

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

ESTUDO SOBRE AS INUNDAÇÕES NA CIDADE DE CAPIVARI (SP)

Pedro Vinicius Angelin Furlan

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci

Rio Claro (SP)

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

PEDRO VINICIUS ANGELIN FURLAN

ESTUDO SOBRE AS INUNDAÇÕES NA CIDADE DE CAPIVARI
(SP)

Trabalho de graduação apresentado
ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Câmpus de Rio
Claro, da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Licenciatura em
Geografia

Rio Claro (SP)

2024

F985e Furlan, Pedro Vinicius Angelin
Estudo sobre as inundações na cidade de Capivari (SP) /
Pedro Vinicius Angelin Furlan. -- Rio Claro, 2024
105 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura -
Geografia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientadora: Cenira Maria Lupinacci

1. Geomorfologia. 2. Inundação. 3. Uso da terra. I.
Título.

PEDRO VINICIUS ANGELIN FURLAN

ESTUDO SOBRE AS INUNDAÇÕES NA CIDADE DE
CAPIVARI (SP)

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
licenciatura em Geografia.

Comissão Examinadora

_Cenira Maria Lupinacci_____ (orientador)

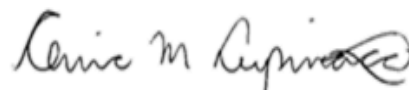
_Fabiano Tomazini Conceição_____

_Rodrigo Silva Lemos_____

Rio Claro, _04__ de _Dezembro__ de 2024__.

Documento assinado digitalmente
 PEDRO VINICIUS ANGELIN FURLAN
Data: 04/12/2024 13:49:10-0300
Verifique em <https://validar.it6.gov.br>

Assinatura do(a) aluno(a)



assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a meus pais pela criação e apoio em tudo que precisei na minha vida, nunca faltou apoio e amor para que eu pudesse seguir com meus sonhos. Especialmente a minha mãe, Sueli, pela ajuda financeira com as vendas de trufas durante toda a minha graduação, pelo amor incondicional, pelo apoio em todas as áreas da minha vida, as mensagens de bom dia e boa noite que guardei para sempre mesmo estando em outra cidade. E principalmente pela vinda até Rio Claro para ser a única mãe a assistir a apresentação no Congresso de iniciação científica, eu te amo.

Agradeço também à minha irmã, Susana, primeiramente por me incentivar a fazer a faculdade no último minuto, pelo companheirismo, pelo financiamento em todas as áreas da minha vida, por me passar o que é ser palmeirense, por acreditar em meus sonhos, pela irmandade. Se um dia eu puder ser pelo menos 1% de cada um de meus irmãos, já serei uma pessoa realizada. De maneira geral, a toda a minha família pelo companheirismo forte que existiu com todos os Angelin Furlan, apoio nunca faltou e não vai faltar.

A Profa. Cenira Maria Lupinacci pelo aceite de ser minha orientadora nesta pesquisa, por todo o conhecimento transpassado e por toda a orientação na pesquisa, todas as correções e apertos de orelha, não poderia escolher uma pessoa melhor para auxiliar neste projeto, meus sinceros agradecimentos.

Ao programa institucional de bolsas de iniciação científica da UNESP e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por financiar esta pesquisa.

À Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A (EMPLASA) por ceder as ortofotos de 2010. À Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (IDEA-SP) pelos dados fornecidos no Datageo.

A minha namorada, Beatriz, por me apoiar em todas as esferas da minha vida, por ir comigo fotografar as imagens de campo em meio aos rios e inundações, por apoiar a ideia do projeto e me ajudar a realizá-lo, pelas correções e ajuda de normatização do trabalho, por ter vindo na minha apresentação de iniciação científica junto de minha mãe, por comemorar as minhas conquistas até mais do que eu

comemoro, obrigado por tudo. Te amo.

Ao vereador Denilton Rocha de Capivari que ajudou no fornecimento de informações importantes para a realização do mapeamento das áreas de inundação.

Aos amigos, principalmente Bersa e João, por toda a parceria criada nos anos de ensino médio e depois nos anos de vivência juntos em Rio Claro, tiveram grande importância e influência na minha vida. Além do Vinícius, Wesley e Javier pela troca de conversa e ideias no tempo morando juntos na Rep-Skina. Todos fizeram parte de um capítulo especial da minha vida e ficarão guardados para sempre comigo.

Ao Higor Bonzanini pela leitura de projeto de TCC e sugestões de mudança, além da ajuda na produção de mapeamento de declividade.

Ao professor Danilo Marques pela ajuda na produção de mapeamento de declividade nos horários de folga, me ajudando no prosseguimento do trabalho.

Ao Victor Hugo Agostinho, amigo e parceiro feito nos anos de graduação, agradeço pelo companheirismo e ajuda nos mais diversos trabalhos e por me suportar nos 3 semestres de estágio nas escolas, amigo que levarei para a vida toda e que merece muita valorização.

Obrigado a todos que contribuíram de forma direta e indireta neste trabalho!

“Só vive o propósito quem suporta o progresso”

“Deus não faz as coisas à toa, tudo tem seu propósito e tempo, por mais que você não acredite, se ele achar que for pro seu bem, vai dar certo”

Sueli Aparecida Angelin Furlan

Dedico este trabalho a minha família que me apoiou durante toda a trajetória acadêmica, especialmente minha irmã Susana por todo o conhecimento transpassado no meio científico e pelo apoio vindo da minha namorada Beatriz nos campos e correções.

RESUMO

A transformação da paisagem sempre esteve ligada a fenômenos naturais como os agentes internos e externos, mas com o passar do tempo e devido o aprimoramento de novas técnicas e tecnologias o homem passou a ser agente principal de modificação do relevo, surgindo a partir daí, uma geomorfologia antrópica. Essa geomorfologia tem como resultado a criação de cortes, aterros e desenvolvimento de feições erosivas (sulcos, ravinas, voçorocas e terraços agrícolas), remodelando o sistema geomorfológico e consequentemente hídrico. O presente trabalho busca entender as relações entre as mudanças hídricas, geomorfológicas e de uso e ocupação da terra ocasionadas pelo homem e suas relações com as inundações na área de estudo dentro da cidade de Capivari (SP). Os dados serão apresentados através de figuras de mapeamento, com mapas de uso do solo (2010 e 2023), Geomorfológico (2010 e 2023), Hidrográfico (1970, 2010, 2023), Declividade (1970) e de Inundação (2022). De acordo com a quantidade de dados pesquisados e mapas criados, foi desenvolvido um mapeamento de inundação máxima da cidade, direcionando os principais focos de inundação em cada área e suas principais causas, evidenciando a influência do homem nesse problema de gestão urbana do solo.

Palavras chave: Geomorfologia, Inundação, Uso e ocupação do solo

ABSTRACT

The transformation of landscapes has always been linked to natural phenomena such as internal and external forces, but over time, with the advancement of new techniques and technologies, humans have become the main agents of landform modification, leading to the emergence of anthropogenic geomorphology. This geomorphology results in the creation of cuts, landfills, and the development of erosive features (rills, gullies, ravines, and agricultural terraces), reshaping the geomorphological and consequently the hydrological system. This study seeks to understand the relationships between hydrological, geomorphological, and land use/land cover changes caused by humans and their connections to floods in the study area within the city of Capivari (SP). The data will be presented through mapping figures, including land use maps (2010 and 2023), geomorphological maps (2010 and 2023), hydrographic maps (1970, 2010, 2023), slope map (1970), and flood map (2022). Based on the volume of researched data and created maps, a maximum flood mapping of the city was developed, identifying the main flood hotspots in each area and their primary causes, highlighting the influence of human activities on this urban soil management issue.

Keywords: Geomorphology, Flooding, Land use and occupation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo.....	23
Figura 2. Mapa geológico da área de estudo.....	25
Figura 3. Mapa geomorfológico da área em 2010.....	35
Figura 4. Mapa geomorfológico da área em 2023.....	36
Figura 5. Figura orbital de 2010 com sulcos erosivos.....	37
Figura 6. Figura orbital de 2023 com sulcos erosivos.....	37
Figura 7. Imagem de satélite de 2010 com demarcação de uma ravina.....	38
Figura 8. Imagem de satélite de 2023 com ravina recuperada.....	38
Figura 9. Imagem de satélite de 2010 com voçoroca no interior de um canal.....	39
Figura 10. Imagem de satélite de 2023 ainda com voçoroca.....	39
Figura 11. Imagem de satélite de 2010 com voçoroca no centro da imagem.....	40
Figura 12. Imagem de satélite de 2023 com loteamento.....	40
Figura 13. Gráfico de colunas com feições geomorfológicas.....	41
Figura 14. Mapa de uso da terra no ano de 2010.....	42
Figura 15. Mapa de uso da terra 2023.....	43
Figura 16. Gráfico de comparação entre a área ocupada por cada classe de uso da terra entre os anos de 2010 e 2023 em km ²	44
Figura 17. Imagem de satélite com demarcações de áreas de plantio.....	44
Figura 18. Carta de declividade da área de estudo na cidade de.....	46
Figura 19. Imagem de satélite de 2023 identificando área de silvicultura.....	47
Figura 20. Imagem de satélite de 2023 identificando área de silvicultura e marcação de antigo canal fluvial.....	48
Figura 21. Área de loteamento próximo a nascente de água.....	49
Figura 22. área de loteamento próximo a nascente de água.....	49
Figura 23. Imagem de satélite de 2010 com ocupação urbana.....	50
Figura 24. Imagem de satélite de 2023 com recuperação de áreas.....	51
Figura 25. Concentração densa de casas no bairro Moreto.....	52
Figura 26. Presença de antigo vale em meio a cenário urbano.....	52
Figura 27. Mapa de drenagem na área de estudo no ano de 1970.....	53
Figura 28. Mapa de drenagem na área de estudo no ano de 201.....	54
Figura 29. Mapa de drenagem na área de estudo no ano de 2023.....	55
Figura 30. Mapa de comparação de drenagem entre os anos de 1970, 2010 e 2023.....	56
Figura 31. Mapa de regiões de estudo de inundações na área estudada em Capivari (SP).....	57
Figura 32. Mapa de áreas de inundação na área de estudo, (2022).....	58
Figura 33. Mapa de comparação hidrográfica entre os anos de 1970, 2010 e 2023.....	59
Figura 34. Carta de declividade da área norte.....	60
Figura 35. Fotografia de canal na região norte da cidade.....	61
Figura 36. Fotografia de canal na região norte da cidade.....	61
Figura 37. Fotografia de saída de canalização no córrego Chiquinho Quadros.....	62
Figura 38. Fotografia de degradação na margem do canal Chiquinho Quadro.....	62
Figuras 39 e 40. Sinais de solapamento córrego Chiquinho-Quadros.....	63
Figura 41. Locais de maior incidência de inundação na região norte.....	63

Figura 43. Imagem de esgoto sendo despejado diretamente em córrego.....	65
Figura 44. Imagem de área de margem com solo desprotegido.....	65
Figura 45. Casa próxima a canal canalizado.....	66
Figura 46. Campo de inundação do Juventus.....	66
Figura 47. Mapa de inundação do campo do Juventus na região Norte.....	67
Figura 48. Mapa de inundação da área da rua Bento Dias.....	67
Figura 49. Mapeamento de declividade do campo do Juventus e Rua Bento Dias.....	68
Figura 50. Área do Ribeirão Santa Cruz com marcas de cheia.....	68
Figura 51. Imagem do Ribeirão Santa Cruz.....	69
Figura 52. Área da ponta da rua Bento Dias sobre o Ribeirão Santa Cruz.....	69
Figura 53. Mapa de identificação da região central da área de estudo.....	70
Figura 54. Drenagens da área rural do região central.....	71
Figura 55. Mapa de declividade da área rural da região central.....	72
Figura 56. Mapa geomorfológico das nascentes de drenagens da área central.....	73
Figura 57. Áreas de inundação do rio Capivari na região central da cidade.....	74
Figura 58. Mapa de inundação do Bairro Vila Cardoso.....	74
Figura 59. Mapa de declividade do Bairro Vila Cardoso.....	75
Figura 60. Área rural na região central com demarcação de ravina e voçoroca.....	76
Figura 61. Área rural na região central sem sinais de ravina e voçoroca.....	76
Figura 62. A seta indica os pontos em que há proximidade do urbano com o rio Capivari.....	77
Figura 63. Ponto de destaque na rua XV de novembro, área afetada pelas inundações.....	78
Figura 64. Imagem do Street View mostrando a ponte da Rua XV antes das obras de desassoreamento..	78
Figuras 65 e 66. Imagens da área desmatada e desassoreada na região da ponte da Rua XV.....	79
Figura 67. Área com concretagem de cabeceiras e saídas de drenagem canalizada.....	79
Figura 68. Mudança de hidrografia na região central.....	80
Figuras 69 e 70. Obras de canalização no centro da cidade.....	81
Figura 71. Obras de canalização completadas no centro.....	81
Figura 72. Áreas de inundação no centro da cidade.....	82
Figura 73. Carta de declividade da área central.....	82
Figura 74. Mudança de hidrografia na parte sul da cidade.....	83
Figura 75. Carta de declividade do bairro Vila Fátima.....	84
Figura 76. Ortofoto digital da Emplasa com identificação de voçoroca.....	85
Figura 77. Imagem do Street View de 2024 com área da rodovia SP-101 com área de ruptura artificial..	85
Figura 78. Imagem de feições erosivas em pastagem próximo ao córrego Lava-Pés.....	86
Figuras 79 e 80. Córrego lava-pés em seu início, em maio de 2023 e julho de 2024 respectivamente..	86
Figuras 81 e 82. Imagens do Instagram da Prefeitura de Capivari do córrego desassoreado.....	87
Figura 83. Marcas do desassoreamento no córrego.....	88
Figuras 84 e 85. Canalização do córrego Lava-Pés.....	89
Figuras 86 e 87. Imagens do córrego com água parada e escura.....	89
Figura 88. Imagem com a identificação de dique aluvial no meio do círculo.....	90
Figura 89. Mapa de inundação do córrego Lava-Pés.....	90
Figura 90. Mudança da hidrografia do córrego Lava-Pés e seus afluentes.....	91
Figura 91. Locais de interesse dentro da área sul.....	92

Figura 92. Área de ocupação nas margens do rio Capivari em 2010.....	93
Figura 93. Mudança de cenário da região do Moreto em 2023.....	94
Figura 94. Identificação das 3 grandes planícies na área sul.....	94
Figura 95. Área baixa do bairro Moreto.....	95
Figura 96. Identificação da proximidade de casas e comércios com o Rio Capivari.....	95
Figura 97. Bairro Padovani com proximidade do Rio Capivari.....	96
Figura 98. Carta de declividade das grandes planícies.....	97
Figura 99. Mapa de inundação das 3 grandes planícies.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Chaves de identificação de uso da terra.....	29
Quadro 2. Identificação das formas erosivas nos produtos de sensoriamento remoto.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela comparativa de feições geomorfológicas entre os anos de 2010 e 2024.....	40
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 Enchentes, Inundações e alagamentos.....	17
3.2 Planícies de inundação.....	18
3.3 Desassoreamento do Rio Capivari.....	20
3.4 Infiltração.....	21
3.5 Erosão.....	22
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	23
5 METODOLOGIA.....	27
5.1 Base cartográfica.....	27
5.2 Delimitação Área de estudo.....	27
5.3 Digitalização das curvas de nível.....	27
5.4 Mapeamento da hidrografia.....	28
5.5 Mapeamento do uso da terra.....	28
5.6 Mapeamento geomorfológico.....	31
5.7 Mapeamento de inundação.....	32
5.9 Mapeamento de Declividade.....	33
6 RESULTADOS.....	34
Tabela 1. Tabela comparativa de feições geomorfológicas entre os anos de 2010 e 2024.....	41
6.1 Região Norte.....	59
6.2 Centro.....	70
6.3 Sul.....	83
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
REFERÊNCIAS.....	102

1 INTRODUÇÃO

A Geomorfologia tem as formas de relevo como seu objeto de estudo. Essas formas são a manifestação espacial de uma superfície, constituindo as diversas configurações da paisagem morfológica. A configuração visível e o aspecto dessas formas são os responsáveis pela caracterização do modelado topográfico de uma determinada área. (Christofolletti, 1974). Com a evolução do homem e o passar do tempo, a natureza deixou de ser a única responsável pela sua mudança, o homem participa deste processo, interferindo nas formas de relevo de maneira direta e rápida.

De acordo com Nir (1983), as intervenções humanas no terreno podem ser resultado de uma ampla variedade de atividades, como desflorestamento, agricultura, mineração, construção de pontes e estradas, entre outras. Essas atividades acarretam mudanças que, embora sejam essenciais para o progresso humano, não devem ser consideradas, pois afetam primordialmente a natureza.

A intervenção humana na natureza tem gerado uma transformação substancial na superfície da Terra, seja por meio de ações diretas ou indiretas. De qualquer forma, o ser humano afeta de alguma maneira o equilíbrio natural, e esse tipo de interferência é denominado interferência antropogênica. (Rodrigues, 1999).

Como toda causa tem efeito correspondente, todo benefício que o homem extrai da natureza tem certamente também seus malefícios. Desse modo, parte-se do princípio de que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando modificações com graus diversos de intervenção, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis. (Ross, 1994).

A natureza possui um equilíbrio entre os seus elementos (vegetal, hídrico, pedológico, morfogênico), a interferência do homem em qualquer um destes pode quebrar a dinâmica, seja no ambiente rural ou principalmente no urbano. Por exemplo, a retirada de cobertura vegetal pode ocasionar problemas ligados ao solo, sua qualidade, fertilidade, porosidade; mudar a suscetibilidade aos diferentes tipos de erosões e afetar a rede hídrica, alterando o escoamento, infiltração, assoreamento, entre outros.

Considerando então as alterações do homem na paisagem natural, o objeto de estudo deste projeto será parte da Bacia do Rio Capivari, no trecho onde se tem a cidade de Capivari, localizada no interior do estado de São Paulo, a 134 km da capital, próximo a região de Piracicaba, na Depressão Periférica Paulista.

A bacia do rio Capivari possui uma área de 1580 km² e está localizada na região centro-leste do estado de São Paulo, entre 22°50' e 23°20' de latitude S e 46°40' e 47°50' de longitude W. A bacia abarca a sede de diversos municípios, como Campinas, Monte Mor, Louveira, Capivari, Elias Fausto, Rafard e Mombuca. As principais rodovias que cortam a bacia são: Rodovia dos Bandeirantes (SP-348); Rodovia Anhanguera (SP-330) e Rodovia Santos Dumont (SP-300). (Collares, 2000, p.4)

O estudo buscará entender como o processo de urbanização remodelou o padrão de drenagem da cidade de Capivari, envolvendo seu rio principal, que dá nome a bacia, e também parte de seus afluentes. As alterações têm causado inundações que ocorrem no período do verão. Assim, o estudo buscará compreender como o homem pode ter contribuído com esse processo, alterando o uso da terra, os corpos hídricos, as áreas de preservação, áreas de planície fluvial, entre outras feições morfogênicas.

A ocorrência das inundações em 2022 é de notável relevância devido à sua recente lembrança entre os residentes das cidades afetadas e ao amplo registro documental disponível. Segundo relatos, os problemas mais significativos de inundação na região foram observados em Capivari e Monte Mor. A prefeitura de Capivari classificou esse episódio como a maior "enchente" já registrada na história do município. (G1 Piracicaba e região, 2022).

Foi relatado pelos representantes municipais de Capivari, tanto em reunião virtual realizada no dia 30 de março de 2022, quanto na visita presencial no município em 18 de abril de 2022, que o principal problema no município são as enchentes e inundações, que ocorrem praticamente todos os anos. No ano de 2022, principalmente ao final do mês de janeiro e início do mês de fevereiro, ocorreu a maior enchente no município, com cerca de 5.000 pessoas afetadas e mais de 1.000 casas atingidas. (Agências das Bacias PCJ, 2022, p.107).

2 OBJETIVOS

Considerando a situação apresentada, a pesquisa busca entender o processo que ocasiona as inundações e enchentes na cidade de Capivari (SP), a partir da dinâmica de mudança na urbanização, levando em pauta a criação de feições geomorfológicas antropogênicas. Os objetivos específicos são:

- Analisar as mudanças no padrão de ocupação urbana e suas consequências na dinâmica fluvial;
- Identificar as áreas de potenciais enchentes pelo rio Capivari e afluentes na cidade, mapeando os limites de cheia dentro da área de estudo;
- Relacionar os problemas fluviais com a geomorfologia antrópica criada pela ocupação urbana com o passar dos anos;
- Estudar a mudança dos canais, trajetória e padrão dos cursos de água com o passar do tempo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica aborda cerca de cinco temas diferentes: enchentes, inundações e alagamentos, estes são conceitos fundamentais para entender as diferenças de impactos de eventos hídricos em áreas urbanas. As planícies de inundação, sendo a identificação de regiões naturalmente vulneráveis a esses fenômenos. O desassoreamento do Rio Capivari, importante por analisar o estudo sobre a remoção de sedimentos de rios e sua capacidade em suportar relevantes volumes de água. Infiltração, compreensão do papel da permeabilidade do solo no controle de eventos de inundação. Erosão, seus tipos e importância do estudo sobre os processos ligados ao agravamento das inundações.

3.1 Enchentes, Inundações e alagamentos

A cidade de Capivari (SP) sofre com as cheias dos rios nos períodos de grandes chuvas, principalmente no verão devido ao favorecimento das condições. Mas é necessário entender quais são os tipos de problemas causados pelo aumento das chuvas e cheias dos rios, diferenciar essas variáveis e identificar quais são mais significativas na cidade.

Popularmente, as pessoas costumam dizer que enchentes, alagamentos e inundações são a mesma coisa, mas tecnicamente existem diferenças técnicas entre estas. Segundo a Defesa Civil de São Bernardo do Campo (2015), inundação é o transbordamento das águas de um canal fluvial que em sua cheia atinge a planície de inundação. Enchentes é quando há uma elevação do nível de água dentro do canal, sem que de fato haja transbordamento para a planície, ficando na cota máxima. Alagamento é o acúmulo momentâneo de água em locais devido deficiências urbanas de drenagem ou grande enxurrada, independe do sistema fluvial.

Para Valente (2009), quando o aumento das vazões se localizam apenas na calha dos rios, em seu canal vazante, é denominado como as cheias. Quando transbordam o seu canal, no leito maior ou a área de várzea, é chamado de enchente. Se há ocupação do leito maior e das áreas de várzea/planície aluvial com construções, plantações, ou qualquer transformação urbana, e toda essa área é recoberta por água, é denominado de inundações. Por fim, o alagamento nada mais é do que acúmulo de água no meio urbano, sem estar relacionado aos rios ou córregos, se trata mais de um problema de planejamento urbano e escoamento de água, bueiros entupidos e área impermeabilizada.

As definições mais completas sobre o assunto vêm do Ministério das Cidades (2007):

As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento da vazão por certo período de tempo. Este acréscimo na descarga d'água tem o nome de cheia ou enchente, Elevação temporária do nível d'água em um

canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga.

Por vezes, no período de enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas. Este extravasamento caracteriza uma inundação e a área marginal, que periodicamente recebe esses excessos de água denomina-se planície de inundação, várzea ou leito maior.

Define-se alagamento como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial. (Ministério das cidades/IPT, 2007, p. 90-93.).

