = Não Plástica.

Pegajosidade = Ligeiramente pegajosa (não pegajoso no indicador pegajoso no polegar).

Estrutura = Bloco, que se desfaz em granular, pequena.

Textura no toque úmido = Siltoso.

Horizonte 3 – Cor de fundo – 2,5Y 5/4.

Mosqueado em 7% da camada.

Consistência (seca) = Macia.

Consistência (úmida) = Muito Friável.

Plasticidade = Plástica.

Pegajosidade = Ligeiramente pegajosa (pegajoso no indicador e polegar).

Estrutura = Bloco angulares, que se desfaz em granular, pequena

Textura no toque úmido = Siltoso.

Horizonte 4 – Cor de fundo - 10R 4/4.

Mosqueado em 3% da camada.

Consistência (seca) = ligeiramente dura.

Consistência (úmida) = Firme.

Plasticidade = Ligeiramente plástica.

Pegajosidade = Ligeiramente pegajosa.

Estrutura = Bloco angulares, que se desfaz em granular, pequena.

Textura no toque úmido = Pegajoso.

Observações.

O Horizonte 1 compreende o que seria próximo a um horizonte O orgânico, com a presença de brita, nos 10 cm iniciais, sendo encontrados alguns fragmentos minerais.

Foi encontrado nos Horizontes 2, 3 e 4 a presença de torrões na coloração cinza/azul escuro (mosqueado), (Figuras 38 e 39), sendo que no Horizonte 3 foi visualizada a maior ocorrência desses torrões, sendo possível condição de saturação d'agua ou hidromorfia, segundo Lespach (2011):

Tons acinzentados indicam solos em que esses óxidos de ferro foram transformados, tendo sido o ferro removido pelo excesso de água, como acontece, por exemplo nos solos situados nas baixadas úmidas próximas a rios e riachos” (Lepsch 2011, p. 323).

Além desses torrões foram encontrados fragmentos de rocha metamórfica em condição de saprolito,



Figura 39.
Mosqueados
presentes no
Horizontes 2 e 3.
Fonte: do autor
(2021)



Figura 38.
Mosqueados cinzas
nos Horizontes 2 e 3.
Fonte: do autor
(2021)



Figura 40.
Fragmento
metamórfico e
torrão do Horizonte
3. Fonte: do autor
(2021)

coletadas na amostra 11. Esses fragmentos foram encontrados de forma aleatória no perfil após o Horizonte 2 (Figura 40).

No Horizonte 4 também foi encontrado um torrão com cor esbranquiçada, envolto pelo material da matriz. Este foi coletado como amostra 015 (Figura 41).

Na transição entre o Horizontes 3 e 4 foram encontrados itens de origem antropogênica, visível na amostra 06 (Figura 42). No Horizonte 4 foi atingido o limite de profundidade de 55cm.

Os itens antropogênicos tratavam-se de plásticos alojados em plano horizontal na trincheira, sendo possível retirarem-se fragmentos dado seu estado de alteração. Entretanto, a maioria desses pedaços de plástico estava enterrada, e abaixo dos mesmos, na parede da trincheira no sentido leste foi observado também fragmento de concreto em posição horizontal, não retirado do perfil visto seu tamanho.

O lote encontra-se paralelo à área que até 2017 era o antigo complexo fabril da Linharte, também conhecida como Linha Vera Cruz, indústria do ramo têxtil que se instalou na margem leste do Ribeirão Euzébio em 1947, segundo consta em vídeo (FÁBRICA, 2020). O muro final do lote ainda é um resquício da fábrica, e pela posição do mesmo a 113 metros do RE canalizado, levanta-se como hipótese que houve o aterramento e possível aplainamento para a instalação da indústria nas margens do RE. Dessa forma, os materiais da trincheira estariam dentro de uma área de possível depósito tecnogênico, não relacionados diretamente à dinâmica fluvial do RB, mas sim ocasionados pela ação humana para viabilizar a construção civil. Entretanto, a presença do mosqueado, indicando a ação de redução dos materiais



Figura 41. Torrão de cor esbranquiçada, Horizonte 4. Fonte: do autor (2021)



Figura 42. Itens antropogênicos, da esquerda para a direita, fragmento de tijolo baiano, pedaço de vidro azul, fragmento plástico.
Fonte: do autor (2021)

pedogênicos ali encontrados, e da evolução dos processos físico-químicos do local, permite também a especulação de se tratar de um solo urbano em desenvolvimento (FURQUIM & ALMEIDA, 2022).