Seguindo as mesmas definições do Ministério das Cidades, a Semasa (2015) entende que há diferença entre esses termos:

Enchente ou cheia: É o aumento temporário do nível da água, atingindo sua cota máxima, porém, sem transbordamento. Inundação: Refere-se ao transbordamento das águas, atingindo áreas marginais e causando alagamentos em regiões próximas aos rios. Alagamento: Ocorre nos perímetros urbanos, resultado de problemas de drenagem, levando ao acúmulo de água em áreas habitadas. (Semasa SP, 2015, p.1)

Não existe uma regra em comum sobre os tipos, mas o que foi possível constatar é que a maioria dos estudos definem as inundações como algo de maior proporção que extravase o canal e atinja áreas de várzea/planície aluvial. As enchentes estão localizadas apenas na área do canal, em seu leito, sem extravasar. Enquanto os alagamentos, em regra, são definidos apenas como problemas urbanos de escoamento superficial, não ligados diretamente com as áreas do rio ou as planícies.

3.2 Planícies de inundação

A ocupação das planícies aluviais, planícies de inundação ou áreas de várzeas é a principal causa de inundação no Brasil e no mundo. O crescimento urbano caótico, a falta de planejamento urbano e ambiental sem considerar as características físicas do local (relevo e hidrografia), favorecem o agravamento de inundações e enchentes próximas aos cursos d'água. (Diedrichs, Filho e Balarim, 2009).

“As planícies de inundação, conhecidas como várzeas na toponímia popular do Brasil, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas. A designação é apropriada porque nas enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio.” (Christofoletti, 1974, p. 60).

O processo de transformação da chuva em escoamento é complexo, dinâmico, não linear, e exhibe variabilidade temporal e espacial, muitas vezes inter-relacionados a fatores físicos das bacias hidrográficas, sendo

que um dos principais fatores que influenciam no escoamento são as alterações da superfície de uma bacia hidrográfica provocadas por mudanças no uso e cobertura da terra que juntamente com o aumento na frequência e intensidade das chuvas extremas, podem tornar as cidades altamente vulneráveis às ocorrências de alagamentos, enchentes e inundações. (Santos e Carvalho, 2021, p.3)

As inundações surgem em decorrência de um fenômeno natural dos rios, há épocas em que é comum o extravasamento. Mas esses fenômenos podem ser agravados por impactos causados pela urbanização e pela intensa impermeabilização do solo, pelos obstáculos que dificultam o fluxo da água e também pela mudança dos canais, tanto de sentido quanto de canalização. (Santos e Carvalho, 2021).

Define-se como planície de inundação as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem. Tecnicamente, o canal de drenagem que confina um curso d 'água denomina-se leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio. Emprega-se também o termo várzea para identificar a planície de inundação de um canal natural de drenagem. (Ministério das cidades IPT, 2007, p. 92.).

A constância da frequência de inundação é significativa, ocorrendo de forma similar em regiões com diferentes taxas de escoamento, dos trópicos às áreas semi-áridas. Isso indica que o tamanho do canal do rio é adequado para o fluxo da bacia de drenagem. Além disso, o transbordamento com sedimentos leva a deposições próximas ao canal, o que pode gradualmente encaixar o canal em seu aluvião. A composição dos sedimentos na planície de inundação varia conforme as características da inundação e a disponibilidade de sedimentos. (Leopold, Wolman e Miller, 1964).

Além disso, as áreas de várzea são importantes biologicamente para o equilíbrio daquele ecossistema:

As Planícies de Inundações são complexos ecossistemas com a dinâmica adaptada ou tolerante a solos inundados, ou que periodicamente sejam inundados, e que tem papel fundamental no controle de inundações, manutenções de aquíferos, ciclagem de nutrientes, controle da erosão e sedimentação, além de abrigar uma biota característica, onde se incluem muitas espécies de animais e plantas de interesse e importância para o homem. (Couto, Hayakawa e Souza-Filho, 2010, p. 1)

Mas as inundações em Capivari não acontecem apenas nas planícies de inundação, outras áreas também sofrem, contendo outras características de vale. São os canais que em certos trechos são mais encaixados, mas devido a fortes chuvas por um longo período, não conseguem abrigar a vazão e acabam por transbordar, como é o caso na Bacia do Rio das Pedras:

Na bacia do rio das Pedras, no setor jusante, há trechos encaixados susceptíveis a eventos de inundações, mas que não configuram áreas de deposição sedimentar, ou seja, não são planícies de inundação. As áreas de planícies de inundação somadas às áreas inundáveis representam as Áreas com Tendência a inundações. (Borges e Ferreira, 2019, p. 124).

3.3 Desassoreamento do Rio Capivari

Há muitos anos, moradores da cidade de Capivari e os representantes executivos, esperavam pelo início das obras de desassoreamento do rio Capivari e seus afluentes como a resolução dos problemas na cidade. As obras começaram a ser feitas no fim do ano de 2023 em parceria entre o estado de São Paulo e a prefeitura da cidade. No dia 16 de outubro o maquinário começou a chegar para iniciar os trabalhos de desassoreamento do Rio Capivari e seus afluentes. O projeto era tido pela prefeitura como uma solução para as inundações, prometendo mudar a história da cidade após muitos anos de sofrimentos com grandes enchentes. (Prefeitura de Capivari, 2023, p. 1).

O desassoreamento é uma medida feita de tempos em tempos que tem o objetivo de manter a profundidade e o curso ideal de um canal hídrico, que por meios naturais ou não, pode acabar depositando sedimentos em seu leito. Os sedimentos mais comuns antropicamente são provenientes dos resíduos sólidos produzidos pelo homem, a sua deposição em excesso faz com que em períodos chuvosos, a água que passaria pelo canal ultrapassa os limites pré-estabelecidos. (Rocha e Silva, 2021).

O assoreamento dos rios e das represas é a consequência final do processo de escoamento superficial das águas das chuvas nos solos onde a cobertura vegetal foi severamente danificada pelo super pastejo e pela ação do homem, embora que, para a produção de alimento e atender uma demanda alimentar de uma população cada vez mais carente. O assoreamento constante dos rios e dos lagos diminui a profundidade e o volume d'água de suas bacias hidráulicas que comprometem todo o sistema, quer seja para a navegação, quer seja no uso da água para a agricultura, consumo humano ou geração de energia elétrica (Embrapa, 2022, p.11).

Segundo Christofolletti (1980), o processo de assoreamento ocorre devido à incapacidade dos rios em transportar os sedimentos que recebe ao longo do seu canal, sendo associado a um transporte maior de sedimentos do que de água, o canal não dá conta desse processo e acaba por depositar essa alta carga de sedimentos.

O desassoreamento, portanto, é um procedimento de dragagem ou limpeza do leito do rio. A causa, porém, das enchentes não se resume ao rio e está associada também ao volume de chuvas, ao escoamento superficial, à impermeabilização do solo, às condições dos tributários (e.g. córregos, afluentes do rio principal), entre outros. (Smith, Silva e Biagioni, 2019, p.3)

Uma importante obra de desassoreamento ocorre nos rios Tietê e Pinheiros em São Paulo há muito tempo, lá é usado algumas infraestruturas para realizar a obra. São utilizadas duas tecnologias: Plataformas embarcadas constituídas de barça, plataforma flutuante e retroescavadeira, dragas de sucção e recalque. As plataformas embarcadas normalmente servem como apoio, levando os sedimentos até as dragas para bombeamento. Quando a capacidade é atingida, utilizam-se de portos provisórios. (Costa, Filho, Geudice e Hellmeister, 2013).

Por características intrínsecas à bacia hidrográfica, principalmente no que se refere à extensão territorial, e ao alto grau de impermeabilização do solo, o sistema hídrico apresenta rápida variação de nível d'água em eventos de cheia. Isso significa que a perda de seção dos cursos d'água pelo assoreamento compromete ainda mais a delicada dinâmica da bacia. (Costa, Filho, Geudice e Hellmeister, 2013, p. 7). A qualidade da água e o seu consumo são frequentemente mencionados nas discussões sobre o desassoreamento de ambientes aquáticos. Esse processo pode aumentar a turbidez e a sedimentação, além de reduzir as concentrações de oxigênio dissolvido, devido à ressuspensão do material orgânico presente no sedimento e à remoção do substrato utilizado por plantas e animais. (Smith, Silva e Biagioni, 2019).

O sedimento presente no fundo dos canais é um material oriundo de uma série de processos, esses são: Processos naturais provenientes de erosão interna da bacia, tratamento de água e esgoto, setor industrial e urbano em geral (particular e de engenharia civil) (Lemiere, Laperche, Haouche, Auger, 2014).

Destaca Londe et al. (2014) que o desassoreamento é uma ação drástica e invasiva, uma vez que não atinge de fato a razão do problema, que está ligado a regulamentação dos sedimentos que são carregados aos rios, além da falta de controle na organização da ocupação à margem dos rios, da expansão urbana e do uso da terra.

3.4 Infiltração

Rocha e Kurtz (2001) explicam a importância das árvores nas margens dos rios para a questão da infiltração da água, não se restringindo a mata ciliar, mas a todos os lugares com vegetação:

Os solos sob florestas apresentam uma infiltração de 15 a 25 vezes maior que os solos descobertos (usados em agricultura mecanizada, por exemplo). Em áreas florestadas a infiltração média das águas das chuvas é da ordem de 150 mm/hora e em lavouras mecanizadas ou pastagens de grande lotação, a infiltração é da ordem de 6 mm/hora, proporcionando uma perda de 96% das águas da chuva que caem (e escoam superficialmente) (Rocha e Kurtz, p. 37, 2001.).

A preservação desse espaço é importante para a questão do assoreamento dos corpos

d'água:

A vegetação protege o solo, impede erosões, desmoronamentos de encostas e assoreamento dos corpos d'água, ou seja, contribui para a preservação do solo e seus atributos. A preservação da cobertura florestal também traz diversos outros benefícios ao homem, dentre eles, promove a conservação da biodiversidade, gera benefícios sociais, fornece inimigos naturais contra pragas e doenças no cultivo agrícola, atenua mudanças climáticas, e consequentemente, os seus efeitos, ajuda a controlar as enchentes (Montebelo et al., 2005, p. 3829).

Existem hoje, leis que classificam a distância para que se possa construir ao redor de um canal fluvial, o ART 4ª do Código florestal brasileiro (Lei 12.651/2012) estabelece como área de preservação permanente toda a vegetação natural localizada a 30 metros nos cursos d'água de menos de 10 metros de largura. A definição da largura de preservação dos canais foi feita com pouco estudo técnico e científico quando criada, por isso não levou em considerações fenômenos ligados a características da microbacia, fisionomia da vegetação, degradação do local, tipicidade do solo, comprimento da vertente e variação da declividade. (Filippe, 2006)

A carta de declividade, como forma de representar quantitativamente o comportamento espacial do relevo, tem as mais diversas aplicações, especialmente nas áreas de geomorfologia, hidrologia, engenharia, atividades militares e planejamento territorial. O principal motivo disto é o fato de que a inclinação do terreno tem fundamental influência nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, nos processos de erosão do solo, no assoreamento de rios e na ocorrência de inundações, bem como no fluxo de pessoas e veículos nas ruas e estradas. (Koffler, 1994, p.168).

3.5 Erosão

Segundo Da Silva (1995) a erosão é uma série de processos em conjunto sob os quais o material do solo e do terreno é desgastado, desagregado e removido de algum local da superfície, segundo ela, é um processo natural que leva em conta a exposição das rochas e suas composições, determinando um processo de suavização da superfície da terra. Mas nem sempre esse fenômeno pode ser natural.

A erosão acelerada ocorre sob condições de interferência do homem. Neste caso, quase sempre a intensidade da erosão é muito grande/acelerada, sendo altamente prejudicial por ocorrer num período de tempo muito curto. (Silva, 1995).

Botelho e Rossato ainda discute os meios de erosão do solo:

A erosão do solo pode ocorrer de diferentes formas e pela ação de múltiplos fatores. Os processos erosivos lineares na forma de ravinas e, principalmente, voçorocas deixam marcas bastante notáveis na paisagem. No caso das voçorocas, estas podem atingir centenas de metros ou, até mesmo,

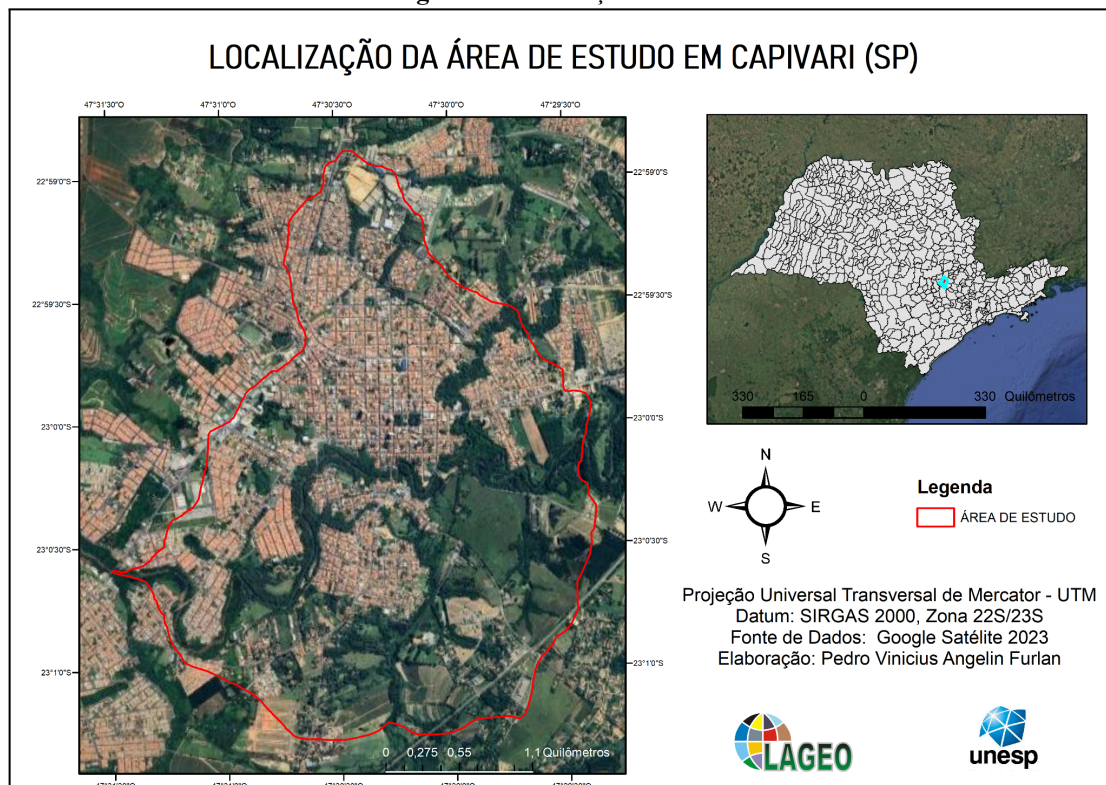
quilômetros de extensão, e dezenas de metros de largura e profundidade, sendo, nestes casos, facilmente identificadas por sensores orbitais. Entretanto, os processos erosivos não lineares (erosão laminar) são, muitas vezes, pouco perceptíveis, mas podem ocasionar grandes perdas de solo, em função de atingirem extensas áreas territoriais. (Botelho e Rossato, 2002. p.2).

Outro tipo de erosão importante no processo fluvial, é a erosão de margem, definida como solapamento, segundo Meira (2012) é um processo erosivo que está ligado às margens de córregos ou taludes de um canal de maior extensão, esse feito causa instabilidade nas margens do curso d'água além de depositar uma alta carga de sedimentos no fundo do canal. Está associado à ocupação da faixa marginal dos cursos d'água, normalmente por estradas e residências.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A cidade de Capivari (SP) está localizada na região de Campinas e na subregião de Piracicaba (Figura 1), distante 130 km da Capital. Possui coordenadas 22°59'42" S e 47°30'28" O (Prefeitura de Capivari, 2024).

Figura 1. Localização da área de estudo.



Fonte: Google Satélite, 2023

Faz limite com os municípios de Elias Fausto, Rafard, Mombuca, Porto Feliz, Rio

das Pedras e Santa Bárbara do d'Oeste. Possui uma área de 322,878 km² e população de 50.068. (IBGE, 2022)

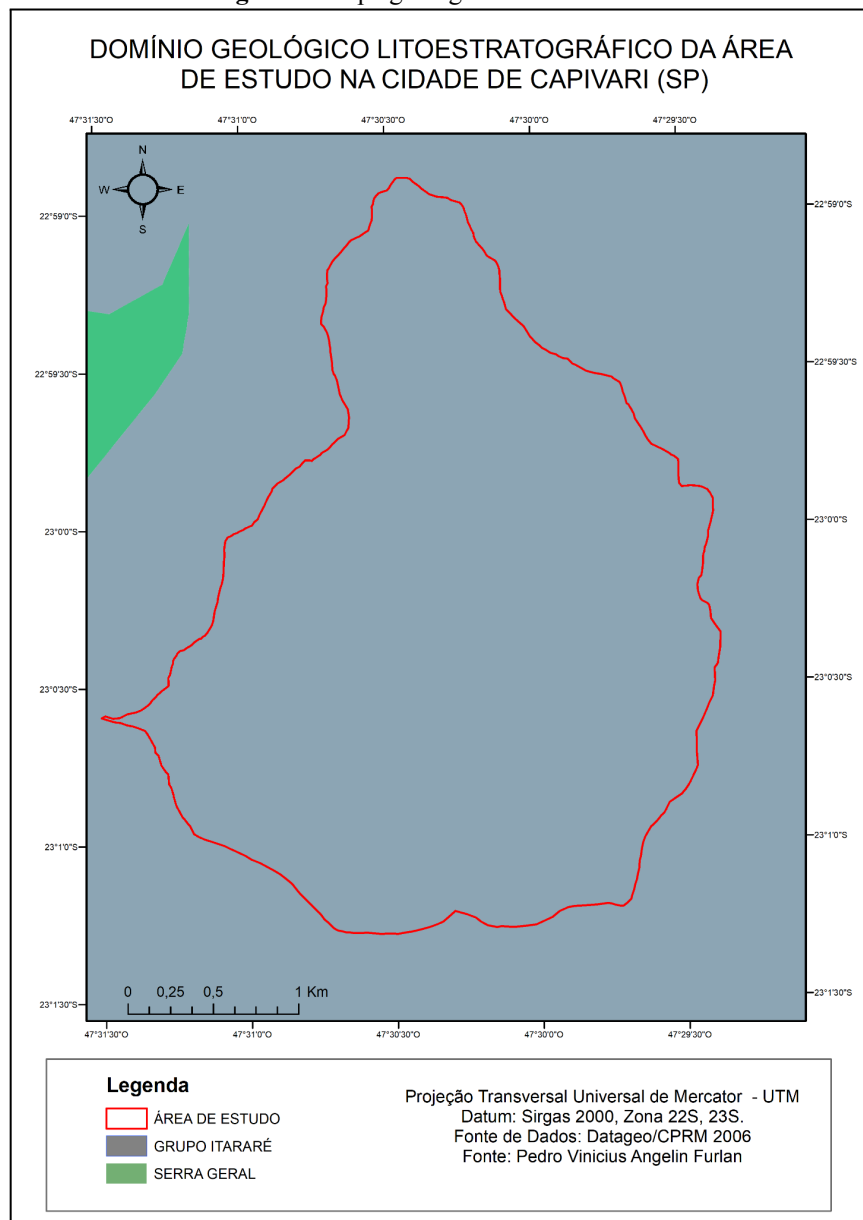
Encontra-se a cerca de 675 metros de altitude, possuindo um clima subtropical com verão longo, quente, abafado, com precipitações e de céu quase encoberto; o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 13 °C a 30 °C e raramente é inferior a 9 °C ou superior a 34 °C. (Weather Spark, 2024)

A hidrografia da região é composta pela bacia do Rio Capivari, que cruza a cidade de Nordeste a Sudoeste e é o principal corpo hídrico da cidade. O rio deságua diretamente na calha do rio Tietê, fazendo parte então da bacia do Paraná.

Segundo dados do DataGeo/CPRM (2006), a área urbana e a maior parte do limite do município de Capivari, apresenta litologias vinculadas ao denominado de Grupo Itararé, com classificação sedimentar e litotipo predominante sendo o arenito.

Segundo Pires e Petrl (1991), as propriedades litológicas (Figura 2) da região de Capivari-Rafard são detalhadas, incorporando as faces A a F, que englobam argilitos, diamictitos, arenitos de granulação grossa, megaconglomerados, mega escorregamentos e siltitos selvagens. Esses depósitos foram interpretados como resultado de processos sedimentares, como fluxos de detritos, escoamento de lama, correntes turbidíticas e deslizamentos de grandes dimensões.

Foram feitos diversos estudos litológicos na região na década de 80, mediante a perfuração de poços, sendo um dos primeiros estudos das litofácies na região.

Figura 2. Mapa geológico da área de estudo

Fonte: Datageo/IGC 2015

Entre os anos de 1985 e 1990, foram feitas várias perfurações de poços na região do médio Tietê na cidade de Capivari(SP) para o estudo das litofácies e sedimentos. Os poços C2-IG/89 e C-IG/90 são notáveis por apresentarem contrastes marcantes, onde o primeiro revela elásticos grossos, enquanto o segundo exibe elásticos finos. O poço M-IG/85 se destaca devido à presença de um espesso depósito de diamictito, possivelmente associado a processos glaciais marinhos, incluindo frequência de arenitos intercalados com argilas, diamictitos vinculados a correntes de densidade, estruturas resultantes de deslizamentos subaquáticos e depósitos relacionados a canais submarinos.” (Petri, 1992, p. 163)

O Grupo Itararé, de época Permocarbonífera, representa uma das unidades mais marcantes na Bacia do Paraná, surgindo em suas extremidades sudeste e noroeste. Alcança

uma espessura que ultrapassa 1000 metros na área central da bacia, afinando em direção às extremidades norte e sul. (França e Potter, 1988).

A litologia da região de Capivari pode ser dividida em 6 litotipos:

O Grupo Itararé é composto pelos seguintes litotipos: arenitos, diamictitos, folhelhos, lamitos, siltitos e ritmitos (em ordem decrescente de abundância), reconhecidos principalmente em campo e, subordinadamente, em amostras de calha de poço;

Os afloramentos estudados pertencem à porção superior do Grupo Itararé, correspondentes à fase de glaciação, na qual a influência das geleiras mostrou-se de maneira mais indireta. Isto favoreceu a geração de arenitos com pouca matriz e relativamente bem-selecionados (devido à distância das geleiras). Essas unidades arenosas possuem potencial para constituir reservatórios de hidrocarbonetos e água, representadas na área pelos arenitos com estratificação cruzada acanalada ou tangencial na base, que são associados a porções mais distais de leques de outwash. (Arab, Perinotto e Assine, 2009, p. 519)

Geomorfologicamente, o relevo da região, segundo o IPT (2014), apresenta:

Relevo de Colinas Pequenas com Espigões Locais com predominância na área urbana, predominam interflúvios sem orientação específica, com área inferior a 1 km², topos aplainados e arredondados, e vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos. A drenagem varia de média a baixa densidade, apresentando um padrão que vai do subparalelo a dendrítico, com vales fechados e planícies aluviais interiores restritas (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2014, p.41).

A vegetação da cidade hoje, compõe cerca de 3,17% do território, sendo as principais: Mata, vegetação arbustiva (criada a partir da derrubada da vegetação nativa) e vegetação de várzea. “Apresenta também 1,80% de áreas com reflorestamento em um total de 581,03 ha. A área total do município é de 31.900 ha. Capivari situava-se entre os municípios com apenas 15 a 20% de cobertura vegetal nativa.” (Instituto Florestal, 2020)

Segundo o IPT (2014), no município, predominam várias associações pedológicas de solos, as principais destas são: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos com textura arenosa/média e relevo suave ondulado e ondulado; Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos com textura arenosa/média e argilosa, em relevo ondulado e forte ondulado; Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Cambissolos Háplicos Distróficos com textura arenosa/média em relevo ondulado; Argissolos Vermelho-Amarelos abrupticos e Luvisolos Crômicos Pálicos planossólicos, ambos com textura arenosa/argilosa e relevo ondulado. Latossolos Vermelhos Distróficos com textura argilosa em relevo suave ondulado; Neossolos Litólicos Eutróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos com textura arenosa/média e relevo ondulado. Destaca-se que, destas associações, os argissolos são mais suscetíveis à erosão.

5 METODOLOGIA

A metodologia se baseou a partir do desenvolvimento de mapas e figuras nos softwares Qgis, ArcgisPro e ArcMap, de maneira que facilitasse o estudo e entendimento sobre a região estudada. Além de tabelas comparativas entre os dados, facilitando a compreensão das informações.

5.1 Base cartográfica

A base cartográfica do projeto foi feita a partir do Software Qgis 3.32.2, e a fonte de dados utilizada foi retirada do site do Datageo (<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/#>), um site do governo do estado de São Paulo que disponibiliza inúmeros dados geográficos e geológicos do estado. Os dados cartográficos utilizados foram as cartas topográficas de 1:10.000 produzidas no ano de 1970 pelo IGC (Instituto geográfico e cartográfico) disponibilizadas no Datageo. A partir disso, dentro do software, é dado o nome a camada dentro da opção: “inserir nova camada shapefile”, denominada de Cartas topográficas e inserida pelo link: (https://datageo.ambiente.sp.gov.br/serviceTranslator/rest/getXml/Arcgis_Server_IGC_Cartas_Topograficas/0/1525457039863/wms). Após ser nomeada, a camada fica disponível para edição na aba esquerda da tela.

5.2 Delimitação Área de estudo

A delimitação da área de estudo foi feita com base na carta topográfica e a partir dos pontos de interesse com maior índice de enchentes na cidade. A carta foi importante para delimitar onde seria a divisão das bacias e sub-bacias que “alimentariam” os rios e as áreas de enchentes. Não foi estudada toda a área urbana da cidade, o enfoque ficou nas áreas centrais da cidade onde se tem a presença do rio, além de alguns bairros no entorno, relacionados com os afluentes do Capivari.

Com essas informações, foi criado um novo shapefile na opção de retângulo, vários pontos foram criados a partir da regra das bacias e da zona de interesse, ao final do contorno, o polígono é criado, delimitando a área de interesse.

5.3 Digitalização das curvas de nível

As curvas de nível foram digitalizadas uma por uma para que obtivessem um resultado final melhor, com maior precisão dos dados.

Foi utilizado o Software Qgis e fonte de dados do DataGeo de 1970 com as cartas

topográficas. Após ser inserida a fonte de dados no software, foi criado um shape estilo linha, onde era copiada cada curva traçada e dada um valor final a ela de altitude.

As curvas de nível digitalizadas serviram como base para a criação do mapeamento de declividade, além de entender algumas feições geomorfológicas dos mapas de 2010 e 2023.

5.4 Mapeamento da hidrografia

Para o mapeamento da hidrografia, foram utilizadas, no Qgis, 3 fontes de informações, no intuito de identificar a configuração espacial dos rios para cada período estudado.

Para o ano de 1970, foi selecionada a camada com a carta topográfica de 1:10.000 do IGC, que com um shapefile novo e as informações presentes na carta, foi possível contornar todo o curso fluvial e lâminas de água no período de 1970.

Foram utilizadas também as ortofotos disponibilizadas pela EMPLASA no ano de 2010: “<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/geoimage/datageoimg/ows>” em que foi utilizado o mesmo procedimento que a carta topográfica, mas a visualização dos sinais d’água se obteve de ortofotos digitais que mostravam a presença do rio principal e a abundancia de vegetação arbórea nos menores rios.

A última camada utilizada no mapeamento da hidrografia foi a do Google Earth. Para isso, foi necessário baixar um complemento no próprio software, denominado QuickMapServices, que dá acesso a imagens orbitais mais atualizadas. Após a instalação, foi necessário ir na opção “QuickMapService” e depois em “Google Satélite”. A partir disso, surge uma nova camada na opção de camadas, com o nome de Google satélite. A partir daí, foi feito o mesmo procedimento das imagens da EMPLASA, mas que foram de melhor visualização devido a qualidade das imagens.

Os shapes foram criados em espessuras e tons de azul diferentes para poderem ser comparados entre si, visando identificar a mudança de hidrografia dos anos de 1970/2010/2023.

5.5 Mapeamento do uso da terra

Para o mapeamento do uso da terra, foi utilizado como base cartográfica as imagens do Google Earth e as ortofotos digitais da EMPLASA para os anos de 2023 e 2010 respectivamente; a partir disso, foram criados vários shapes com os respectivos nomes: urbano, urbano em construção (Áreas com demarcação de novos loteamentos, demarcação de ruas, casas em construção e lotes com solos expostos), cursos fluviais, vegetação

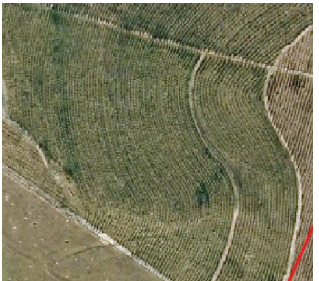
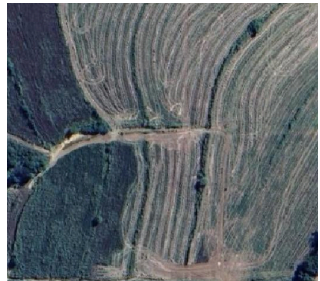
arbustiva, áreas úmidas, silvicultura, vegetação arbórea, pastagem, agricultura, chácaras, solo exposto e indústrias. Todas as categorias foram criadas de acordo com a necessidade diante das características do município. Para a melhor identificação e comparação das áreas, foi feito um quadro com os mesmos usos em diferentes anos (Quadro 1).

Vale ressaltar que alguns dados em 2024 podem destoar em algumas regiões devido ao contraste que a imagem do Google satélite apresenta nas variações de verde principalmente.

Os shapes foram feitos em polígonos para melhor contornar as áreas de interesse; cada categoria tem sua cor de acordo com o manual de uso da terra do IBGE (2006). A partir dos dados obtidos, foi criado um gráfico no excel para comparar a mudança do uso na área de estudo entre os anos de 2010 e 2024.

Quadro 1. Chaves de identificação de uso da terra

Uso	2010	2023
Urbano em construção		
Áreas úmidas		
Silvicultura		

Vegetação Arbórea		
Vegetação arbustiva		
Pastagem		
Agricultura		
Chácaras		
Solo exposto		

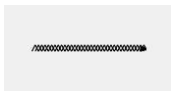
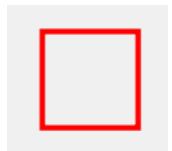
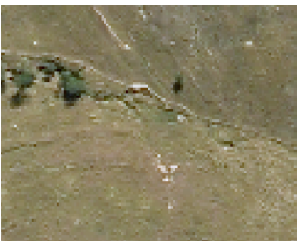
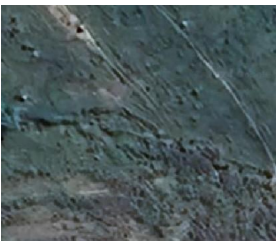
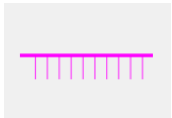


5.6 Mapeamento geomorfológico

Para o mapeamento geomorfológico, foram utilizadas as ortofotos da Emplasa do ano de 2010 cedidas pela plataforma: “DataGeo” e as bases do Google Satélite de 2024. Os mapas foram produzidos no software Qgis, onde foram criadas as camadas: Vertente convexa, cóncava e rectilínea, ruptura topográfica abrupta e suave, terraço, acumulação de planície e terraço fluvial, terraço agrícola, voçoroca, ruptura artificial, ravina, saída de drenagem, sulco erosivo, fundo de vale encaixado, fundo de vale plano, canal canalizado, hidrografia 2010 e hidrografia 2024. As feições eram identificadas nos produtos de sensoriamento remoto e mapeadas com os shapefiles. As formas dos polígonos, linhas e pontos foram extraídas da norma técnica (Silva, Souza e Lupinacci, 2022) que disponibiliza um manual para upload de cada uma das feições, além do processo para implementação destas no Qgis. Para a identificação de algumas camadas, foi utilizado de apoio às curvas de nível, como as áreas de planície e as vertentes, enquanto as outras apenas pelos produtos de sensoriamento remoto. As feições foram validadas em campo, especificamente as que não estavam dentro de propriedades particulares.

Os shapes foram colocados de uma maneira que ficassem bem dispostos visualmente em uma escala 1:10.000, sem que um atrapalhasse o outro. A identificação das formas erosivas é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2. Identificação das formas erosivas nos produtos de sensoriamento remoto

Simbologia	Feição do relevo	2010	2024
	Sulco Erosivo		
	Ravina		
	Voçoroca		

5.7 Mapeamento de inundação

O mapeamento das áreas de inundação foi produzido no software Qgis e com base cartográfica do Google Satélite de 2023. As áreas exatas seguem como base a maior enchente da história da cidade, quando o rio chegou nos seus 4,50 metros, registrado ao fim de 2022. Para mapear exatamente o máximo de extravasamento, foi fornecido pela prefeitura de Capivari as informações sobre as casas que foram atingidas, ruas, numeração e locais exatos. Com o cruzamento destes dados, foi feito o limite máximo aproximadamente de onde a água chegou em cada rua, identificando a última casa atingida de cada rua e marcada por um shape de ponto. A partir das ruas do bairro identificadas, fez-se uma ligação de pontos por um shape de linha.

Esse shape identificava o máximo de extravasamento do rio naquele bairro, e assim foi feito na área de estudo, criando um shape de inundação.

5.9 Mapeamento de Declividade

O mapeamento de declividade foi iniciado dentro do Qgis e terminado no ArcMap; teve início com o desenvolvimento das curvas de nível no Qgis e diversas tentativas de declividade por lá, sem sucesso. As curvas de nível referenciadas com seus valores, foram importadas para o ArcMap, com a camada “curvas”, dessa camada, foi gerada a camada TIN, que transformou as informações em altimetria do terreno. Ao invés de criar uma camada Raster a partir do TIN, foi configurado dentro das opções a simbologia automática de declividade. Essa camada foi editada na simbologia para conter 5 classes (escolhido devido a escala e qualidade das informações) e coloração hipsométrica. As classes foram compostas por porcentagem por graus, <2%, se delimitam as áreas propícias a inundações, 2%-5%, área que pode inundar, 5% - 15%, intervalo para limite de mecanização agrícola, 15%-30%, intervalo de limite para a urbanização e maior de 30%, sendo a área com urbanização controlada. (TRICART, 1977). A opção escolhida foi a que apresentou melhores resultados de mapeamento, com uma maior dimensão e qualidade das camadas.

6 RESULTADOS

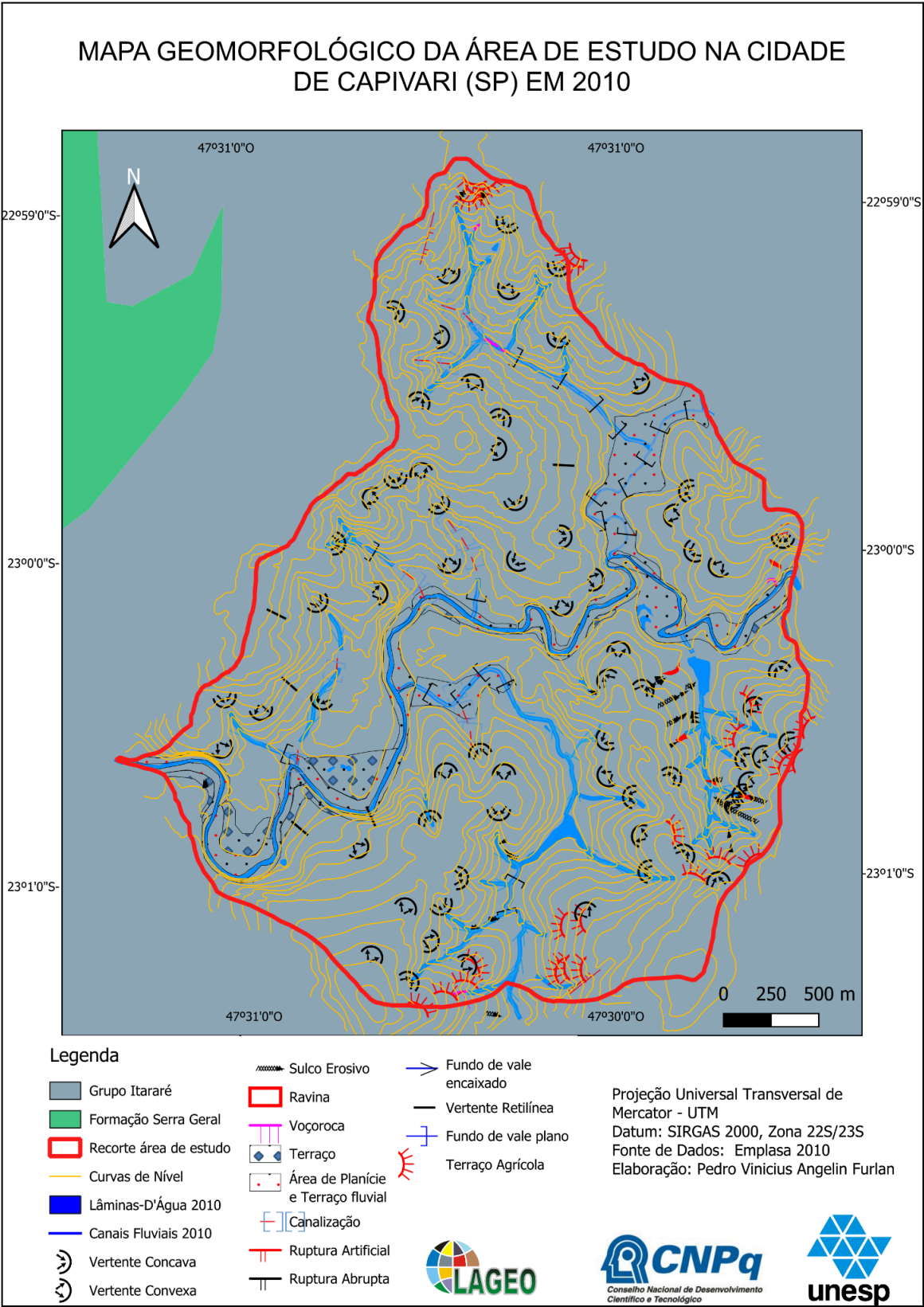
Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos nos estudos de mapeamento e de campo presentes na área de estudo da cidade de Capivari (SP). Para isso, serão apresentados, inicialmente, dados quantitativos e qualitativos por meio de mapas e gráficos. Após a apresentação geral, os resultados serão referidos de maneira individual, levando em consideração grupos de locais específicos em que demandam mais atenção no município e conseqüentemente maior estudo. Esses locais serão denominados por áreas geográficas: Região 1 - Norte, Região 2 - Centro, Região 3 -Sul.

A região 1 – Norte, abrange a sub-bacia do Córrego Chiquinho-Quadros e Ribeirão Santa Cruz, afluentes do Rio Capivari. A região 2 – Centro, se limita por pequenas drenagens de nascentes, além do curso principal do Rio Capivari. A região 3 -Sul, abrange a drenagem do Córrego Lava-Pés, pequenas drenagens, além do curso principal do Rio Capivari.

A ordem dos dados será feita inicialmente por meio dos mapeamentos geomorfológicos com auxílio de tabelas e gráficos, em seguida com os mapas de uso da terra e seu respectivo gráfico. Em diante, os dados referentes a mudança de hidrografia e mapeamento de declividade; por fim, a discussão com base no mapeamento de inundação desenvolvido com os dados fornecidos pela Prefeitura de Capivari.

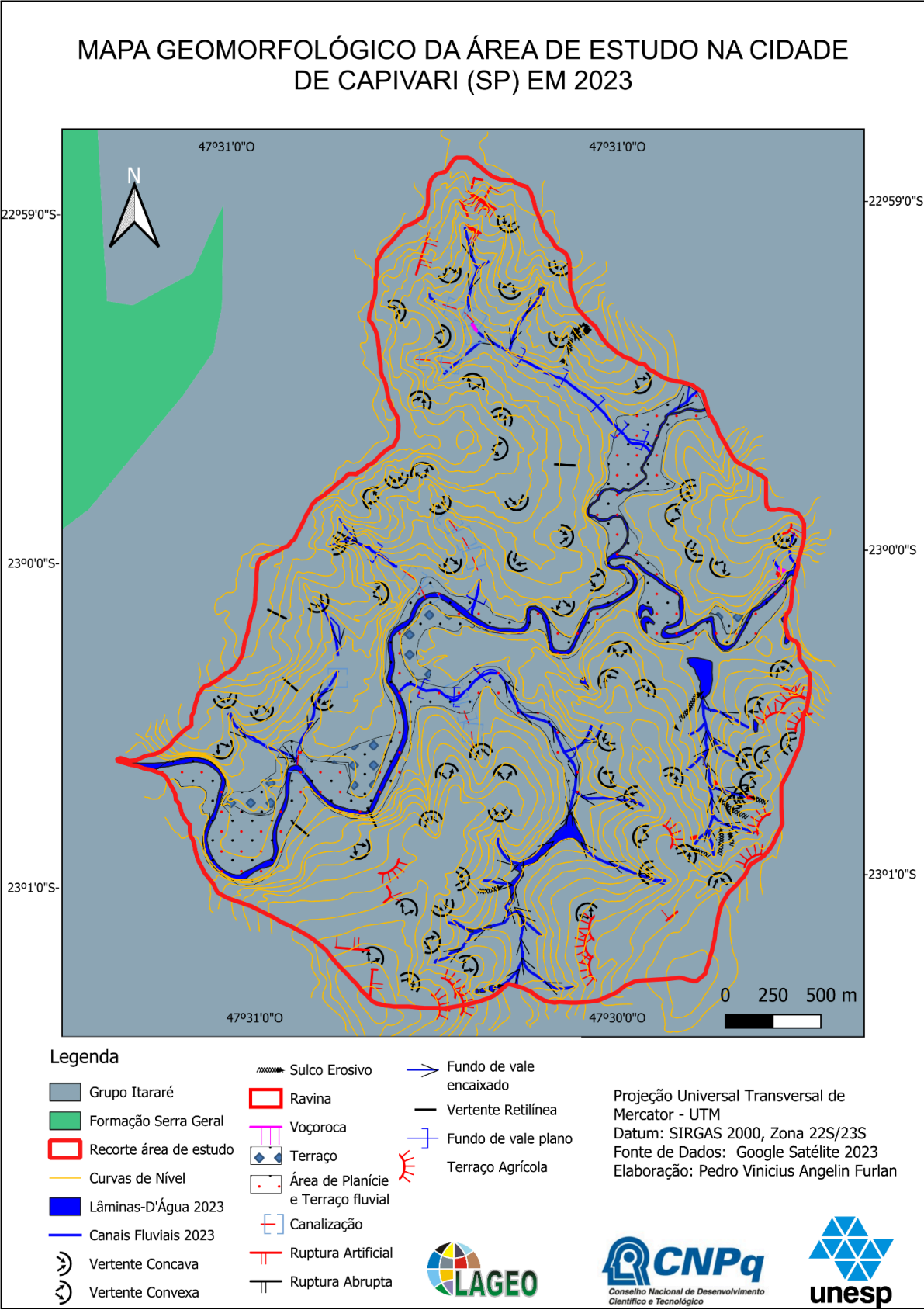
Os primeiros dados levantados foram acerca do mapeamento geomorfológico (Figura 3 e 4).

Figura 3. Mapa geomorfológico da área em 2010



Fonte: Emplasa, 2010. Elaboração: Autor, 2024

Figura 4. Mapa geomorfológico da área em 2023

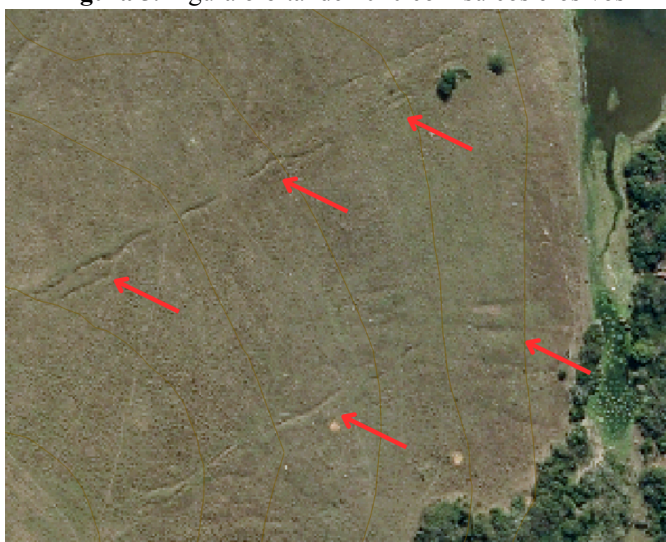


Fonte: Google Satélite, 2023. Elaboração: Autor, 2024

Os sulcos erosivos foram os primeiros dados quantificados; o cenário de 2010 trouxe um total de 27 feições, enquanto em 2023 apresentou a mesma quantidade, porém em locais distintos. Os sulcos foram identificados em área rural ou próxima a esta, e com uso da terra predominante sendo de pastagem e agricultura.

A pastagem sem um manejo adequado, diante da dinâmica de chuvas, prejudica a estabilidade dos solos. O peso dos animais e o mesmo caminho feito por estes repetidamente, causa uma excessiva compactação do solo e pequenas fragilidades no mesmo, fragilidade causada também devido à falta de vegetação nestes locais, fazendo com que as chuvas atinjam diretamente o solo, erodindo e levando o material com muito mais facilidade para as regiões baixas, causando os sulcos erosivos e consequentemente assoreando os canais mais próximos com a deposição destes sedimentos (Figura 5 e 6).

Figura 5. Figura orbital de 2010 com sulcos erosivos



Fonte: Emplasa 2010, Autor 2023

Figura 6. Figura orbital de 2023 com sulcos erosivos



Fonte: Google Satélite 2023, Autor 2023

A comparação entre as duas imagens dos anos de 2010 e 2023 respectivamente, mostram como os sulcos erosivos se apresentam dentro do cenário de pastagem e como são direcionados para o corpo hídrico mais próximo. Na ocasião os sulcos diminuíram consideravelmente devido um melhor manejo do solo por parte dos proprietários e um aumento pequeno de vegetação ao entorno.

A evolução dos sulcos erosivos dá origem às ravinas, as quais podem evoluir para voçorocas, sendo este o estágio final de erosão linear, fazendo com que ocorra o afloramento do lençol freático. Em 2010, a área de estudo em geral, possuía 5 ravinas, enquanto em 2023 o número diminuiu para 4, a única diferença foi uma ravina que se recuperou devido a presença de vegetação em seu entorno (Figura 7 e 8)

Figura 7. Imagem de satélite de 2010 com demarcação de uma ravina



Fonte: Emplasa 2010, Autor 2023

Figura 8. Imagem de satélite de 2023 com ravina recuperada



Fonte: Google Satélite 2023, Autor 2023

Em vermelho está destacado o contorno da Ravina, com alguns sulcos antecedendo-as no cenário de 2010, e depois a imagem do mesmo local em 2023 com a ravina recuperada.