5.12 Possibilidades para o presente

Existem construções para reduzir e mitigar os danos causados pelas inundações e alagamentos em todo o município de Franco Da Rocha, segundo listagem realizada pela Prefeitura Municipal no ano de 2021. O município possui as seguintes infraestruturas: Pôlder do Rio Juquery e Canal Do Ribeirão Euzébio de 2015; Pôlder do Rio Juquery, reconstrução de galeria na região Central; Construção de dois reservatórios para 5 milhões de litros d'água, cada um; e reservatório do Jardim União (AV03), com capacidade de retenção de 240 milhões de litros d'água. Esses equipamentos já existentes, anunciados como o “Início do maior investimento contra enchentes da história de Franco Da Rocha”, com os piscinões EU-08 e EU-09 no canal do Ribeirão Euzébio, possuem capacidade de retenção de mais de 200 milhões de litros d'água, próximos à confluência do Ribeirão Tapera Grande. Há destaque também para o desassoreamento do canal do Ribeirão Euzébio; Construção de pôlder na outra margem do Rio Juquery; e desassoreamento do Rio Juquery desde a represa Paiva Castro até o Bairro Vila Ramos, com financiamento do FEHIDRO, sendo um investimento de mais de 120 milhões em parceria do Governo Estadual pelo DAEE em conjunto com a municipalidade (COMBATE..., 2021).

O quadro presente indica a execução da obra do EU-08 e EU-09, desassoreamento do canal do Ribeirão Euzébio e desassoreamento do Rio Juquery, retirando sedimentos do seu leito, além da execução de um by-pass em uma seção do Ribeirão Água vermelha, próximo da confluência deste com o Ribeirão Euzébio. Todas estas obras estiveram em andamento durante o período da pesquisa. Essas infraestruturas detêm sua importância para a mitigação dos eventos hidrológicos, entretanto, não cabe aqui negar sua importância, mas discorrer se apenas essas grandes infraestruturas contribuem para a mitigação, pois as grandes obras surgem como soluções impostas pela técnica, ditando a solução ou remediação da questão (CUSTÓDIO, 2002). Esta autora indica que, apesar dos avanços científicos-tecnológicos, o controle de todos os aspectos inerentes à natureza original, e os aspectos inconvenientes da “natureza” criada pelas obras, não são geralmente executados, Essa engenharia tem um limite intrínseco a si mesmo, limite esse que é recalculado conforme as relações e as modificações

entre sociedade-natureza se realizam no dia a dia, o que exige continuamente uma eterna revisão das soluções técnicas empregadas (CUSTÓDIO, 2002)

É pertinente citar a sinalização de CANHOLI (2014), que aponta que a qual as grandes obras, tais como reservatórios de detenção, entre outros tipos, necessitam que exista algo para além delas, sendo necessário a implementação das proposta *SuDS*, como uma ideologia norteadora dos projetos de planejamento urbano, onde a cada m² ganho em permeabilidade, há um m³ reduzido para as calhas das drenagens e galerias.

Ponto crucial seria a utilização das técnicas de drenagem urbana sustentável, principalmente das técnicas *SuDS*, com a criação de pequenos reservatórios de retenção e controle da velocidade entre as áreas altas e áreas baixas, evitando, assim o escoamento superficial que entulha sarjetas em enxurradas. Esses pequenos reservatórios poderiam reduzir a velocidade a qual o escoamento superficial é transportado para a área de planície, atenuando o pico das cheias. Da mesma forma, outras infraestruturas *SuDS*, como valetas, lagoas de retenção, sistemas de infiltração, faixas de filtro, bacia de filtro, sistemas de bioretenção e árvores poderiam ser implementados internos à sub-bacia. A própria municipalidade possui legislações pertinentes ao tema, tais como o Código Tributário – Lei Complementar 282/2017 - com o IPTU verde, e a lei: 920/2013, que dispõe de “Instituir programa municipal de arborização urbana no município e dá outras providências”.

6 CONCLUSÃO

A metodologia utilizada para a construção da pesquisa, de ampla utilização de técnicas de geoprocessamento para verificar atributos relacionados a morfologia, morfometria e uso e ocupação da terra., somados à geomorfologia fluvial e pedologia (ainda que de modo mais expedito), permitiram chegar até os resultados expostos.

Entretanto, percebeu-se a necessidade da realização de maiores investigações sobre as características morfométricas do Ribeirão Euzébio e do regime de chuvas que o influencia, para verificar se existe alguma mudança na intensidade das chuvas dos últimos anos em decorrência dos efeitos das mudanças climáticas. Para tal, seria necessária a utilização do software HEC-HMS para verificar as influências do uso e ocupação da terra em relação ao crescimento do volume escoado na sub-bacia.

Todos os procedimentos realizados serviram para subsidiar o entendimento da área segundo suas características geográficas e de uso da terra, verificando como essas características contribuem para a ocorrência das inundações e alagamentos.

Foi verificado pela bibliografia que existe uma correlação inegável entre o aumento da impermeabilização do solo e o aumento dos eventos de inundaçao e alagamento, sendo assim, podemos dizer que no mínimo a modificação da forma de uso e ocupação da terra a partir de 1962 é um dos motivos para recorrência desses eventos. Com a realização da classificação do uso da terra nas três datas selecionadas, é possível extrair a tabela síntese abaixo, ao qual evidencia o avanço da urbanização e da impermeabilização da sub-bacia (Quadro 11).

Ano	Área Florestal (M ²)	Área Campestre (M ²)	Área Urbanizada (M ²)	Arruamento (M ²)	Área Urbanizada e Viário (M ²)
1962	1.078.403,409 (40%)	727.710,332 (27%)	599.704,265 (22%)	273.137,092 (10%)	872.941,357 (33%)
2010	544.619,393 (21%)	325.701,212 (12%)	1.369.259,744 (52%)	376.481,873 (14%)	1.745.741,617 (67%)
2021	436.586,131 (17%)	291.863,607 (11%)	X	X	1.890.021,424 (72%)

Quadro 11. Comparação da modificação do uso da terra.

A partir da análise das aerofotografias e imagens de satélite, optou-se por unificar as classes de área urbanizada e arroamento, para existir equidade entre os dados, somando-se as classes de área urbanizada e arroamento da classificação entre 1962 e 2010. Dessa forma, é possível ter melhor visualização dos dados quando comparados no Gráfico 2 a seguir.