No caso das voçorocas, a mudança quantitativamente obteve resultados melhores, mas na prática apresenta fatos contraditórios. Em 2010, o número era de 5 feições encontradas, no próximo, em 2023, passou a ser de 2. A questão é que das 3 que desapareceram, apenas uma teve de fato uma evolução positiva e desaparecimento da erosão, devido a preservação de entorno e recuperação de plantio de árvores.

Outro trecho que houve recuperação, é dentro do próprio corpo hídrico na região urbana, a voçoroca dentro do córrego Chiquinho-Quadros que era dividida em duas, uma antes da ponte e outra posterior a ela. Na figura 9, a voçoroca é caracterizada dentro do corpo hídrico devido seus grandes taludes e marcas de erosão.

Figura 9. Imagem de satélite de 2010 com voçoroca no interior de um canal.



Fonte: Emplasa 2010, Autor, 2024

Figura 10. Imagem de satélite de 2023 ainda com voçoroca.



Fonte: Google Satélite 2023, Autor, 2024

A última Voçoroca das 3 não houve recuperação, e sim, degradação e aterramento, a voçoroca estava localizada na cabeceira de uma nascente de água em uma região de pastagem

de gado no período de 2010. Já em 2023, no local da voçoroca foram realizados diversos cortes de terraplenagem e aterros para a construção de um novo loteamento, devido a uma necessidade urbana para o ramo imobiliário da cidade. Além da voçoroca ter sido soterrada, a pequena mata ciliar presente na área foi extinta.

Figura 11. Imagem de satélite de 2010 com voçoroca no centro da imagem.



Fonte: Emplasa 2010, Autor, 2024

Figura 12. Imagem de satélite de 2023 com loteamento



Fonte: Google Satélite 2023, Autor, 2024

Outra feição geomorfológica que apresentou resultados surpreendentes se refere às rupturas topográficas artificiais. Em 2010, a área de estudo apresentava 4 rupturas, sendo alguns cortes para instalação de empreendimentos, avenidas e rodovias. Mas com o aumento da especulação imobiliária para a construção de novos empreendimentos e casas, surgem inúmeros recortes e aterros pela cidade. Ao todo foram 5 novos loteamentos criados, elevando a quantidade de rupturas, passando de 4 em 2010 para 16 em 2023.

Esses recortes quebram a dinâmica do solo, devido sua mudança de energia e escoamento, aumentando a compactação do mesmo e susceptibilidade a eventos erosivos, já que o solo fica totalmente exposto por um grande período.

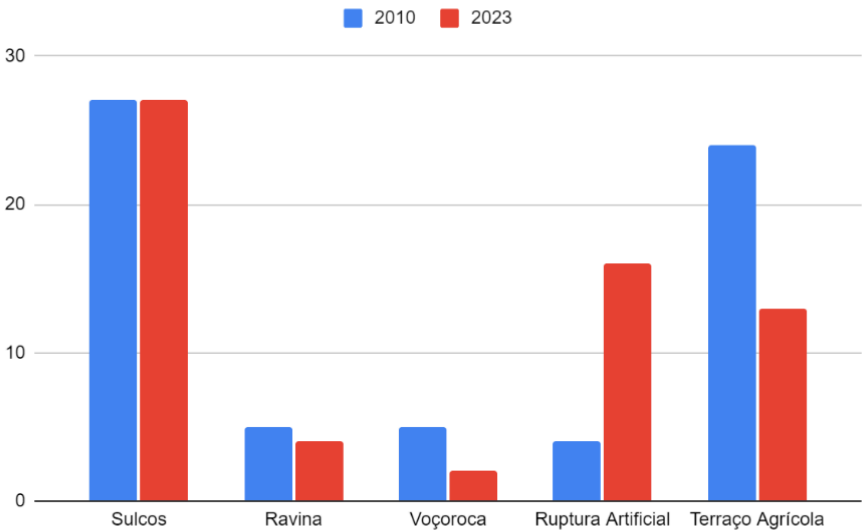
Finalizando as feições geomorfológicas em geral, os terraços agrícolas tinham 24 locais demarcados em 2010. Com a substituição de algumas culturas como a de cana de açúcar pela silvicultura, a alta taxa de crescimento de loteamentos e mesmo a falta de manutenção dos terraços agrícolas, há uma redução para 13 em 2023. A falta de manutenção dos terraços e da produção das culturas, causa a exposição dos solos às ações denudativas, levando a lixiviação e evolução de sulcos erosivos. A tabela 1 e a figura 13 sintetizam as informações quantitativas discutidas anteriormente.

Tabela 1. Tabela comparativa de feições geomorfológicas entre os anos de 2010 e 2024

Tipo	2010	2023
Sulcos	27	27
Ravina	5	4
Voçoroca	5	2
Ruptura Artificial	4	16
Terraço Agrícola	24	13

Fonte: Autor, 2024

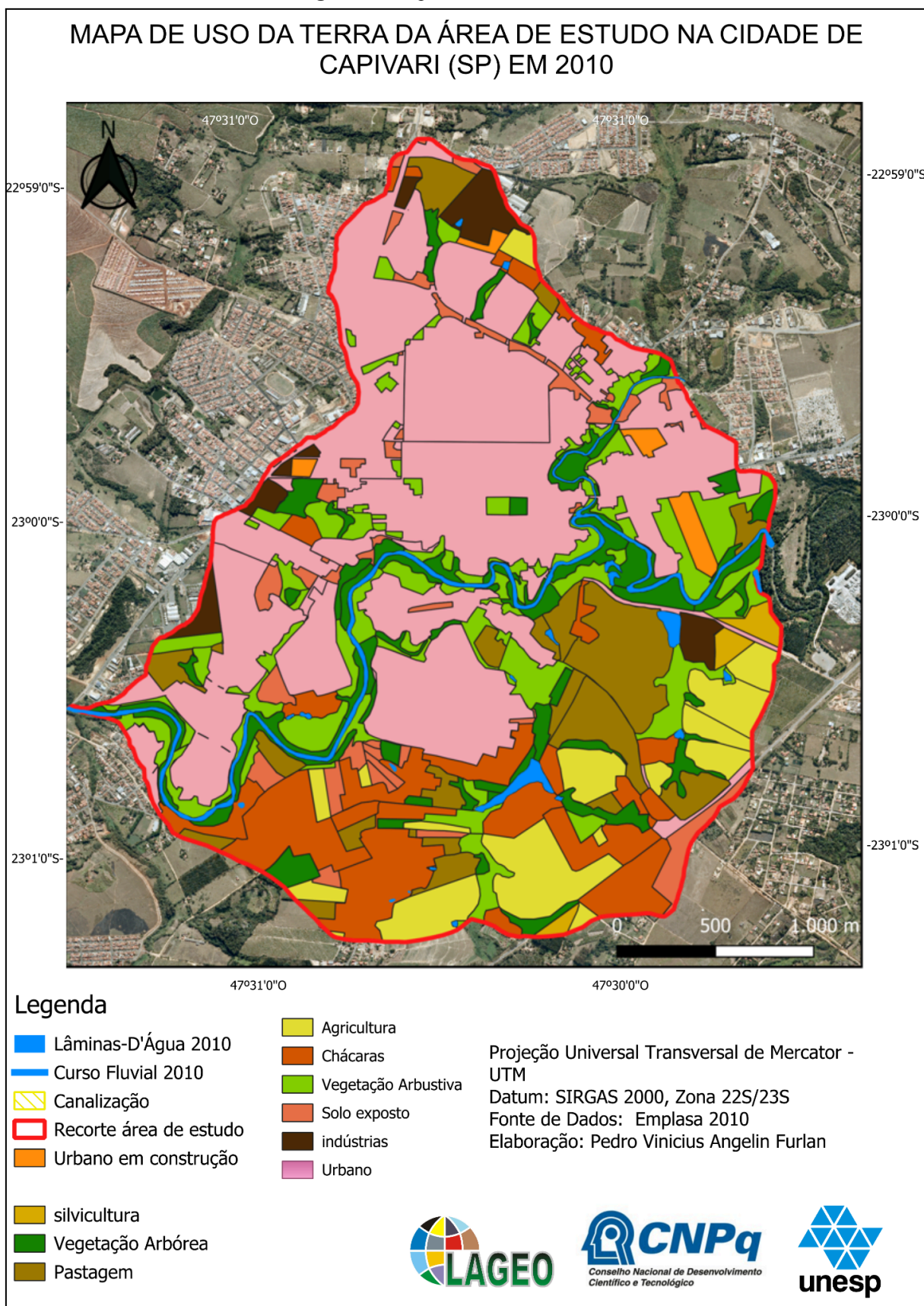
Figura 13. Gráfico de colunas com feições geomorfológicas



Fonte: Autor, 2024

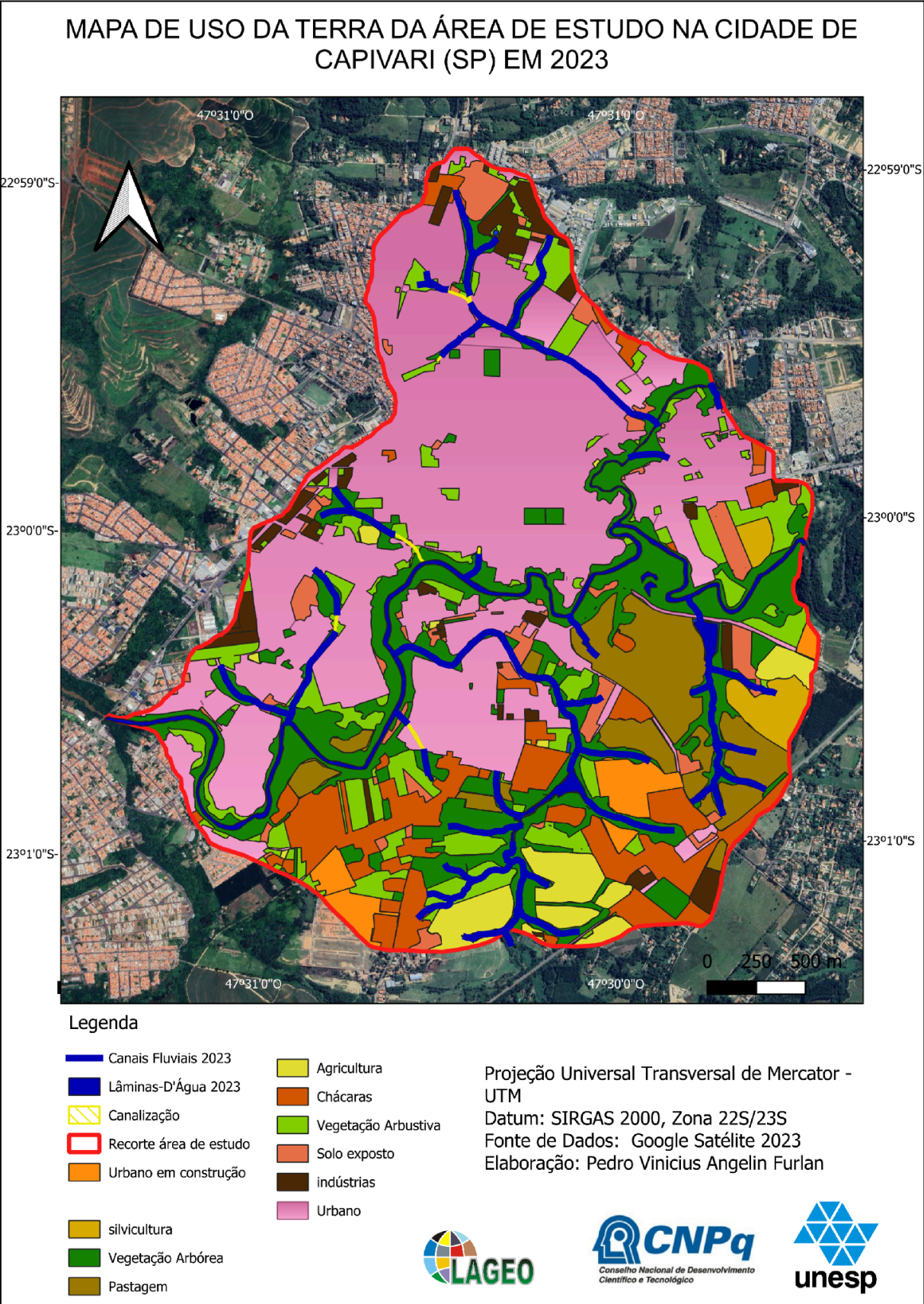
No mapeamento de uso da terra (Figura 14 e 15), entre os anos de 2010 e 2023, as áreas que apresentavam agricultura caíram de 0,605 km² para 0,458 km² (Figura 16). As regiões que diminuiram estão presentes na parte leste da área de estudo, na parte rural da cidade, perdendo espaço para pastagem, silvicultura e principalmente urbano em construção.

Figura 14. Mapa de uso da terra no ano de 2010



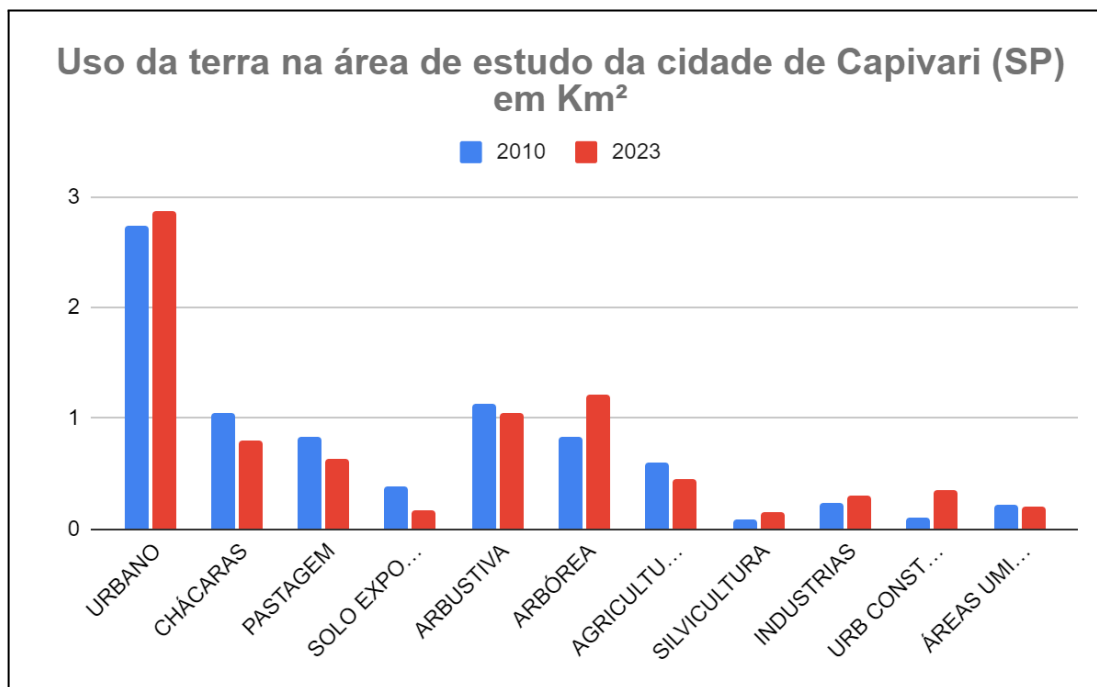
Fonte: Emplasa 2010, elaboração: Autor, 2023

Figura 15. Mapa de uso da terra 2023



Fonte: Google Satélite 2023, elaboração: Autor: 2023

Figura 16. Gráfico de comparação entre a área ocupada por cada classe de uso da terra entre os anos de 2010 e 2023 em km²



Fonte: Emplasa 2010 e Google Satélite 2023

A cultura predominante que é produzida no uso da agricultura é a cana-de-açúcar, influenciada pelas indústrias de açúcar na região e pelas condições de solo e clima. Partes dessa cultura está presente próxima a vários afluentes do Rio Capivari, como é possível ver na figura 17 em que há vários campos de plantio em proximidade de um curso hídrico na imagem de 2023. Em 2010, como é possível ver na imagem de uso da terra de 2010, as situações eram piores, com áreas de preservação menores do que em 2023.

Figura 17. Imagem de satélite com demarcações de áreas de plantio



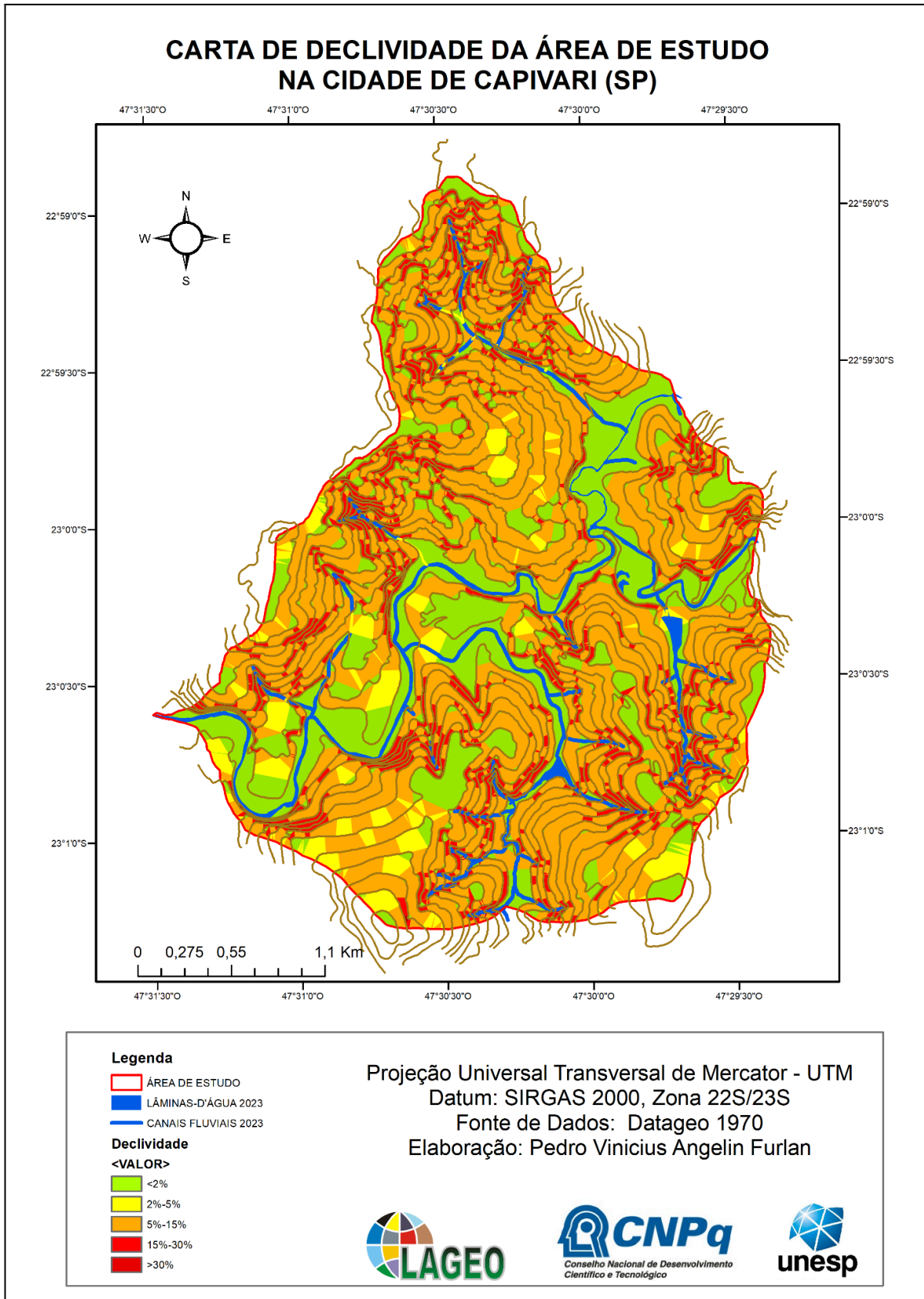
Fonte: Google satélite, 2023. Autor, 2023.

Os impactos ambientais causados pelo cultivo da cana-de-açúcar são significativos, mesmo quando há um manejo adequado das lavouras. A prática agrícola torna o solo suscetível à erosão e contribui para o aumento da carga de sedimentos nos rios, especialmente em períodos em que não há cobertura vegetal entre as safras. Nessas fases, o solo permanece exposto, facilitando a degradação das camadas superficiais e resultando na transferência de grandes quantidades de sedimentos para o leito dos rios e seus afluentes, comprometendo a qualidade da água e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Além disso, a topografia das áreas agrícolas desempenha um papel fundamental na suscetibilidade à erosão. Parte dos terrenos utilizados para o plantio de cana-de-açúcar encontra-se em declividades adequadas ao limite de mecanização agrícola, com inclinações variando entre 5% e 15%. No entanto, alguns trechos possuem declividades mais suaves, entre 2% e 5%, conforme indicado na Figura 18. Essas áreas de baixa declividade, embora mais propícias ao cultivo mecanizado, apresentam maior tendência à deposição de sedimentos, potencializando os riscos de assoreamento dos corpos d'água próximos.

A configuração do relevo e o tipo de manejo adotado afetam diretamente a estabilidade do solo e a dinâmica sedimentar. Nas áreas de maior inclinação, a erosão pode ocorrer de forma mais intensa, enquanto nas regiões de menor declividade, o acúmulo de sedimentos tende a ser mais concentrado. Esse processo evidencia a necessidade de práticas agrícolas mais eficientes para a contenção de sedimentos e a proteção dos recursos hídricos.

Figura 18. Carta de declividade da área de estudo na cidade de



Fonte: Datageo/IGC, 1970

A diminuição das áreas de cana-de-açúcar se deu pelo aumento da taxa de crescimento de produção de silvicultura na cidade, que funcionam como o plantio de árvores, propagadas como algo “sustentável” para a comercialização no mercado, sendo a principal espécie comercializada o eucalipto.

De 2010 para 2023, a área de silvicultura praticamente dobrou na região, passando de 0,079 km² para 0,148 km², ocupando duas áreas apenas, a leste da área de estudo. Uma próxima ao rio Capivari, em uma área de transição urbano para rural, área em que tem grande proximidade com o rio e que não é respeitada a área de preservação permanente. Como é possível ver na figura 19, a silvicultura fica ao lado de um novo loteamento, e se localiza com muita proximidade do Rio Capivari abaixo.

Figura 19. Imagem de satélite de 2023 identificando área de silvicultura



Fonte: Google satélite, 2023. Autor, 2023

A outra área fica em um local próxima a rodovia SP-101, as declividades se adequam a produção de madeira, com variações de 15% - 30%, o problema é a situação em que o plantio se colocou, já que nos mapeamentos feitos em 1970, no mesmo local havia uma cabeceira de afluente, que teve seu curso diminuído e desviado para que fosse feito seu barramento logo abaixo. Na figura 20, é possível ver onde antigamente passava o corpo hídrico em azul e que hoje está ocupado pela silvicultura. Essa situação ocorre nos 3 afluentes presentes na imagem, todos tiveram interferência antrópica advinda da silvicultura.