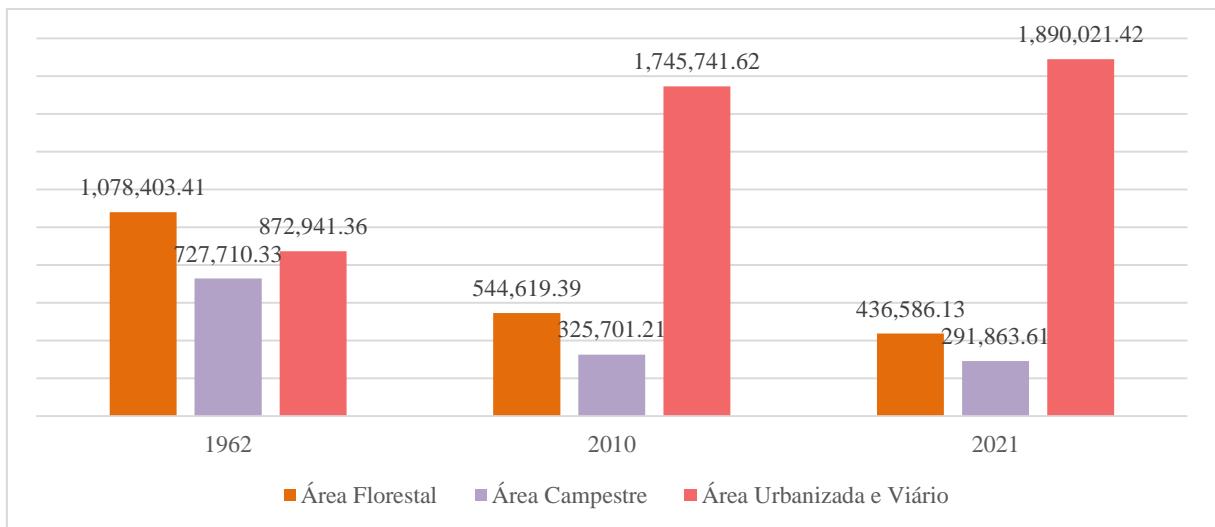


Gráfico 2. Alteração no uso da terra. Organização: Do Autor.

O Gráfico 2 demonstra o avanço da impermeabilização na sub-bacia em questão, avanço esse, que reduziu em 60% suas áreas permeáveis. Essa mudança é identificada como fator crucial para os eventos de inundações e alagamentos na área de estudo. A correlação entre mudança do uso da terra, ocasionando impermeabilização e alagamento é descrito por diversos autores como: TUCCI (2003); ROSS (2001); CHRISTOFIDIS, ASSUMPÇÃO & KLIGERMAN (2020); BORGES & FERREIRA (2019); RODRIGUES (2015); BLENKINSOP, MUNIZ & SMITH (2021); BRAGA (2016), ALVES & FORMIGA (2019), JHA, BLOCH & LAMOND (2012).

Esses autores partem do princípio de que a impermeabilização desencadeia uma série de fatores como o aumento do fluxo superficial para os canais de drenagens e o aumento da carga de sedimentos depositado nos canais e nas galerias, diminuindo assim o volume comportado pelos canais, que por consequência tem como situação final a recorrência dos episódios de inundaçao e alagamento.

Somam-se a isso as modificações ocorridas por conta das obras de macro e micro drenagem na área, que tem contribuição substancial para os eventos citados, visto que a área se encontra atualmente delimitada por duas drenagens: uma é formada pelo canal natural original modificado, canalizado e tamponado, que atualmente é descaracterizado como um

corpo d'água, consistindo mais num sistema de galeria que absorve os volumes dos bairros perpendiculares; e o canal antrópico, oriundo da retificação, que conduz o volume da cabeceira do Ribeirão Euzébio, dos seus afluentes Ribeirão Água Vermelha, Tapera Grande e demais córregos contribuidores dos bairros próximos ao mesmo.

Pelo entendimento estabelecido, após o estágio de perturbação ativa de canalização e tamponamento do canal natural do Ribeirão Euzébio, não há mais os eventos de inundação na área de estudo, apesar da existência da drenagem retificada. Do ponto de vista geomorfológico, as características fluviais foram completamente modificadas, leito vazante e leito menor foram eliminados, restando apenas a sua planície de inundação (leito maior) como marca do modelado do relevo pretérito. Atualmente, a configuração existente é uma obra de drenagem urbana, ação da engenharia que modificou totalmente as características naturais, criando uma forma antropogênica sobre a planície de inundação.

Dessa forma, os episódios da área de estudo em si, geralmente, ocorrem por falhas dos sistemas de drenagem urbana, seja o canal tamponado, que funciona como uma galeria pluvial, ou da retificação, que não comporta o volume destinado à mesma. E quando ambos os sistemas falham, os alagamentos formados pela galeria pluvial se encontram com os alagamentos formados retificação.

Ainda, as modificações antrópicas realizadas, não são as únicas condicionantes para a ocorrência dos eventos. As características naturais da sub-bacia do Ribeirão Euzébio detêm o papel crucial para esses eventos. Há a planície de inundação com declividade quase nula, enquanto que suas áreas adjacentes são formadas por cabeceiras com maior declividade. Há o fato do canal do Ribeirão Euzébio ter como contribuição duas drenagens adjacentes, que estão a menos de 3km da área de estudo e que passam por processos de impermeabilização de suas cabeceiras, o que também exerce influência. Há ainda o fato de haver a 5km da área de estudo o reservatório Paiva Casto, condicionado ao risco de abertura de suas comportas, cujo volume liberado pode chegar à área de estudo pelo remanso no encontro do Ribeirão Euzébio com o Rio Juquery.

Como consequência do processo de impermeabilização das cabeceiras, a tendência é que ocorra um aumento do escoamento superficial destinado à área da planície de inundação, que neste momento não contém atributos naturais que permitam receber esse volume, que é esperado para a planície pela sua dinâmica natural de área receptora e amortecedora dos fluxos.

Chega-se a essa conclusão com base nas elaborações das cartografias e das operações realizadas em ambiente SIG. A realização do trabalho de campo permitiu verificar que toda a

área de estudo foi aterrada para que assim fosse possível a edificação, possível área portadora de solos aluvionares e áreas alagadiças.

Dessa forma, há como síntese o quadro natural da área, no período pré-perturbação, de ser uma planície de inundação, formada pela dinâmica de acresção lateral e acresção vertical de um rio que anteriormente tinha nesta área uma característica meandrante, completamente diferente por conta das modificações antrópicas na área. Essas modificações, como foi demostrado por KOBIYAMA (2006); MONTEIRO JÚNIOR (2011); TUCCI (2003) e NETO (sem data), aumentam a impermeabilização da terra, que tem contribuição decisiva para a ocorrência das inundações e alagamentos.

O quadro geográfico e antrópico a que a área é condicionada no período pós-perturbação, de planície de inundação e das áreas circundantes de morros altos e baixos com vertentes côncavas em sua maioria, não pode ser negada, indiferentemente de qualquer infraestrutura que foi ou vá ser realizada. A área em questão, como foi verificado, já passou por diversos processos de urbanização e reurbanização, buscando evitar as inundações, mas falhando de tempos em tempos, visto que a permeabilidade dos lotes ou redução da velocidade do fluxo superficial foram consideradas apenas com medidas diretas como as galerias que levam à macrodrenagem..

O quadro apresentado pode ser modificado com a execução, em curso, dos piscinões EU-08 e EU-09, desassoreamento do Ribeirão Euzébio e desassoreamento do Rio Juquery, ações importantes. Entretanto, o que se avalia é quanto tempo será necessário para que se tornem sobressalentes e o volume comportado não seja suficiente, necessitando, assim, de mais uma infraestrutura para conter o volume excedente dos anteriores, e assim por diante.

Isso já ocorreu quando realizada a retificação do Ribeirão Euzébio, com a justificativa da obra de atenuar os episódios de inundação e possibilitar maior segurança ao uso da área central. Da mesma forma, a canalização e tamponamento do canal auxiliar do Ribeirão Euzébio também teve justificativa similar, embora os episódios de alagamento continuem a ocorrer.

Com a continuação da mudança do uso da terra, modificando as áreas ainda permeáveis do município e dos municípios vizinhos, não existindo o disciplinamento e controle da urbanização do solo, das cabeceiras e das áreas de planícies de inundação ainda não ocupadas, é questão de tempo para que o volume do escoamento superficial seja aumentado e os episódios de alagamento ocorram mesmo com as novas infraestruturas do futuro, associados ainda às projeções de aumento da recorrência das chuvas intensas por conta das mudanças climáticas (BLENKINSOP; MUNIZ & SMITH, 2021). Torna-se fundamental,

portanto, que seja realizado o disciplinamento e controle do uso do solo, adjunto com a preservação das áreas de planície de inundação ainda existentes, independentemente de estarem passando pelo estágio de perturbação ativa.