Figura 20. Imagem de satélite de 2023 identificando área de silvicultura e marcação de antigo canal fluvial



Fonte: Google satélite, 2023. Autor, 2023

As áreas de pastagem diminuíram relativamente no período de 2010 para 2023, dando espaço para novos loteamentos e chácaras. Os números passaram de 0,83 km² para 0,639 km², tendo uma diminuição de cerca de 0,2 km². Esses números refletem na quantidade de efeitos erosivos detectados na área, as formas mais graves como ravinas e voçorocas diminuíram pois estavam localizadas em áreas de pastagem, mas ainda os sulcos erosivos permanecem, sendo todos nas áreas remanescentes.

O urbano em construção que ganhou espaço de parte das pastagens, cresceu significativamente, passando de 0,097 km² para 0,356 km², cerca de um aumento de 267%. Vale ressaltar que dos 4 novos loteamentos identificados no ano de 2023, 3 são para condomínios fechados, mostrando uma discrepância de investimento imobiliário na cidade.

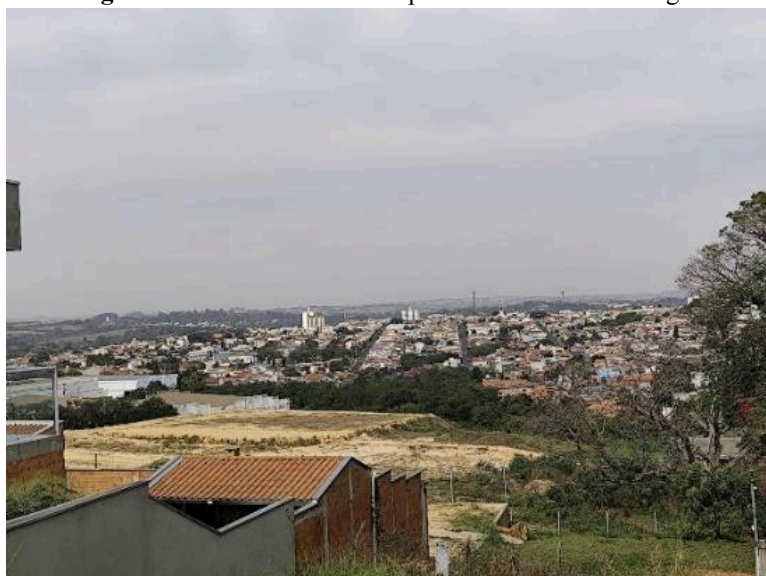
Na figura 21 e 22, é possível ver ao fundo o loteamento que foi construído em cima de uma nascente de água e uma voçoroca, localizado em um ponto alto da cidade.

Figura 21. Área de loteamento próximo a nascente de água



Fonte: Autor, julho de 2024

Figura 22. área de loteamento próximo a nascente de água



Fonte: Autor, julho de 2024

As chácaras tiveram uma leve diminuição de área, passando de 1,054 km² em 2010 para 0,805 km² em 2023. As chácaras são classificadas por apresentar uma boa relação e transição entre urbano e rural, então tem a presença de edificações, mas com uma alta área de infiltração e vegetação nas propriedades.

A concentração desse tipo de uso da terra fica exclusivo ao lado leste da área de estudo, próximo à Rodovia SP-101, longe do perímetro urbano de maior concentração de edificações. As chácaras de uma maneira geral, respeitam bem o limite de preservação de rios e afluentes..

As indústrias tiveram leve aumento, praticamente insignificante, sendo de 0,232 km² para 0,296 km², com um aumento de cerca de 27%, sem concentrações específicas na cidade, são muito bem espalhadas pelas áreas tanto rural como urbana, mas as indústrias com produção de material pesado, ficam localizadas em área rural e próximas ao rio, já que este serve como local de descarte de materiais.

O solo exposto teve uma importante redução de área entre os anos de 2010 e 2023, passou de 0,389 km² para 0,176 km² respectivamente; é importante a redução dessas áreas pois o solo exposto principalmente em uma cidade que sofre com inundações, é um sinônimo de baixa infiltração de água no solo e baixa proteção de canais de água.

A diminuição das áreas de solo exposto se deu pelo aumento de vegetação secundária no período, localizadas principalmente em regiões de APP (área de preservação permanente). A vegetação arbórea teve um aumento significativo, passando de 0,835 km² para 1,207 km², com aumento de cerca de 44%, aumento muito importante já que a tendência das cidades é que as árvores acabem perdendo cada vez mais o seu espaço. Essa mudança foi notória nos mapeamentos de 2010 e 2023, fruto de melhores políticas de reflorestamento na cidade.

A cidade passou por uma considerável recuperação de vegetação do rio Capivari, principalmente com a retirada de parte da população em planícies de inundação no começo da década de 2010. O bairro Jardim Moreto é um dos exemplos que está identificado nas figuras a seguir, a recuperação da faixa próxima ao rio Capivari é bem perceptível.

Figura 23. Imagem de satélite de 2010 com ocupação urbana



Fonte: Emplasa, 2010

Figura 24. Imagem de satélite de 2023 com recuperação de áreas



Fonte: Google Earth, 2023

Vale ressaltar que as mudanças de reflorestamento aconteceram principalmente no Rio Capivari, enquanto os afluentes que também são muito afetados pelas inundações, continuam muito degradados e pouco arborizados, tendo mudanças irrelevantes neste período.

A vegetação arbustiva teve uma leve diminuição, de 1,124 km² em 2010 para 1,054 km² em 2023; isso se deu principalmente pelo avanço da vegetação arbórea que acabou por “invadir” a vegetação de menor porte, apresentando mais resultados positivos do que negativos nessa diminuição de área. As áreas úmidas tiveram mudanças praticamente irrelevantes, os números passaram de 0,212 km² para 0,205 km².

Ainda, o uso da terra urbano possuía uma área de 2,743 km² e passou a ter 2,873 km², um leve aumento no intervalo de 13 anos. Os números enganam, já que a maioria dos loteamentos e condomínios começam a ser construídos próximos de 2022/2023. A tendência é que este número cresça consideravelmente nos próximos anos, principalmente na zona leste da área de estudo.

Na área de estudo, o urbano distribui-se por significativa porção da área de estudo, menos a área leste, onde domina o ambiente rural. O urbano é caracterizado na área central e norte por uma urbanização pouco densa, com casas e prédios espaçados, sem muita concentração, com algumas áreas verdes espalhadas pela cidade. Na zona Sul, tem a concentração de um urbano um pouco mais denso, com algumas propriedades irregulares e maior concentração de casas em um espaço menor (Figura 25).

Figura 25. Concentração densa de casas no bairro Moreto.



Fonte: Google Satélite, 2023

Na área central e oeste, é possível notar condições topográficas que indicam possíveis antigos canais, mesmo que estes não tenham sido mapeados nos anos 1970. Por conta disso, há um número de canalizações que desviam a água diretamente para o Rio Capivari e seus afluentes (Figura 26).

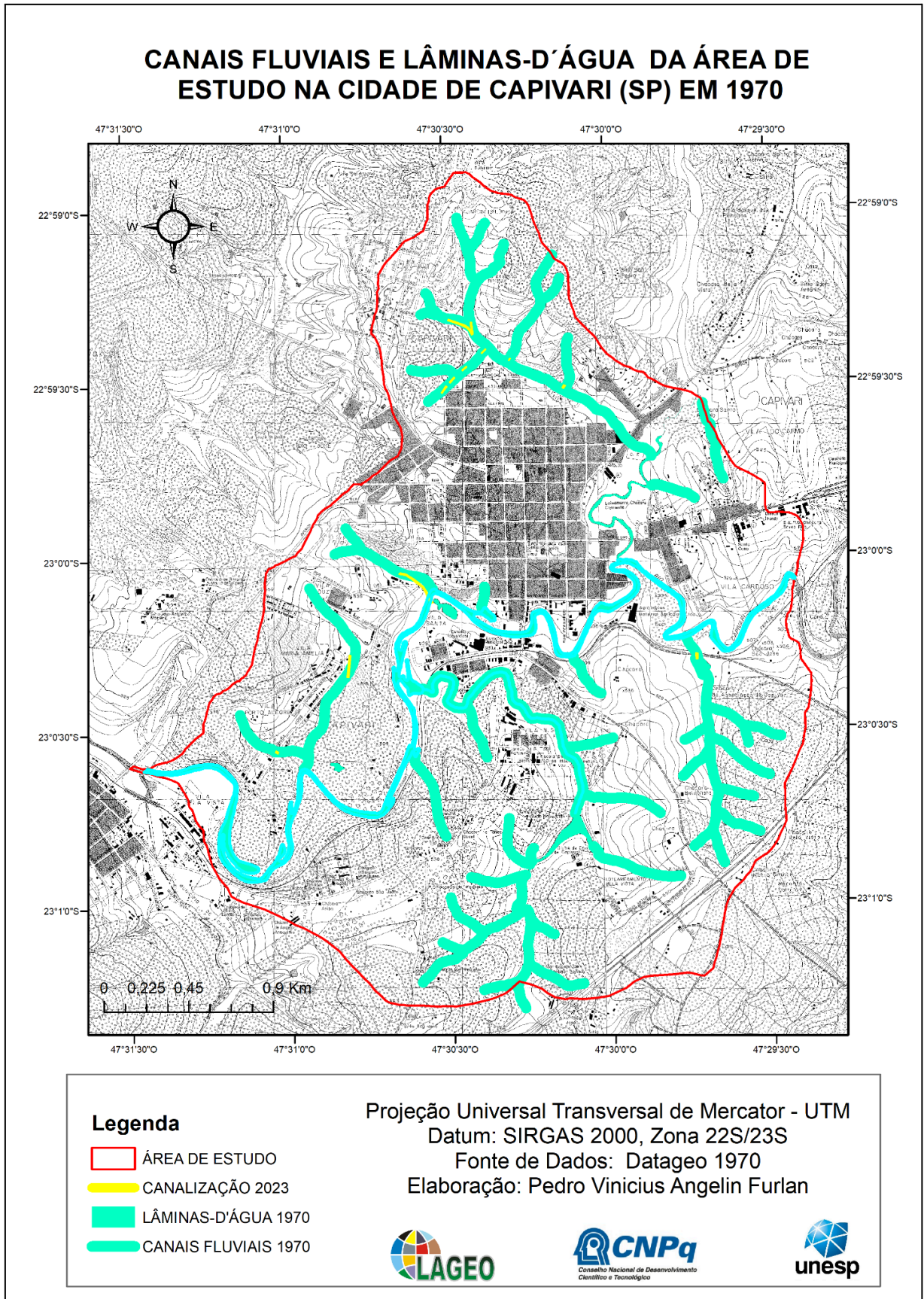
Figura 26. Presença de antigo vale em meio a cenário urbano



Fonte: Street View, 2023

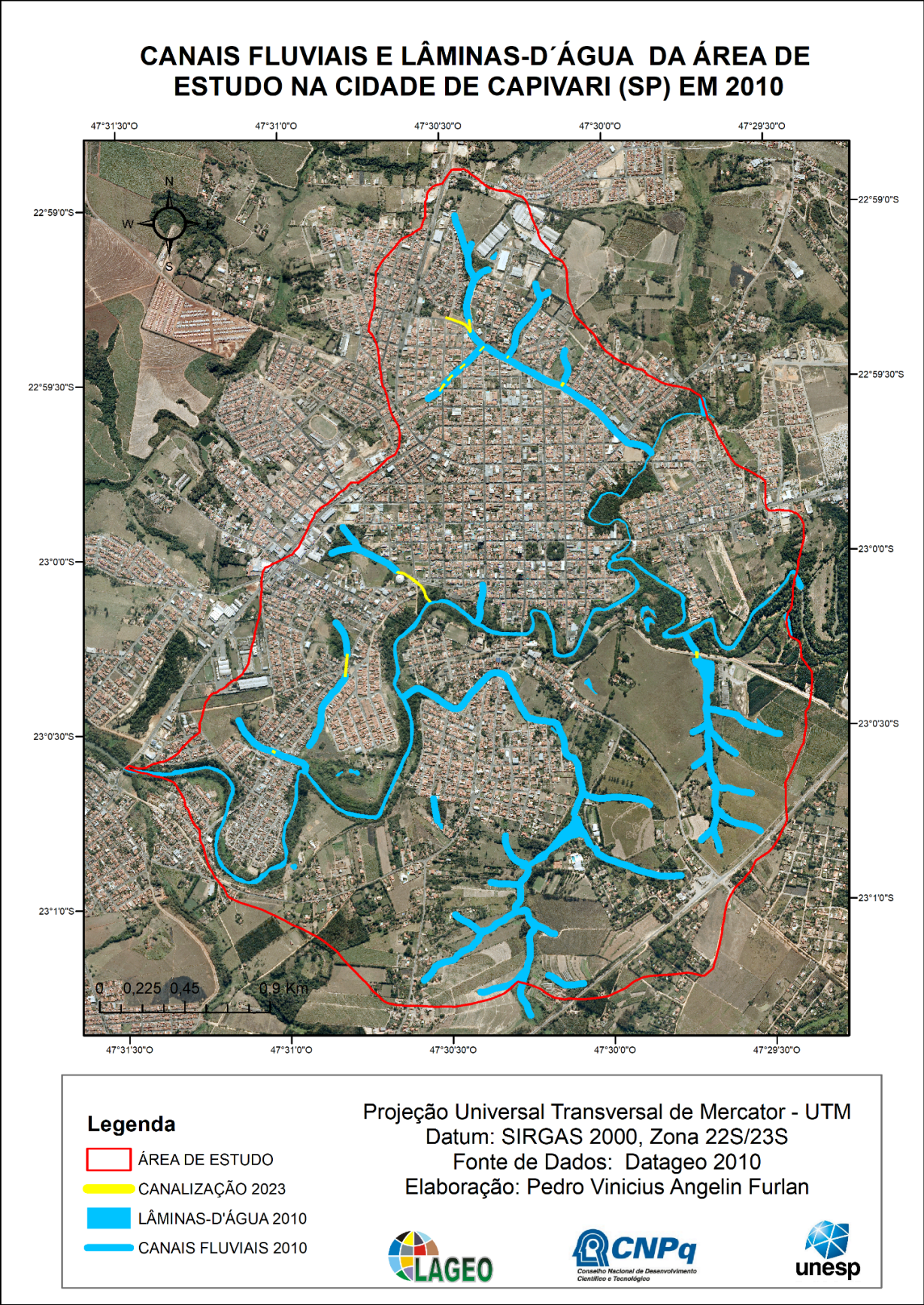
O mapeamento de Hidrografia nos anos de 1970, 2010 e 2023 foram fundamentais para entender a mudança dos cursos hídricos e suas localizações em novas áreas urbanas. As figuras 27, 28, 29 e 30 mostram a comparação entre os anos que servirá de base para discussão específica em cada região de estudo. Além disso, apresenta-se a figura 31 com o mapeamento da divisão das regiões, que foi produzido através das bacias e sub-bacias da área de estudo, e a figura 32 com o mapa de áreas de inundações na cidade.

Figura 27. Mapa de drenagem na área de estudo no ano de 1970



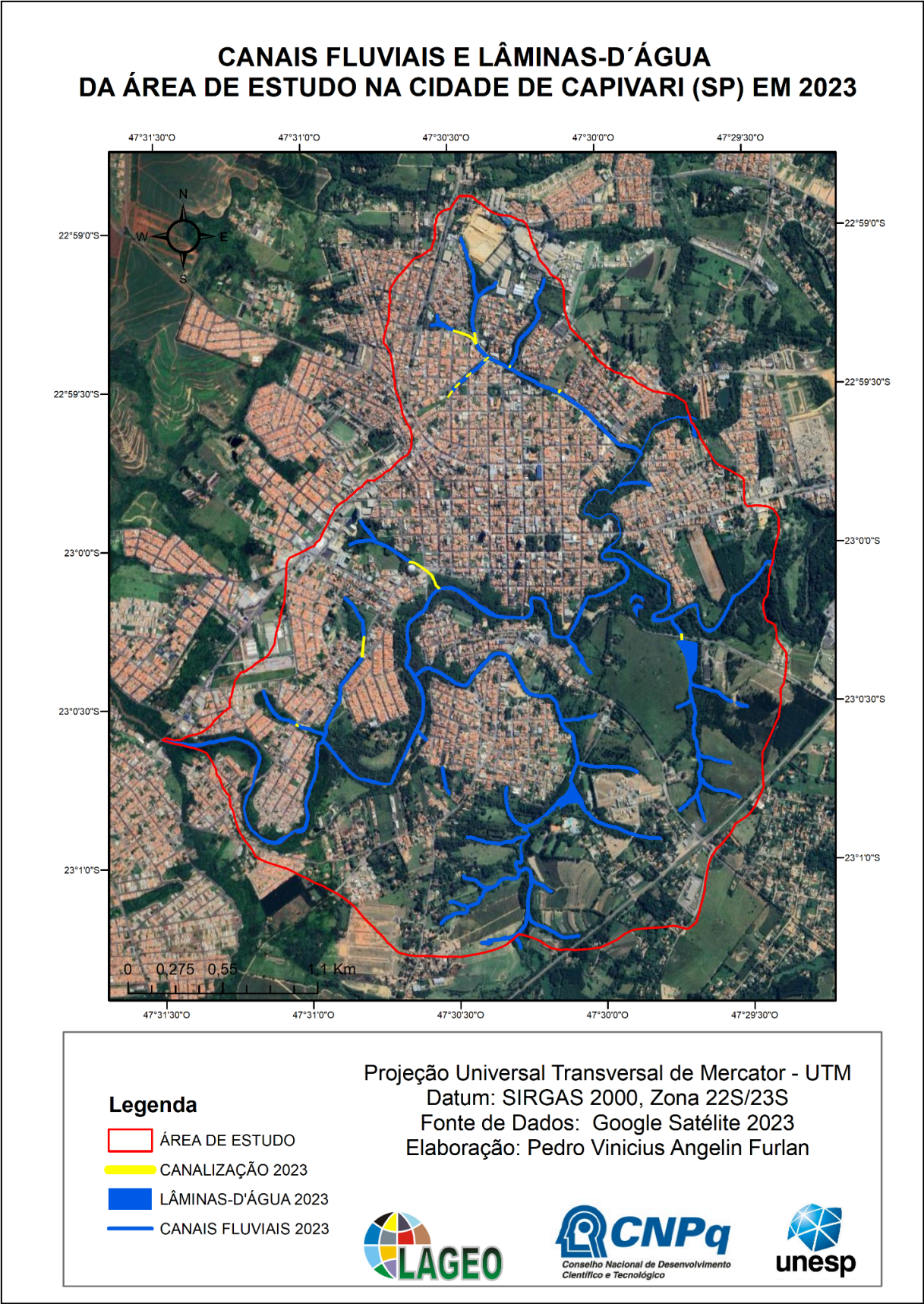
Fonte: Datageo/IGC, 1970, elaboração: Autor, 2023

Figura 28. Mapa de drenagem na área de estudo no ano de 201



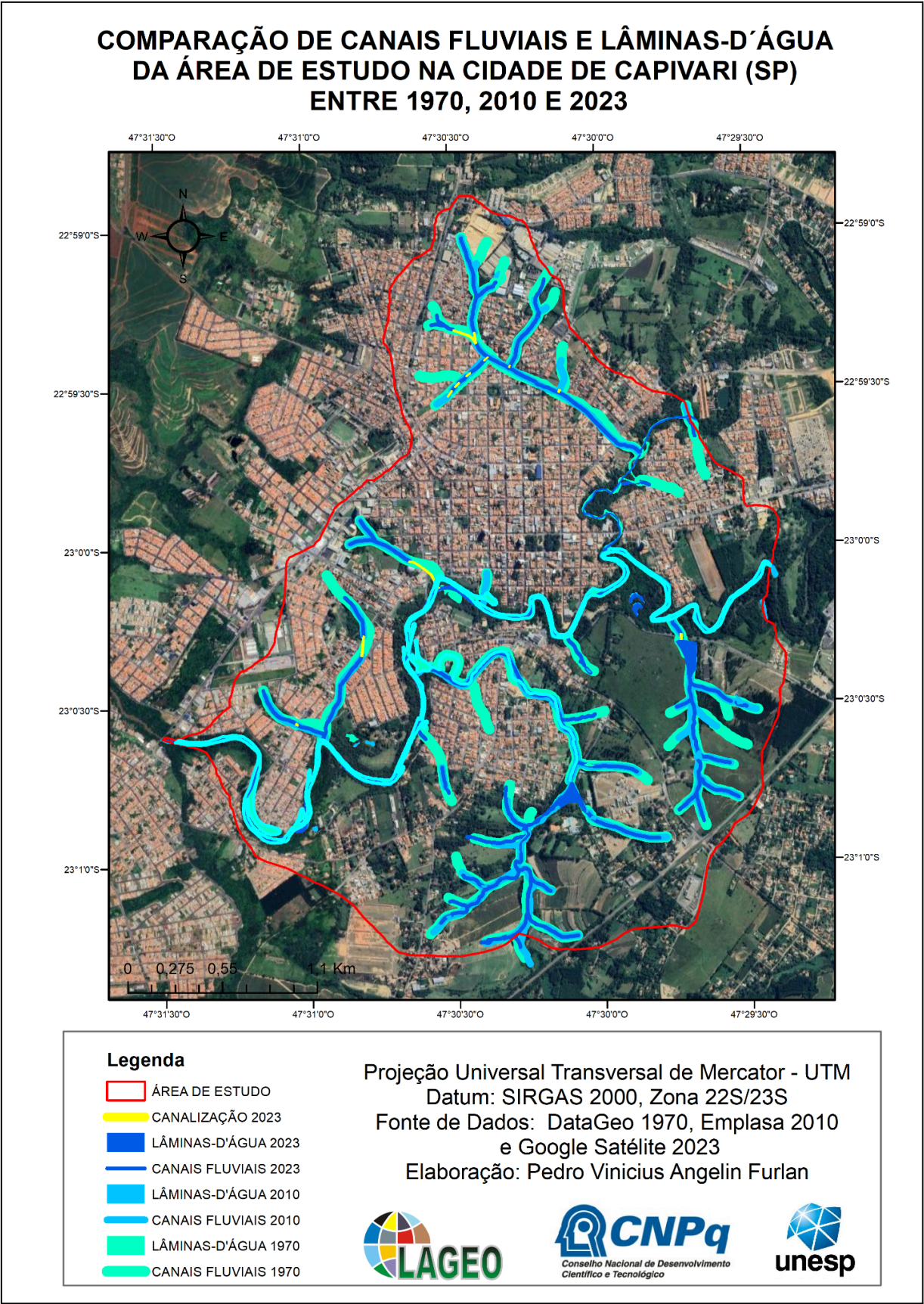
Fonte: Emplasa, 2010, elaboração: Autor, 2023

Figura 29. Mapa de drenagem na área de estudo no ano de 2023



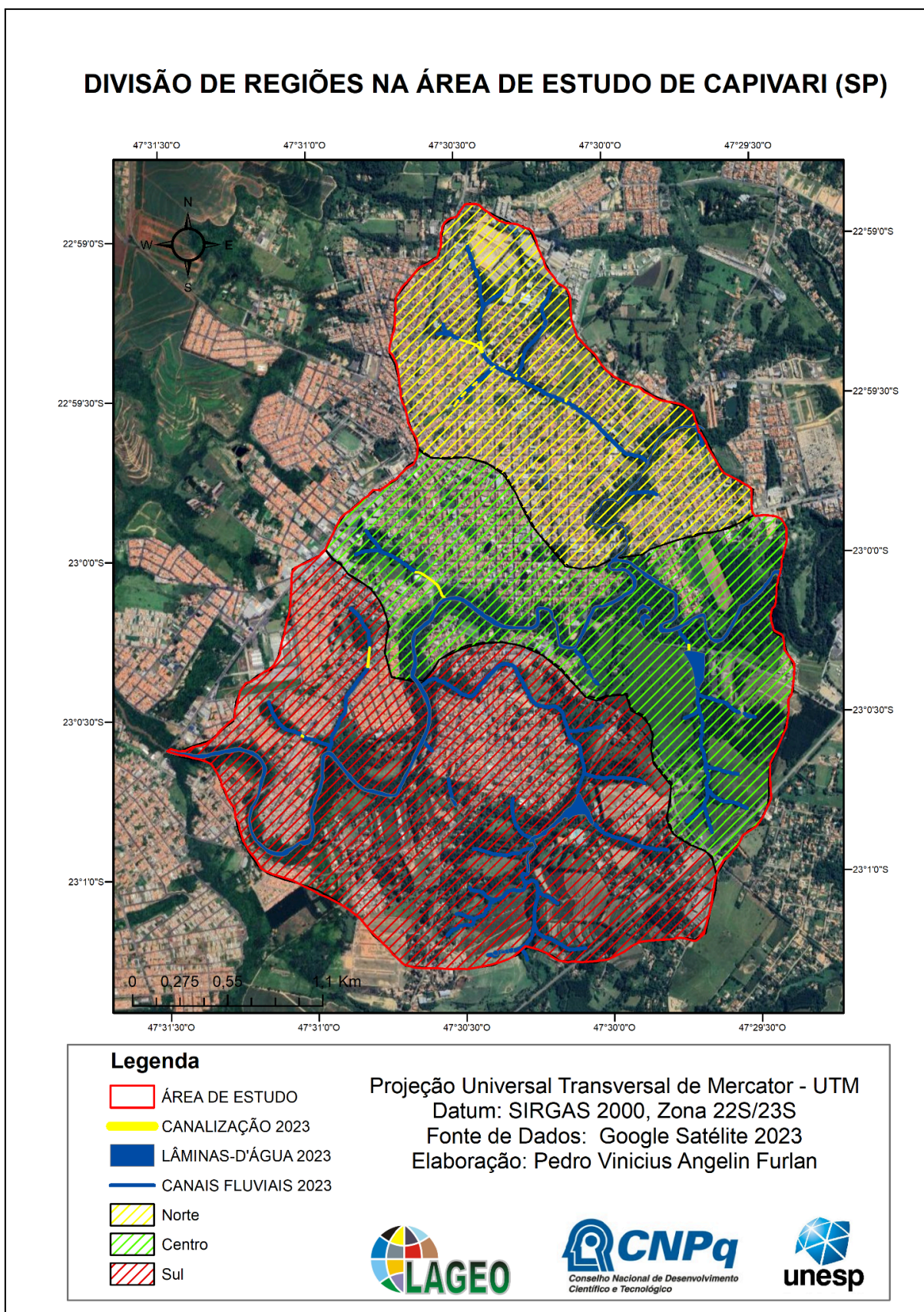
Fonte: Google Satélite, 2023, elaboração: Autor, 2023

Figura 30. Mapa de comparação de drenagem entre os anos de 1970, 2010 e 2023



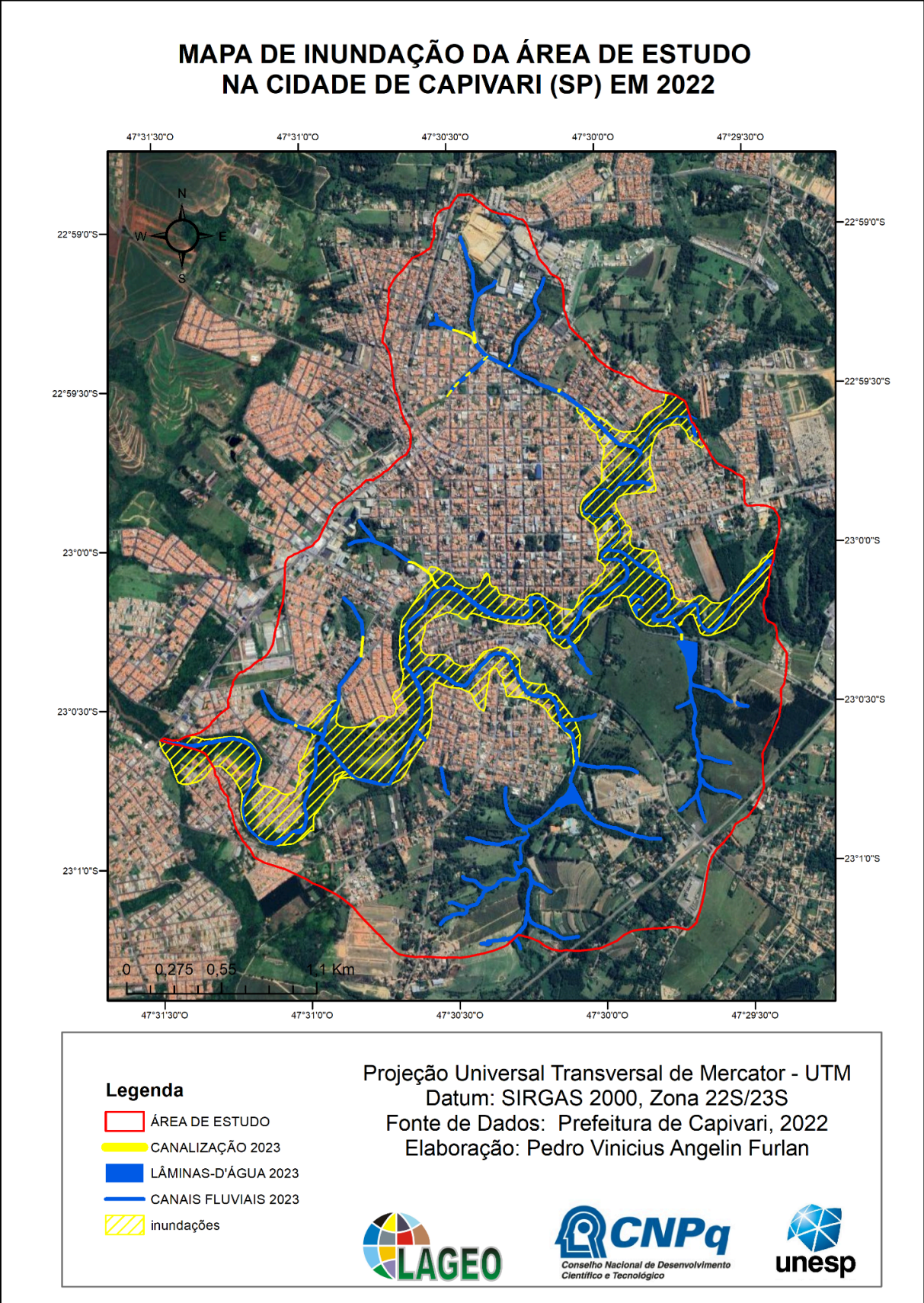
Fonte: Datageo, 1970, Emplasa 2010 e Google Satélite 2023

Figura 31. Mapa de regiões de estudo de inundações na área estudada em Capivari (SP)



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 32. Mapa de áreas de inundação na área de estudo, (2022).



Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022. Elaboração: Autor, 2024

Visando detalhar as informações obtidas, decidiu-se apresentar uma análise dos dados por setores, divididos em: Norte, Centro e Sul.

6.1 Região Norte

A região Norte da área de estudo não compreende o Rio principal da bacia, e sim as drenagens do córrego Chiquinho-Quadros e Ribeirão Santa Cruz, afluentes da margem direita do rio Capivari. A região se caracteriza por uma ocupação urbana pouco concentrada, com casas bem espaçadas e loteamentos de grandes proporções, além de possuir algumas indústrias e propriedades rurais ao norte.

Na questão hidrográfica, houve uma diminuição na rede de drenagem ao passar dos anos de 1970 até 2023, isso se deu pelo avanço da ocupação urbana nesta região valorizada economicamente, resultando no desaparecimento de algumas drenagens e retraimento de outras, como é possível ver nas figuras 27, 28, 29 e 30

A figura 33 mostra a mesma região, mas com escala de mais detalhe, mostrando com maior visibilidade a região de cabeceira das principais drenagens que deságuam no Córrego Chiquinho-Quadros.

Figura 33. Mapa de comparação hidrográfica entre os anos de 1970, 2010 e 2023

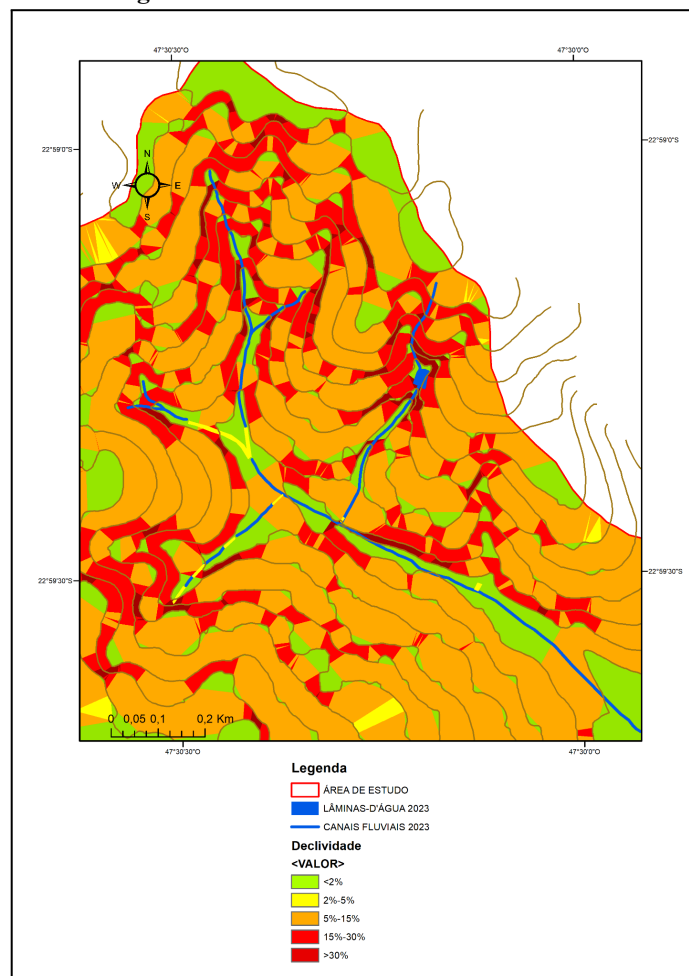


Fonte: Datageo 1970, Emplasa 2010 e Google Earth 2023, Elaboração: Autor, 2024.

Na comparação entre os anos, sendo o azul mais claro para 1970 e o mais escuro para 2023, dos 10 canais que existiam em 1970, todos tiveram algum tipo de modificação: 4 hoje não existem mais em superfície devido o assentamento urbano sobre estas áreas, enquanto apenas 1 dos 10 manteve sua formação original.

Houve ainda duas canalizações nesta região, ligando duas drenagens ao córrego principal Chiquinho-Quadros. O alto curso do córrego não apresenta sintomas de inundações em sua história, apenas algumas cheias sem extravasamento do canal, isso se dá pela presença de um fundo de vale encaixado e uma declividade com níveis mais altos entre 2% - 15%.

Figura 34. Carta de declividade da área norte



Fonte: Datageo, 1970

O córrego Chiquinho-Quadros vem sendo constantemente degradado entre os anos de 2010 e 2023, ocorrendo situações de estreitamento das margens ocasionadas tanto pela avenida que passa em sua margem esquerda quanto com a proximidade de casas na margem direita. Esse estreitamento vem acompanhado de uma baixa presença de árvores e área de APP (área de preservação permanente) (Figura 35).

Figura 35. Fotografia de canal na região norte da cidade



Fonte: Autor, 2024

Figura 36. Fotografia de canal na região norte da cidade



Fonte: Autor, 2024

Nas figuras, é possível ver a proximidade do canal com a avenida e em alguns trechos a inexistência de arborização ciliar; as poucas árvores presentes fazem parte de uma vegetação secundária e pouco eficiente. O assoreamento do canal é retratado de maneira que não é possível enxergar seu fundo e a água, a alta carga de materiais e sedimentos depositados provocam este desequilíbrio na dinâmica do córrego. Os sedimentos provenientes de uso antrópico, podem ser observados na figura 38.

Na figura a seguir, é identificada a saída de drenagem das duas canalizações existentes neste trecho da bacia. Há um grande desnível entre a saída de drenagem e o nível de base do canal, essa diferença causa um desequilíbrio antrópico devido a diferença de energia imposta pela nova drenagem. O resultado disso são sinais de erosão fluvial e a consequente deposição de sedimentos, causando o chamado assoreamento.

Figura 37. Fotografia de saída de canalização no córrego Chiquinho Quadros



Fonte: Autor, 2024

Figura 38. Fotografia de degradação na margem do canal Chiquinho Quadro



Fonte: Autor, 2024

A falta de proteção refletida pela ausência de mata ciliar pode vir a ocasionar sinais erosivos de borda de rio, o solapamento, isso pode ser observado em diversos locais ao longo da extensão do Córrego Chiquinho-Quadros. Esse tipo de erosão de margem introduz mais sedimentos para dentro do canal, agravando as condições de assoreamento (Figura 39 e 40).

Figuras 39 e 40. Sinais de solapamento córrego Chiquinho-Quadros



Fonte: Autor, 2024

Na figura 40, é notável o desequilíbrio do corpo hídrico que está sempre em movimento, na parte baixa do córrego em sua margem direita, foi depositado dentro do canal enorme quantidade de areia pelo homem, em uma medida de tentar conter erosões neste lado da margem. O resultado ocorrido do lado oposto foi um aumento de erosão por solapamento que antes não existia, justamente onde está localizada a avenida.

Figura 41. Locais de maior incidência de inundação na região norte



Fonte: Google Satélite, 2023. Elaboração: Autor, 2024

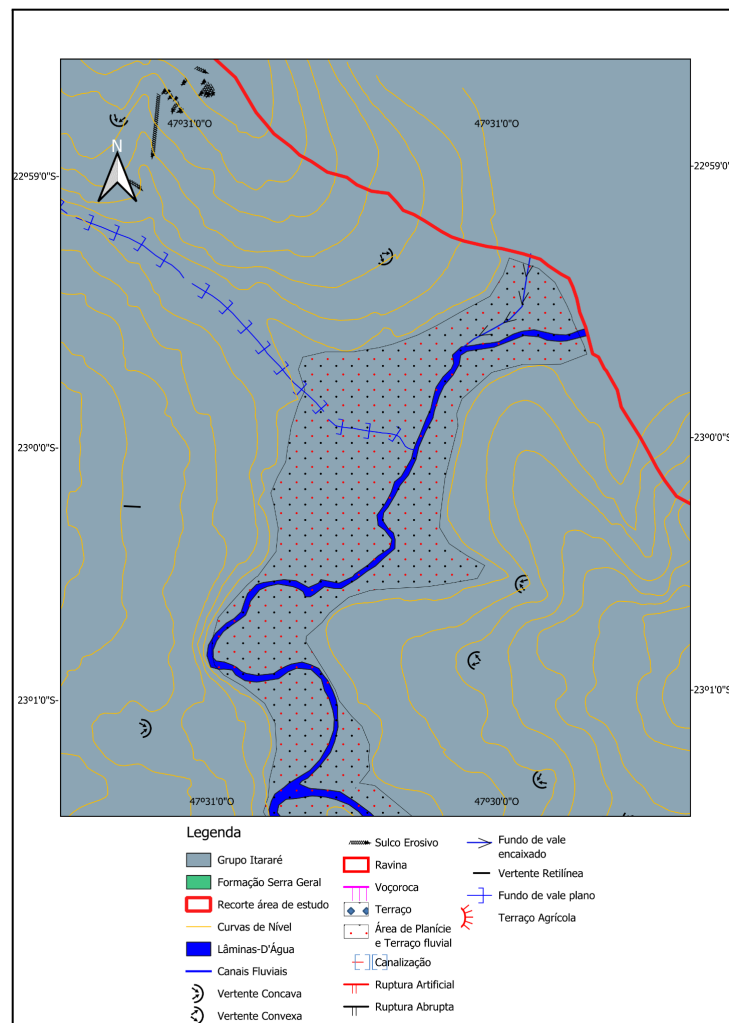
Os dois pontos em destaque na figura 41, mostram as regiões da área Norte que mais são afetadas pelas inundações, a mais ao norte denominada popularmente de “Campo do Juventus” e a segunda pelo trecho da rua Bento Dias (Posto Shell).

A primeira área identifica os problemas na junção entre o córrego Chiquinho-Quadros e o Ribeirão Santa Cruz, a confluência entre os dois canais cria uma grande planície de

inundação (área de planície e terraço fluvial), identificada pelo mapa geomorfológico de 2023, que pode ser explicada além da confluência, pelo fundo de vale plano a partir do meio médio curso do córrego e uma declividade que fica abaixo de 2% em todo este local, índice classificado por Tricart (1977) como áreas suscetíveis a inundações.

Tanto a declividade quanto a planície de inundação (área de planície e terraço fluvial) se confirmam e acompanham o mesmo desenho da curva de nível mais baixa da região, como mostram as figuras 42.

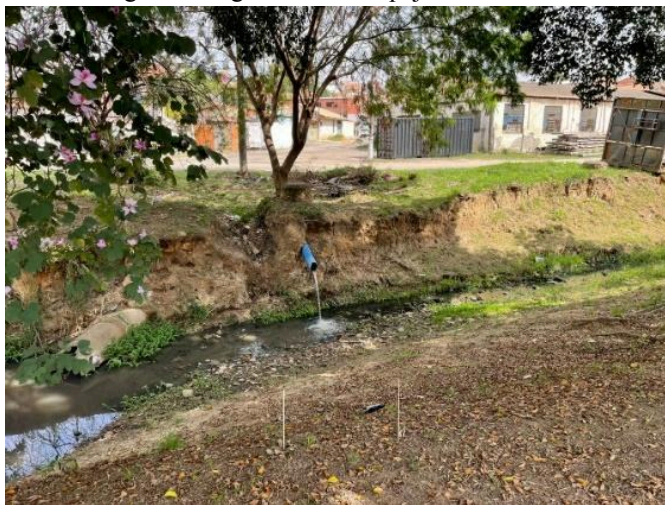
Figura 42. Trecho do mapa geomorfológico da área de confluência do Chiquinho-Quadros com Ribeirão Santa-Cruz



Fonte: Google Satélite, 2023. Elaboração: Autor, 2023

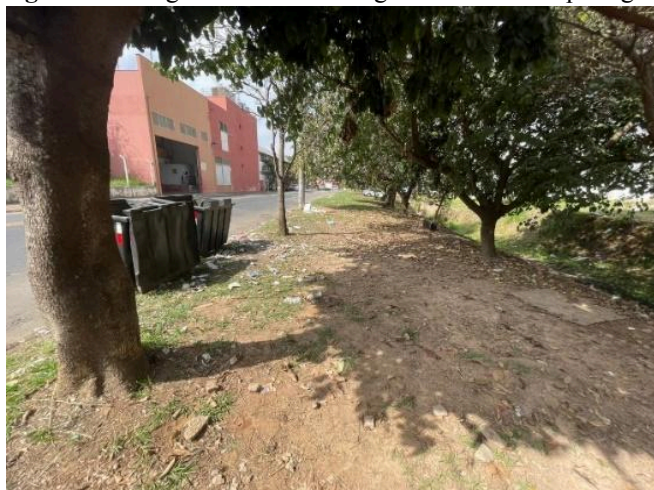
Naturalmente a área já é pré-determinada para receber uma carga maior de água e haver inundações, mas o uso da terra feito de maneira invasiva e a baixa taxa de vegetação aumentam a probabilidade para tal evento. O córrego Chiquinho-Quadros antes de chegar no ribeirão Santa Cruz, tem uma proximidade muito grande com empresas e casas, além de ter um pequeno trecho em canalização aberta (Figura 43 e 44).

Figura 43. Imagem de esgoto sendo despejado diretamente em córrego



Fonte: Autor, julho de 2024

Figura 44. Imagem de área de margem com solo desprotegido



Fonte: Autor, julho de 2024

O solo chega a estar muitas vezes exposto, sem nenhuma vegetação arbustiva. Na figura 44, é possível identificar a exposição do solo sem nenhum tipo de vegetação arbustiva, além da quantidade de lixo presente próximo ao córrego, com a instalação de lixeiras nestes locais.

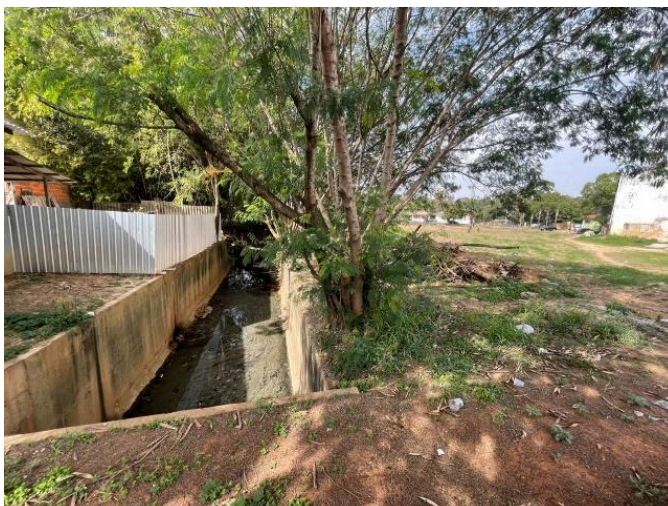
Nas figuras a seguir, é mostrado o pequeno trecho de canalização que chega até o ribeirão Santa Cruz; há a presença de casas com cerca de menos de 1 metro do canal, com marcas de inundação na parte baixa da casa. Ao fundo, no canto direito da figura 46, está o campo de inundação do Juventus que não é ocupado em sua totalidade, mas em alguns trechos ao redor.

Figura 45. Casa próxima a canal canalizado



Fonte: Autor, julho de 2024

Figura 46. Campo de inundação do Juventus



Fonte: Autor, julho de 2024

Por fim, a principal área de inundação da região Norte é a confluência entre o córrego Chiquinho-Quadros e o Ribeirão Santa Cruz, formando uma extensa planície de inundação que é ocupada em sua maior parte por uso urbano. A figura a seguir mostra qual o tamanho real da planície e até onde as águas podem chegar nessa região de acordo com o mapa de inundação.

Figura 47. Mapa de inundação do campo do Juventus na região Norte



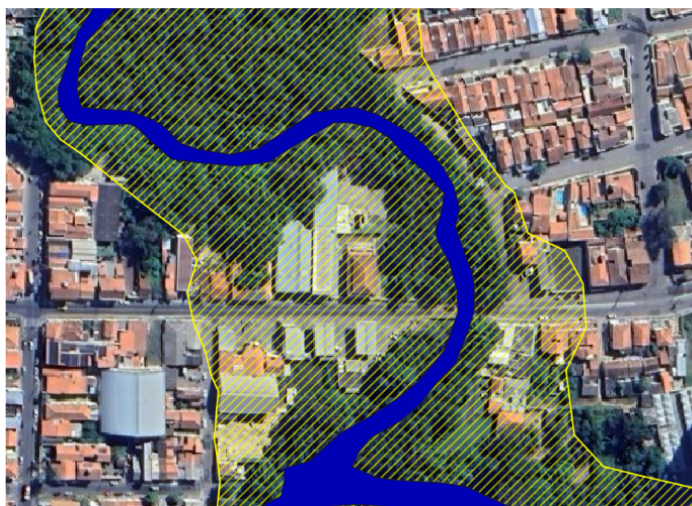
Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022

A segunda área da região Norte que sofre com as inundações, não faz parte de nenhum sistema isolado, mas sim de uma ocupação de várzea. Seguindo o Ribeirão Santa Cruz adiante e passando pela grande planície aluvial do Juventus, o canal passa a ser mais bem preservado entre os anos, mantendo boa conservação de mata ciliar, mesmo sendo vegetação secundária.