Cabe salientar que para a área de estudo, o EU-08 e EU-09 exercem influência, visto que vão atenuar o volume que é conduzido. Entretanto, a área de estudo é condicionada também à sua própria sub-bacia e aos problemas existentes na mesma. Dessa forma, essas intervenções podem não evitar a ocorrência de alagamentos na área de estudo, como ocorreu com as obras de infraestrutura já realizadas (R1 e Polders), pois estas não impedem que um episódio de alagamento ocorra. Cabe assim ao poder público a criação de uma esfera de compreensão do fenômeno e da dimensão geográfica a qual a área central do município está subordinada, e que as ações possam atenuar os episódios, sem nunca evitar que ocorram.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Patrícia Layne; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins. Effects of urban afforestation on the reduction of runoff and the peak flow delay. Ciência Florestal, [S.I], v. 29, n. 1, p. 193-207, 2019. DOI: 10.5902/1980509825820.
- BLENKINSOP, Stephen; MUNIZ, Lincoln; SMITH, Adam J. P. Climate change increases extreme rainfall and the chance of floods. Science Brief Review, [S. I], v. 2021, , p. 1-5, 2021. Disponível em: <https://zenodo.org/record/4779119#.YMum52hKiUl>.
- BORGES, Fernanda Oliveira; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. Planícies de inundação e áreas inundáveis: análise comparativa dos conceitos mediante aplicação nas bacias hidrográficas do ribeirão Bom Jardim e rio das Pedras, Triângulo Mineiro. Revista Cerrados (Unimontes), vol. 17, núm. 1, 2019
- BRAGA, Júlia Oliveira. Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria - DF. 2016. 33p. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia - Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, Brasília, 2016
- CANHOLI, Aluísio, P. Drenagem urbana e controle de enchentes. 2º ed, Oficina de texto, São Paulo, 2014
- CASSETI, Valter. Ambiente e apropriação do relevo. 2º ed, Contexto, São Paulo, 1995
- CHRISTOFIDIS, Demetrios; ASSUMPCAO, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes; KLIGERMAN, Débora Cynamon. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. Saúde em Debate. v. 43, n. spe3, p. 94-108, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s307>. Disponível em: http://scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042019000700094. Acesso em: 23 jan. 2020.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio, Geomorfologia fluvial, São Paulo, Edgard Blucher, 1981.
- COBRADE, Codificação e classificação Brasileira de Desastres. 2012. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/1.-Codificação-e-Classificação-Brasileira-de-Desastres-COBRADE2.pdf>> Acesso em: 26/08/2021
- COMBATE às enchentes: construção de dois piscinões. Produção: Prefeitura De Franco Da Rocha. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.facebook.com/prefeituradefranco/videos/combate-às-enchentes-construção-de-dois-piscinões/572759083724352/>. Acesso em: 13 maio 2022.

- CUSTÓDIO, V. A persistência das inundações na Grande São Paulo. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, 2002.
- DAEE – Diretoria da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e Baixada Santista. Autos do Processo Nº9902086/02. São Paulo, 2002.
- DAEE. Reservatório de Amortecimento de Picos de Cheias TG-09 Córrego Tapera Grande – Franco da Rocha/Francisco Morato – SP. Memorial Descritivo, São Paulo, 2022.
- DIAS, Ederson de Oliveira, Geometria Hidráulica: Algumas Considerações Teóricas e Práticas. Sociedade e território, Natal, v. 24, n°1m p. 166-184, jan/jun. 2012.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sumula da X reunião técnica de levantamento de solos. Serviço Nacional de Levantamento E Conservação De Solos, [S. I], n. 1, p. 83, 1979
- EM-DAT. 2021. Disponível em <https://www.emdat.be/emdat_atlas/sub_html_pages/sub_html_BRA.html> acessado em 27/08/2021
- EMPLASA – EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S/A. O problema das inundações na GSP: Situação atual e implementação de diretrizes metropolitanas. São Paulo, p. 152, 1985.
- FÁBRICA de linhas “Linhaarte ou Vera Cruz” – 1988 [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (1,41 min). Publicado pelo canal Franco tem história. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xt-2gW8UjdQ>>. Acesso em: 26 out. 2021.
- FURQUIM, Sheila. A. C; ALMEIDA, Ícaro, S, Urban soils in Brazil: A review. Revista Brasileira de Ciência do Solo vol. 46, 2022
- GUERRA, Antonio J. M; CUNHA, Sandra B. Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceito. 12º ed, Rio De Janeiro, 2013.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas; CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: município de Franco da Rocha, SP. [Brasília]: CPRM, 2017. Escala 1:25.000. 1 mapa, color.
- JHA, A.K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. Cidades e Inundações – um guia para a gestão integrada do risco de inundaçāo urbana para o século XXI. Um resumo para os formuladores de políticas. Washington, D.C.: The World Bank, GFDRR, 2012
- KOBIYAMA, Masato (org.). Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos, Florianópolis: Organic Trading , 2006.
- LEPSCH, Igor F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de texto, 2011.