Esse cenário muda quando o Ribeirão chega na região da Rua Bento Dias, passando de um cenário de pouca ocupação para uma extensão do urbano e baixa concentração de vegetação permanente. A área de planície aluvial aumenta, mas a taxa de preservação diminui com o avanço de comércio e construção de uma ponte.

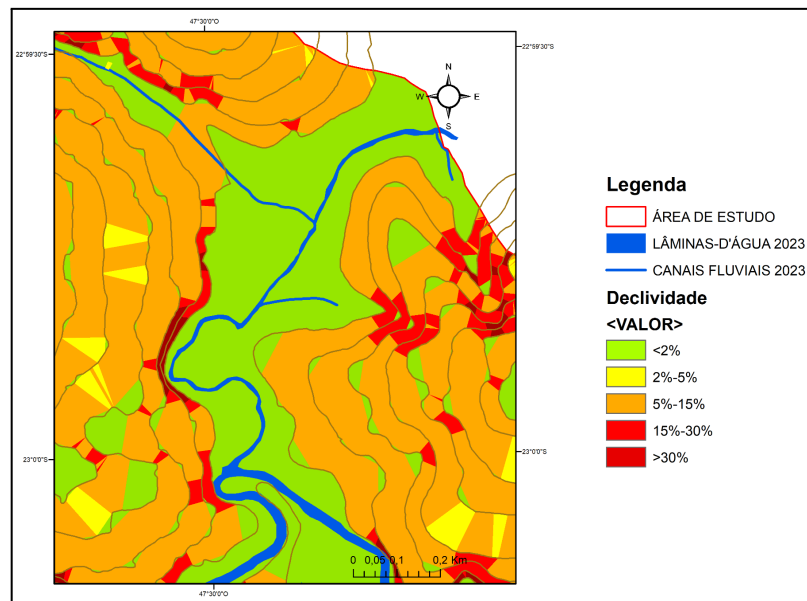
Na figura 48, é delimitada a área de inundação desta região que está localizada em uma extensa área de planície aluvial, que pode ser identificada tanto pelo mapeamento geomorfológico da figura 42, quanto pelo mapeamento de declividade na figura 49, identificada como uma região com menos de 2%.

Figura 48. Mapa de inundação da área da rua Bento Dias



Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022

Figura 49. Mapeamento de declividade do campo do Juventus e Rua Bento Dias



Fonte: Datageo, 1970. Elaboração: Autor, 2024

Após as intensas chuvas de 2022, foi realizado o desassoreamento de alguns córregos e do rio Capivari em alguns pontos de sua extensão. As obras começaram a partir do fim de 2023 e estão com previsão para término no fim de 2024.

A área do posto Shell foi uma das primeiras a serem desassoreadas, as obras contaram com a retirada de material de dentro do canal e alargamento nas margens, para isso foi necessária a retirada da vegetação ciliar em vários pontos para que o maquinário pesado chegasse o mais próximo possível do rio.

Figura 50. Área do Ribeirão Santa Cruz com marcas de cheia



Fonte: Google Street View, março, 2024

A figura 50 mostra o Ribeirão em março de 2024, em um período recente de realização das obras de desassoreamento e com uma relativa quantidade de água no canal devido às chuvas na época. A área onde está concentrada a água, é onde antes era o leito

principal do rio; com as obras, a largura praticamente dobrou de uma margem a outra, mas a água permaneceu concentrada no leito principal do rio.

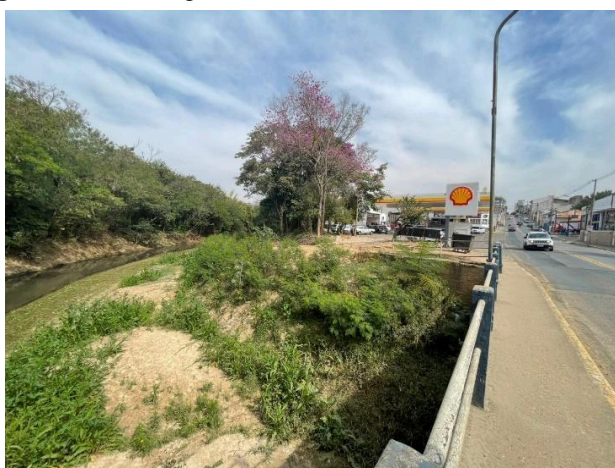
Figura 51. Imagem do Ribeirão Santa Cruz



Fonte: Autor, julho, 2024

A figura 51, fotografada em 26 de julho de 2024, mostra como houve intensa deposição na margem direita do rio e à esquerda da foto. Bancos de areia se formaram e configuraram um leito de rio próximo de como era antigamente, com a deposição natural de sedimentos feito pelo próprio rio.

Figura 52. Área da ponta da rua Bento Dias sobre o Ribeirão Santa Cruz



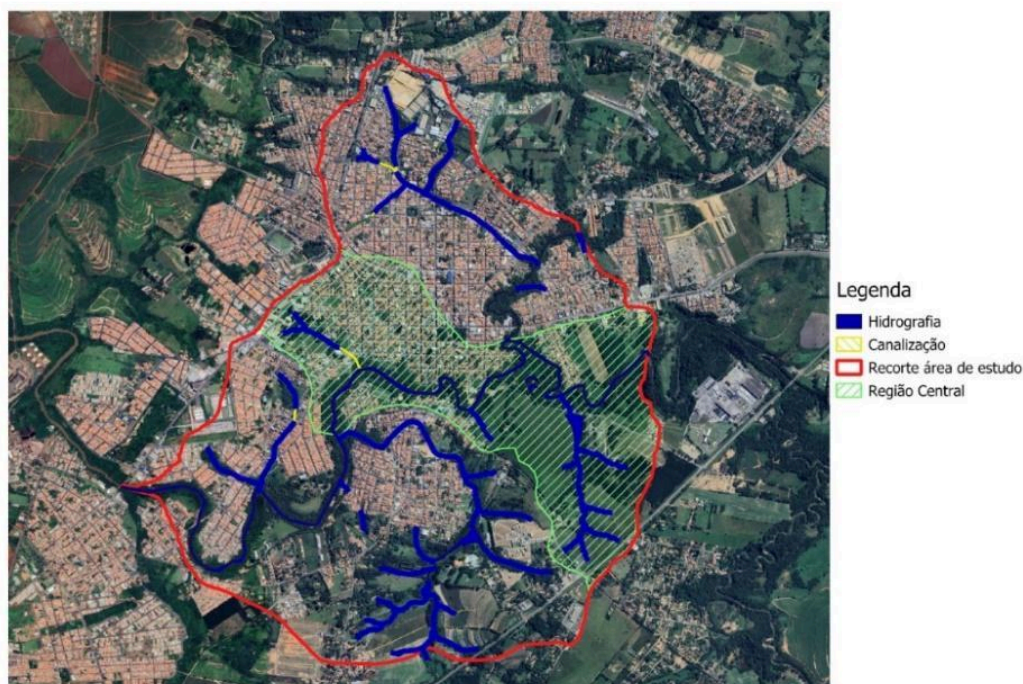
Fonte: Autor, julho, 2024

Na foto após a ponte (Figura 52), há a identificação de presença do urbano muito próximo ao rio, e próximo deste posto de combustível tem um grande banco de areia que se instalou após as obras de desassoreamento. Em ambas as imagens, a presença de vegetação na margem direita do rio, onde foram feitas as obras, é praticamente inexistente; esse efeito relacionado com as chuvas, aumenta o nível de deposição dos materiais dentro do canal, além de diminuir os níveis de infiltração da água.

6.2 Centro

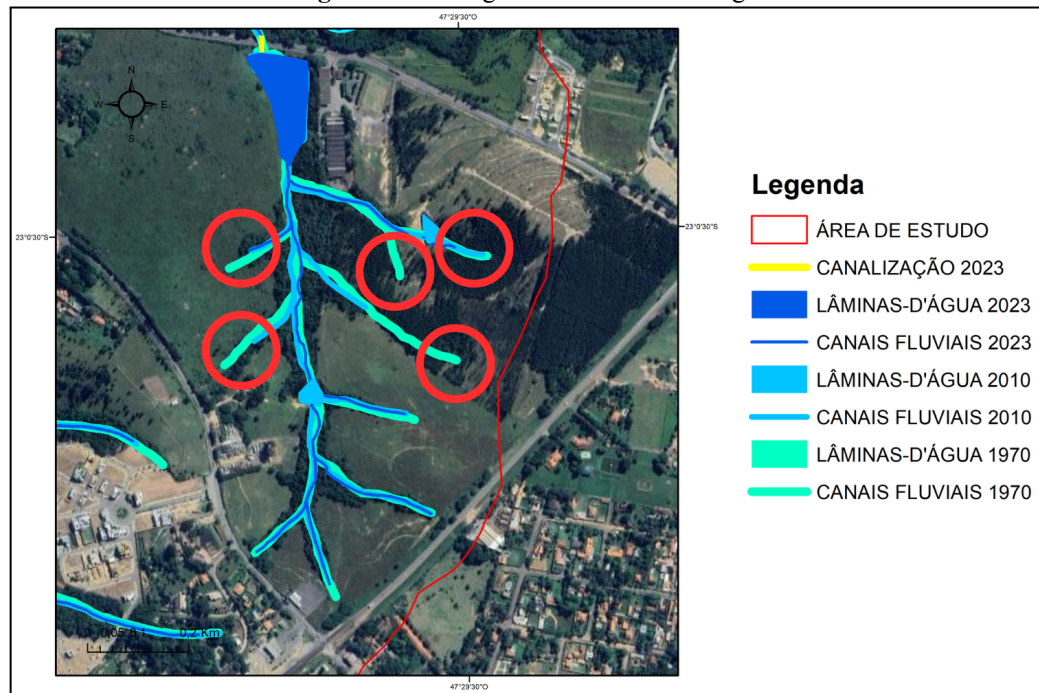
A região Central da cidade (Figura 53) foi dividida de acordo com as drenagens, possuindo metade da sua área com uso urbano e a outra metade com padrões rurais. O urbano se caracteriza por um uso pouco denso e no rural predominam as pastagens, agricultura e uma pequena área de silvicultura.

Figura 53. Mapa de identificação da região central da área de estudo



Fonte: Google Satélite, 2023

A maior parte das drenagens que vão para o centro, excluindo o rio principal, nasce na área rural próximas às pastagens. De 1970 para 2023, das drenagens que existiam na parte leste da região central, 4 não se registraram e uma teve parte desviada. As 5 drenagens com significativa interferência antrópica estão sinalizadas por círculos vermelhos na figura 54.

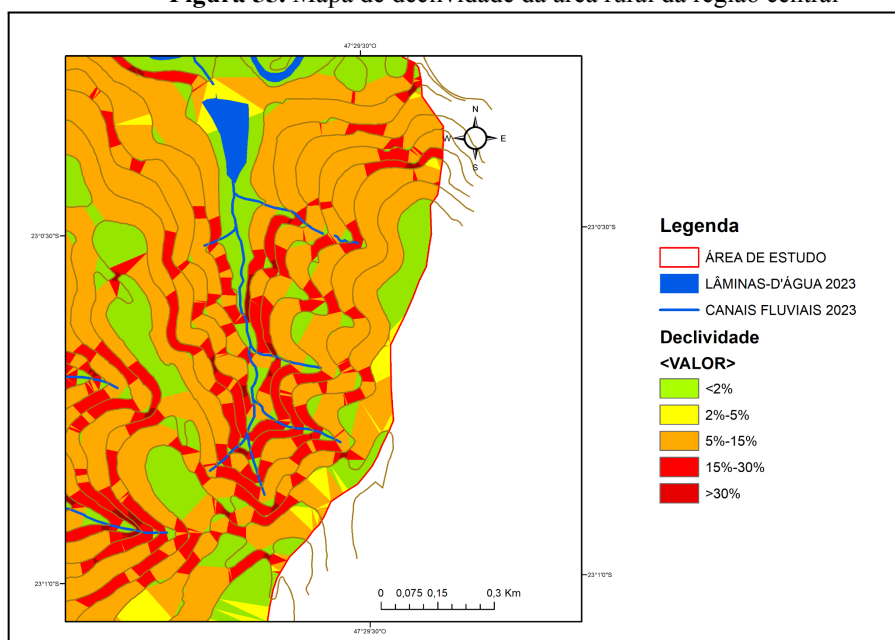
Figura 54. Drenagens da área rural do região central

Fonte: Google Satélite, 2023/Emplasa, 2010/Datageo, 1970/Autor, 2024

A principal causa dessa retração dos cursos de água acontece devido ao intenso uso da terra para a prática de pastagem e pela instalação de áreas de plantio. A ocupação de extensas áreas para a produção de gado reflete nesse assoreamento e consequente desaparecimento dos canais não só no cenário estudado, como também na maioria das cidades com essa dinâmica. O mesmo acontece para as áreas de plantio, que não respeitam os limites de preservação dos rios e não tem práticas conservacionistas.

A área em questão tem uma grande variedade de declividades, principalmente em surgimento dos canais de drenagem (Figura 55). A erosão no local é muito dinâmica principalmente por conta das pastagens e produção agrícola, levando ao aparecimento destas.

Figura 55. Mapa de declividade da área rural da região central



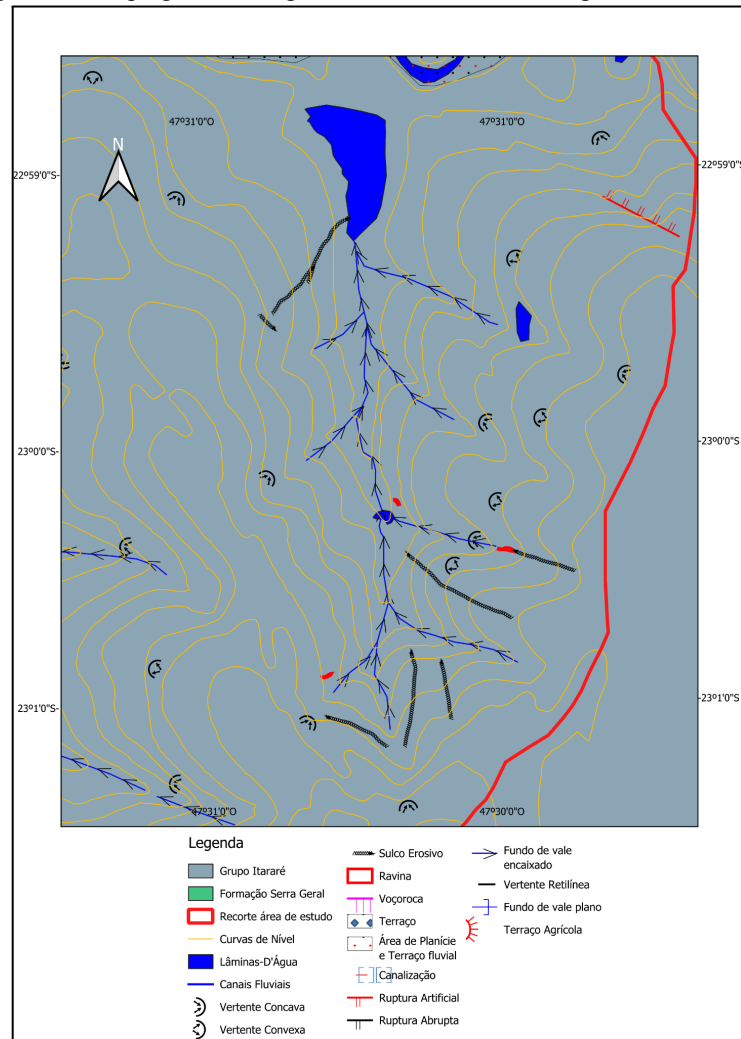
Fonte: Datageo, 1970

O assoreamento das áreas de cabeceira foi feito pela retirada da vegetação permanente para a implementação de áreas de pastagem e plantio; os locais com algum resquício arbóreo, são resultado de uma vegetação secundária que apresentou melhoria entre o cenário de 2010 para 2023.

Apenas na região em destaque são identificadas no ano de 2023, 3 ravinas e 8 sulcos erosivos; números que melhoraram em relação ao cenário de 2010, quando se tinha 4 ravinas e 19 sulcos erosivos. A melhora acontece devido uma melhor arborização nas regiões próximas às feições e de maneira geral de 2010 para 2023.

O trecho apresentado na figura 56 é um dos que mais apresenta feições erosivas, mas é área isenta de efeitos de inundação devido a declividade com porcentagens maiores; os problemas começam a surgir no momento que esse conjunto hidrográfico se encontra com o rio Capivari.

Figura 56. Mapa geomorfológico das nascentes de drenagens da área central



Fonte: Google Satélite, 2023

O rio Capivari é um rio largo e muito meândrico (Figura 57); essas sinuosidades possuem um baixo fluxo de água, baixa energia e alta deposição, sendo cenário ideal para a criação de grandes planícies de inundação em seu entorno, desenvolvendo baixas declividades. As maiores sinuosidades do Rio acontecem justamente na região central da área de estudo, apresentando índices significativos de inundações.

Figura 57. Áreas de inundação do rio Capivari na região central da cidade



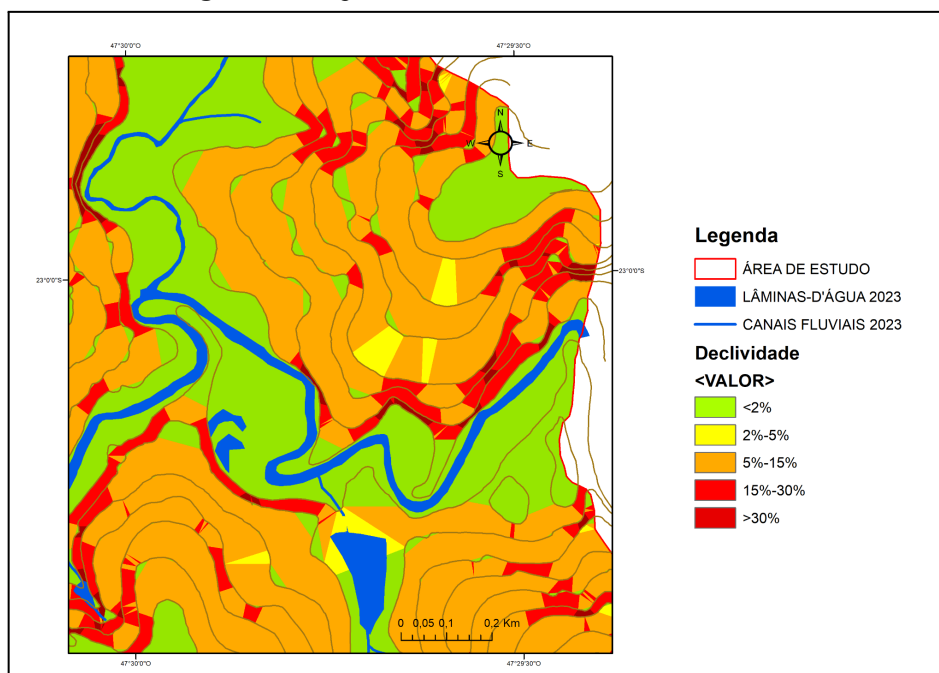
Fonte: Google Satélite, 2023

A área central tem 6 principais pontos de inundação, nos quais há proximidade com o rio e a ocupação de área de várzea, o que gera tais ocorrências. Algumas dependem exclusivamente da declividade (Figura 59), podendo estar próximas ao rio em área de vegetação ciliar, em áreas de planícies de inundação enquanto outros estão relacionados a obras de canalização.

Figura 58. Mapa de inundação do Bairro Vila Cardoso



Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022

Figura 59. Mapa de declividade do Bairro Vila Cardoso

Fonte: Datageo, 1970

Nas figuras 58 e 59, é identificada a mesma região, o bairro Vila Cardoso, no qual a urbanização está bem próxima do rio, em alguns trechos com menos de 10 metros de distância. Por mais que grande parte do bairro esteja em uma área de preservação permanente, em uma faixa de 50 metros, apenas alguns trechos sofrem com inundações.

A variação da declividade é muito importante para identificar a discordância de locais propícios nessa área. No primeiro trecho em que o rio se encontra com o bairro, há uma proximidade muito grande entre os dois, mas a margem direita do rio em que estão as casas é muito mais elevada do que a outra, a declividade ali varia de 15% - 30%, não apresentando sinais de inundação.

Já nas áreas a jusante do rio há declividades menores, com menos de 2%, criando pequenas planícies de inundação que atingem algumas casas ao final da rua. Por mais que essa região não seja a mais afetada pelas chuvas, é possível notar como há uma falta de mata ciliar no local, tanto nas áreas com declividades maiores, e principalmente nas áreas de várzea.

Próximo à região do bairro Vila Cardoso, ocorreram mudanças significativas ligadas à erosão de solo. No período de 2010 próximo ao rio Capivari, existiam 2 feições em uma área rural: uma voçoroca e uma ravina, bem demarcadas nos produtos de sensoriamento remoto (Figura 60).

Figura 60. Área rural na região central com demarcação de ravina e voçoroca



Fonte: Emplasa, 2010

Figura 61. Área rural na região central sem sinais de ravina e voçoroca



Fonte: Google Satélite, 2023

O cenário mudou consideravelmente na imagem 61 em 2023, devido ao reflorestamento em alguns pontos, principalmente na cabeceira destas feições. A imagem de 2023 mostra ainda que a pastagem foi retirada do local, em contraste com 2010. A criação de gado em união com a falta de cobertura vegetal é a principal causa de feições erosivas no ambiente rural.

Essa outra área (Figura 62) faz parte da região central da cidade, onde é possível ver a confluência do ribeirão Santa Cruz com o rio Capivari na parte superior; essa junção criou uma enorme planície de inundação que compreende toda a parte de vegetação e parte do urbano atingido, identificado pelas setas.

Figura 62. A seta indica os pontos em que há proximidade do urbano com o rio Capivari



Fonte: Google Satélite, 2023

Segundo a figura 18, é possível ver como a baixa declividade representa as áreas com marcas de inundação na figura 32, o avanço do urbano em área ciliar intensifica esses efeitos, já que a retirada da vegetação diminui a infiltração da água e diminui a preservação do rio.

A figura 62, ainda mostra a presença de dois meandros abandonados que o rio Capivari produziu, o que indica que a deposição de sedimentos é muito elevada e tem a tendência a gerar planícies aluviais maiores. É na região central em que alguns meandros sumiram desde 1970 até 2023 e onde houve as maiores mudanças de hidrografia na área de estudo.

Um dos locais que mais houve interferência humana desde o começo de 2023 foi o trecho denominado de Ponte da Rua XV. Na figura 63, é possível notar a proximidade das casas e comércios com o canal, algumas com menos de 10 metros de distância. Porém, por mais que faça parte do Rio Capivari, essa área não possui uma planície de inundação tão extensa igual os outros locais, então as áreas de inundação ficam restritas a pouco mais da margem do canal.

Figura 63. Ponto de destaque na rua XV de novembro, área afetada pelas inundações



Fonte: Google Satélite, 2023

A imagem orbital de 2023, mostra como na margem direita do rio há um certo número de casas, mas também uma certa área de preservação ciliar. Na figura a seguir, é apresentada uma fotografia da ponta da rua XV, demonstrando a grande quantidade de arborização presente na margem direita do rio.