LIMA, Gastão Cesar Bierrenbach. Euzébio. In: LIMA, Gastão Cesar Bierrenbach. Dicionário Geográfico Do Estado De São Paulo. São Paulo: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1942. p. 0-460

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira; BARROS, Luiz Fernando de Paulo, Hidrogemorfologia: formas, processos e registros sedimentares – 1º ed, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – Mapeamento de risco em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 176 p. 2007.

MONTEIRO JÚNIOR, Laércio, Infraestruturas urbanas: uma contribuição ao estudo da drenagem em São Paulo. Dissertação (Mestrado – Área de Concentração: Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade De Arquitetura – Universidade De São Paulo. São Paulo, p. 278. 2011.

NETO, Antonio C. Sistema urbanos de drenagem, disponível em <http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=apostila_de_drenagem_urbana_do_prof_cardoso_neto.pdf> Acessado em 28/08/2021

PENTEADO, M. Fundamentos de Geomorfologia.- 3. Ed, 2. tiragem. Rio de Janeiro: IBGE, 1980

PREFEITURA DE FRANCO DA ROCHA. Lei Complementar nº 282, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre: Institui o Código Tributário do Município de Franco da Rocha e dá outras providências. Secretaria de assuntos jurídicos e da cidadania, 2017. Disponível em: <https://www.francodarocha.sp.gov.br/arquivos/legislacao/lc-2017-282-codigo%20tributario.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

PREFEITURA DE FRANCO DA ROCHA. Lei nº 1.464, de 6 de julho de 2020. Dispõe sobre: A implantação de dispositivo chamado “boca de lobo inteligente” e redes de coleta para sistema de drenagem nos logradouros do município de Franco Da Rocha. Secretaria de assuntos jurídicos e da cidadania, 2020. Disponível em: <http://servicos2.francodarocha.sp.gov.br:8088/view/Arquivos/43cae551-697a-4eda-aeb1-9d631d94121d.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

PREFEITURA DE FRANCO DA ROCHA. Lei nº 920, de 10 de abril de 2013. Dispõe sobre: Institui programa municipal de arborização urbana no município e dá outras providências. Secretaria de assuntos jurídicos e da cidadania, 2013. Disponível em: <http://servicos2.francodarocha.sp.gov.br:8088/view/Arquivos/1aec8b4e-faf8-4a5f-a10a-4f93fe43e64c.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

- RODRIGUES, C. Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na metrópole de São Paulo. Geousp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 2, p. 325-348, ago. 2015.
- SANTOS DE JESUS, A. Geomorfologia antrópica, riscos geomorfológicos e hidrológicos na porção centro-leste de Anápolis (go) - DOI 10.5216/bgg.v24i1.4134. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 24, n. 1, p. 69–79, 2008. DOI: 10.5216/bgg.v24i1.4134. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/4134>. Acesso em: 28 jan. 2023.
- SANTOS, Raphael David dos; SANTOS, Humberto Gonçalves dos; KER, João Carlos; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; SHIMIZU, Sérgio Hideiti. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7. ed. Viçosa, Mg: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101 p.
- SCARATI, José R. M. Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?, Artigo científico, Julho 2012.
- STEVAUX, José C; LATRUBESSE, Edgardo M, Geomorfologia fluvial. 3º ed, Oficina de texto, São Paulo, 2017
- SUGUIO, Kenitiro; BARCELOS, José H. Ambiente de sedimentação da formação areado, cretáceo inferior da bacia sanfranciscana, MG. 1980
- TUCCI, Carlos E. M; BERTONI, Carlos – Inundações urbanas na América Do Sul – Porto Alegre – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.
- WOODS BALLARD, B. et al. The SUDS manual. London: Ciria, 2007