Figura 64. Imagem do Street View mostrando a ponte da Rua XV antes das obras de desassoreamento



Fonte: Google Street View, 2023

Com o início das obras de desassoreamento do rio Capivari nessa região e a construção de uma ponte logo a frente, na rua Padre Fabiano, foram realizadas drásticas mudanças nas duas margens do rio. Algumas mudanças são esperadas considerando que a construção de pontes demanda concretagem de cabeceira e espaço para canalização de drenagem, além das obras de desassoreamento necessitarem de um curto espaço na margem para a dinâmica do maquinário.

Porém, mudanças mais drásticas ocorreram nas margens do rio Capivari próximo à ponte da rua XV, as figuras 65 e 66 mostram a área totalmente limpa, com um solo exposto pela construção, sem a presença de vegetação.

Figuras 65 e 66. Imagens da área desmatada e desassoreada na região da ponte da Rua XV



Fonte: Autor, julho, 2024

Figura 67. Área com concretagem de cabeceiras e saídas de drenagem canalizada



Fonte: Autor, julho, 2024

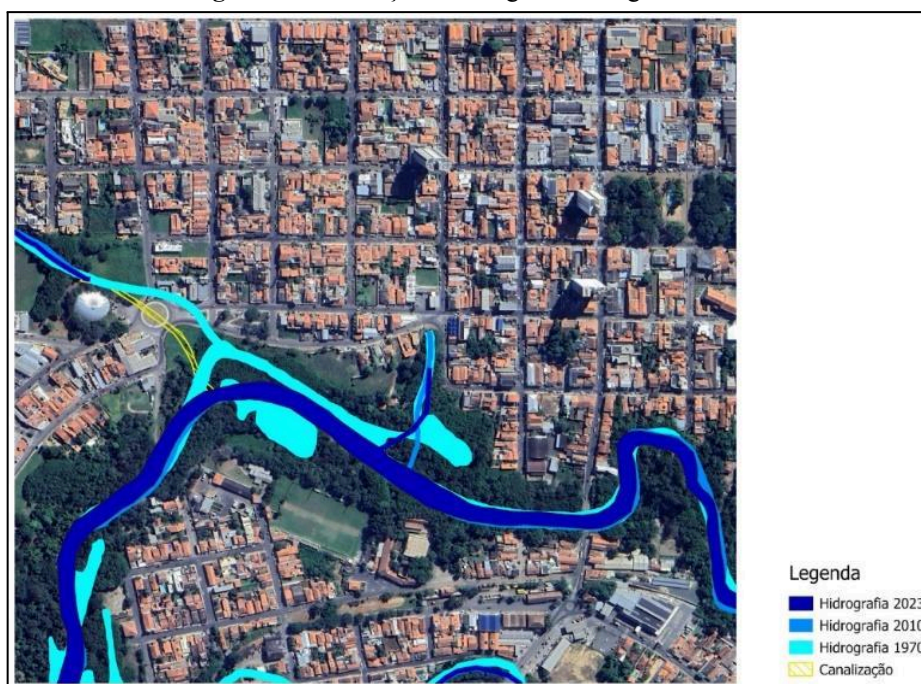
As figuras 63 e 64 mostram o mesmo local, mas com características opostas ao cenário em 2023 e agora em 29 de julho de 2024. As obras de desassoreamento retilinizaram e alargaram as margens deste trecho do rio, influenciando na dinâmica do canal, tanto em deposição quanto em erosão, até mesmo diminuindo a velocidade da água. Enquanto para a própria construção da ponte, foram retiradas árvores, já que comprometiam o local em que a ponte seria construída.

O desmatamento aconteceu em ambas as margens, como é possível ver na figura 67; toda essa quebra de dinâmica e velocidade ocasionado pelo desassoreamento e pela retirada

de vegetação ciliar, podem causar efeitos contrários ao esperado. Os níveis de erosão são maiores com o solo totalmente exposto, gerando maior quantidade de material proveniente das chuvas para dentro do rio.

O último local de importância da região central, é onde houve maior mudança dos canais fluviais, tanto por ocupação de várzea, estreitamento de canais, ocupação de meandros e canalizações (Figura 68).

Figura 68. Mudança de hidrografia na região central



Fonte: Emplasa, 2010, Datageo, 1970, Google Satélite, 2023

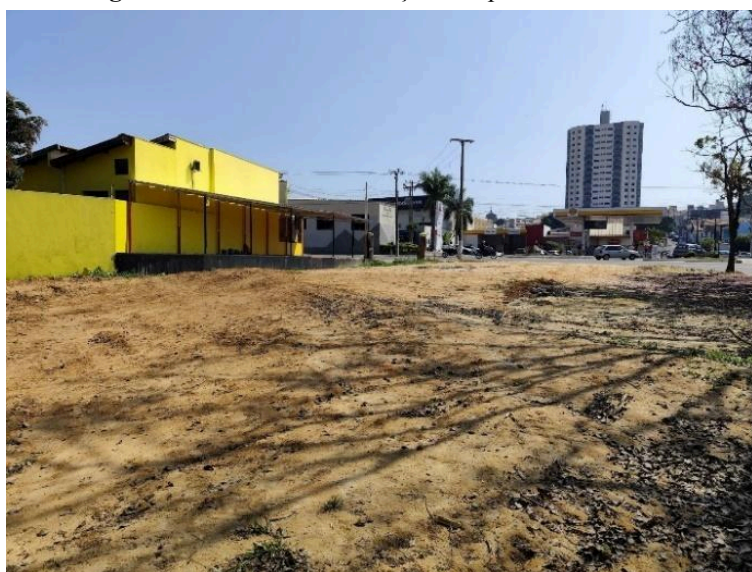
Na comparação entre os anos, grande trecho do rio Capivari foi alterado entre 1970 e 2010, provavelmente áreas que se tratavam de meandros mas que foram ocupadas por áreas urbanas. O rio passa por uma retificação forçada, sendo pressionado a seguir um caminho diferente do original em função do urbano.

Um dos trechos foi canalizado entre esses períodos, enquanto outro vem sendo canalizado atualmente. A crescente taxa de canalização (Figuras 69 e 70) faz com que ocorra alta velocidade de escoamento e erosão até as saídas de drenagem. É nesses locais que acontecem os maiores problemas de inundações.

Figuras 69 e 70. Obras de canalização no centro da cidade

Fonte: Autor, Outubro, 2023

Em 16 de Outubro de 2023, foram realizadas imagens das obras de canalização da Rua João Vaz; sendo possível observar como as raras chuvas do período já causaram um alto nível de cheia no canal. A baixa proteção ciliar é significativa, já que para as obras de canalização, foi retirada a vegetação ao entorno e o solo se apresenta irregular.

Figura 71. Obras de canalização completadas no centro

Fonte: Autor, Julho, 2024

A figura 71, mostra o mesmo local em 19 de agosto de 2024 com o canal canalizado totalmente fechado, um solo exposto para erosão e a inexistência de reflorestamento.

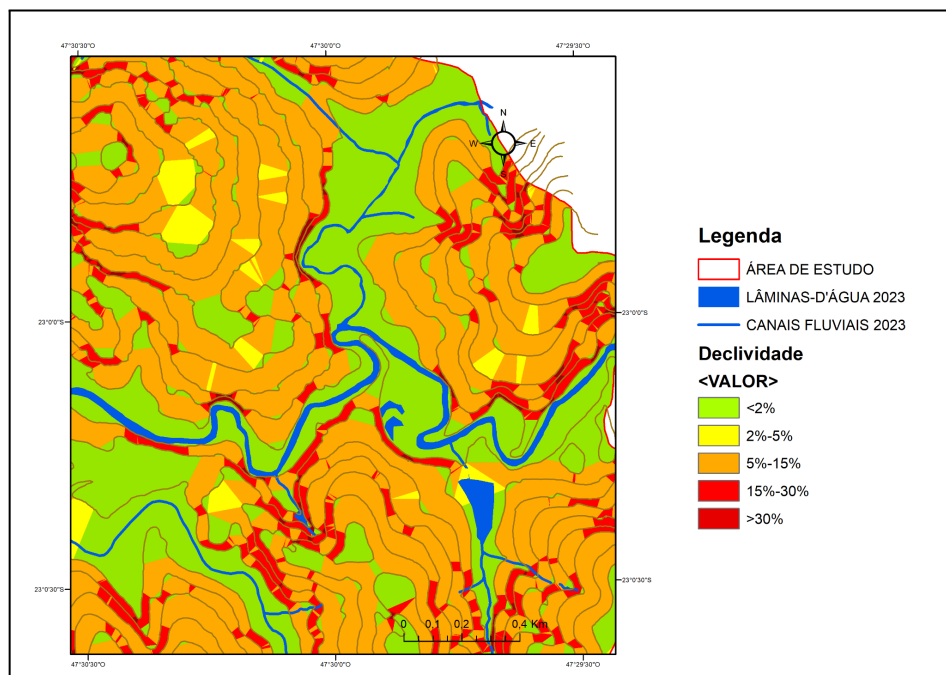
A mudança drástica de hidrografia, canalização e ocupação de áreas de várzea criam uma extensa área de inundação nessa área da região Central. As figuras 72 e 73 apontam para declividades menores de 2% que estão principalmente na confluência de afluentes com o Rio principal.

Figura 72. Áreas de inundação no centro da cidade



Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022

Figura 73. Carta de declividade da área central



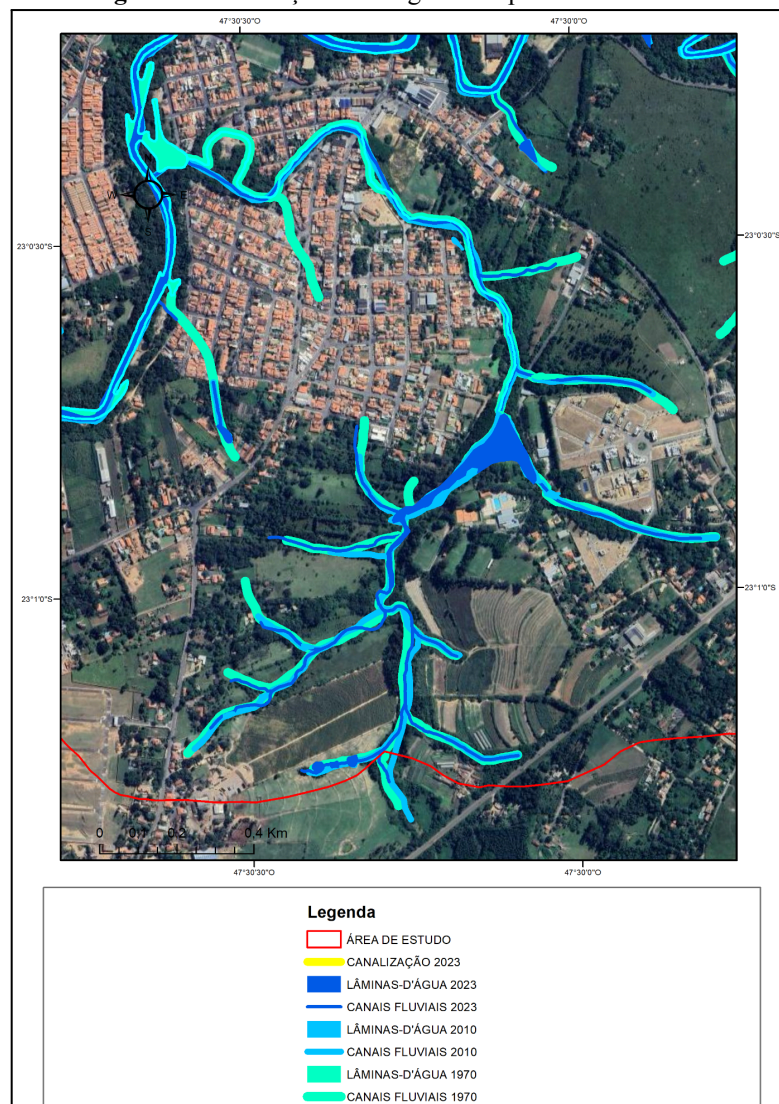
Fonte: Datageo, 1970

6.3 Sul

A porção sul da área de estudo destaca-se por ser a mais impactada por inundações frequentes. Nessa região, o uso do solo é bastante diversificado, contemplando áreas urbanas com diferentes densidades, pastagens, zonas agrícolas, além de setores urbanos em processo de construção. Ademais, uma significativa parte do território é ocupada por chácaras, evidenciando uma combinação de usos que contribui para a complexidade da dinâmica hidrológica local.

Apesar de ser a área com maior vulnerabilidade às inundações, a porção sul apresentou as menores modificações no traçado dos canais fluviais desde 1970 (Figura 74). Essa relativa estabilidade sugere que as alterações no uso e ocupação do solo não impactaram significativamente a estrutura dos cursos d'água, embora as inundações persistam como um problema ambiental relevante.

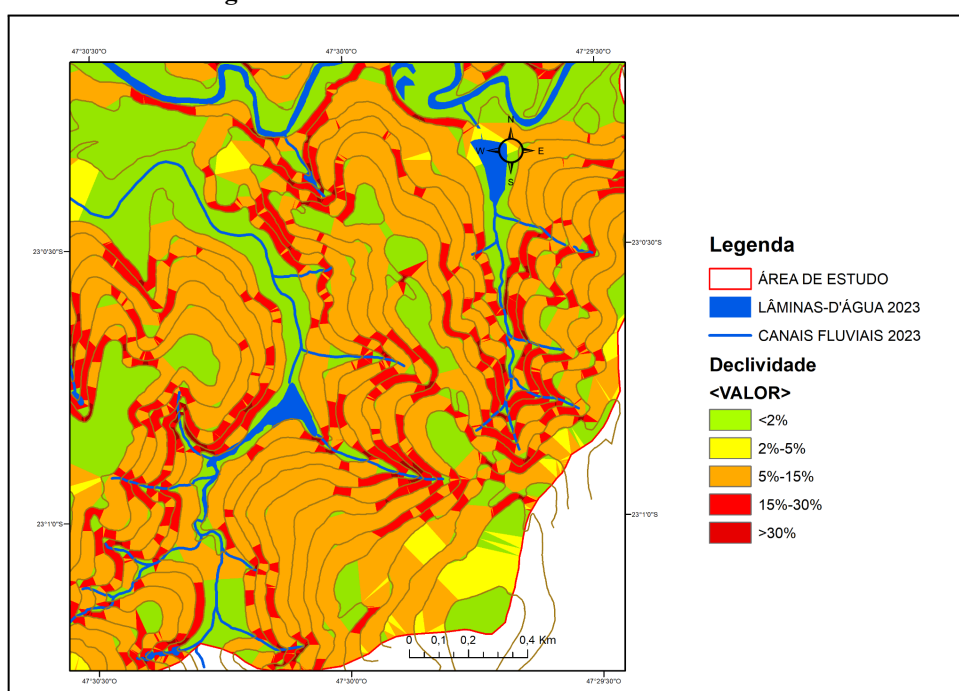
Figura 74. Mudança de hidrografia na parte sul da cidade



Fonte: Datageo, 1970, Emplasa, 2010, Google Satélite, 2023

Na figura 74 é possível ver que na área rural da região, poucas drenagens foram extremamente modificadas de 1970 para 2010 e 2023, apenas algumas foram deslocadas ou encurtadas. Esses encurtamentos são resultados do avanço de áreas de plantio de cana-de-açúcar ou áreas de pastagem, que vão pressionando os sistemas hídricos dos locais em que são instalados. Essa região em destaque é uma área de fundo de vale encaixado, de cabeceiras, de declividade elevada, então não sofre com as inundações por estar longe do sistema propício a isso.

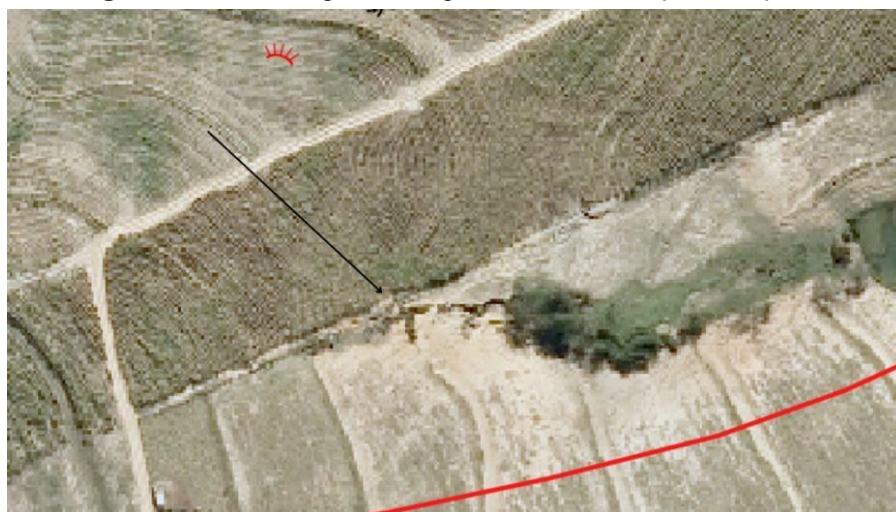
Figura 75. Carta de declividade do bairro Vila Fátima



Fonte: Datageo, 1970

A área em 2010 tinha várias feições identificadas, com 4 sulcos erosivos, 1 voçoroca, 9 terraços agrícolas e 1 ruptura artificial. Todos os sulcos são localizados em áreas de pastagens e próximos a algum curso hídrico. A voçoroca (Figura 76) fica localizada acima de um antigo curso fluvial, como é possível ser identificada pela seta, como característica comum de voçoroca, em região próxima à agricultura. Ainda é perceptível a falta de manutenção dos terraços agrícolas em volta da erosão.

Figura 76. Ortofoto digital da Emplasa com identificação de voçoroca



Fonte: Emplasa, 2010

A ruptura artificial que aparece na área é produzida devido a implantação da rodovia SP-101, é um corte e aterro realizado para deixar a área plana para a construção. Prática comum na engenharia, mas que acaba por interferir no equilíbrio do solo e dinâmica de escoamento de água, remodelando o escoamento da bacia. A figura 77 a seguir mostra a questão de um ponto de vista do Google Street View de 2024.

Figura 77. Imagem do Street View de 2024 com área da rodovia SP-101 com área de ruptura artificial



Fonte: Google Street View 2024

Saindo da área rural e adentrando o perímetro urbano, o córrego que se forma pelas nascentes na área sul é chamado de “Lava-Pés”; este tem interferência antrópica já em seu início, devido a barramento feito para a criação de um lago artificial em um clube de campo.

Saindo do clube, o córrego começa a ser sufocado na margem esquerda pela presença do urbano, com a criação de casas e chácaras. Já a margem direita é pressionada por pastagens em áreas que deveriam ser de preservação permanente.

É nesse eixo que começam os problemas de inundação no córrego, segundo a imagem 75 de declividade, é neste ponto de junção que a declividade passa a ser menor que 2% e vai se criando uma planície de inundação na região do Bairro Vila Fátima, um dos mais afetados na cidade.

A figura 78 mostra um dos pontos nas cabeceiras do córrego, onde se tem a presença de uma área de pastagem que possui uma série de marcas de erosão identificadas pelas setas vermelhas. Esse tipo de área está em transição do rural para o urbano, mas o notório solo exposto pela falta de vegetação e o consequentemente uso excessivo do solo pela pastagem, fazem com que essa área fique mais suscetível a erosões.

Figura 78. Imagem de feições erosivas em pastagem próximo ao córrego Lava-Pés



Fonte: Autor, julho de 2024

Figuras 79 e 80. Córrego lava-pés em seu início, em maio de 2023 e julho de 2024 respectivamente

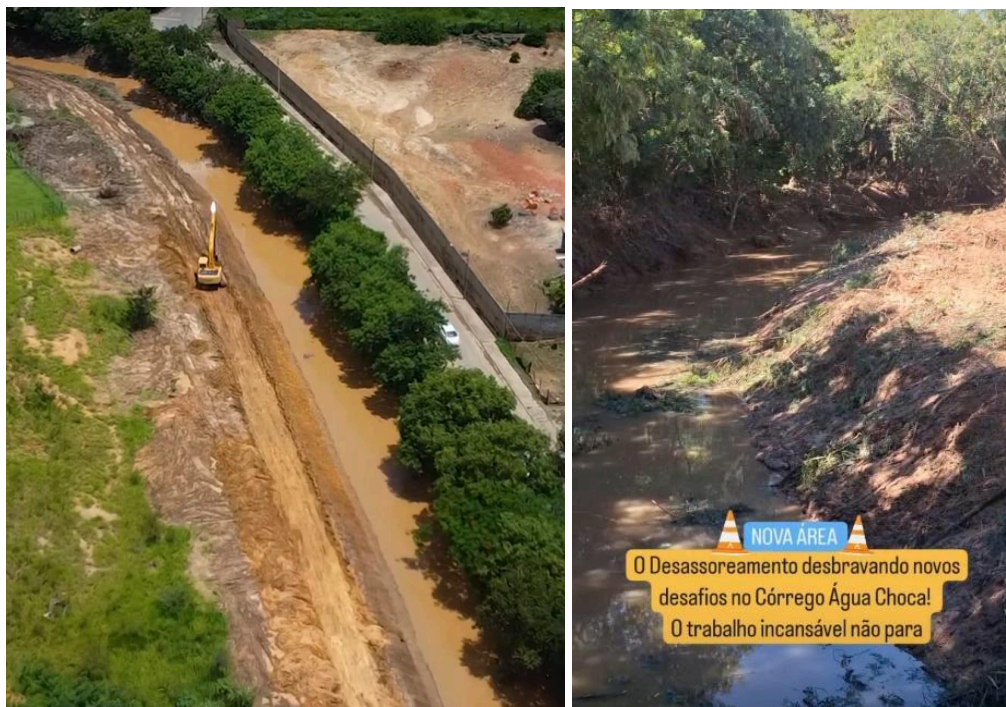


Fonte: Google Street View 2023 e Autor 2024

As duas figuras são de épocas do ano parecidas, mas o nível de água é bem diferente. Na primeira, é possível ver um pequeno nível de água no leito, enquanto na segunda, há uma presença muito maior e a água parece estar com pouco movimento. No intervalo de tempo entre estas duas imagens, houve o desassoreamento do córrego Lava-Pés, com começo em setembro de 2023, isso explica a diferença de cenários entre as imagens.

As imagens compartilhadas pelo Instagram Oficial da Prefeitura de Capivari (Figura 81 e 82), mostram as obras em andamento no mesmo local. É importante observar a retirada total da vegetação em uma das margens do córrego para que o trator consiga se locomover, além da quantidade de sedimentos provenientes da obra que foram parar dentro do canal.

Figuras 81 e 82. Imagens do Instagram da Prefeitura de Capivari do córrego desassoreado



Fonte: Prefeitura de Capivari, 2023

Este tipo de obra está sendo comum de observar em vários pontos da cidade, já que todos os canais da cidade estão sendo dragados para a limpeza; atualmente, apenas o córrego Chiquinho-Quadros não sofreu interferência para tais obras.

Os problemas desse tipo de obra são os pós, já que a vegetação é essencial para o equilíbrio e proteção de um rio, além de que essas obras modificam a profundidade do rio, remodelando toda sua dinâmica.

O córrego cheio e com a água parada em épocas de seca, é um dos sintomas do desassoreamento. No canal remodelado, a água perde a sua energia normal e essa diferença de profundidades faz com que esta fique estacionada em alguns trechos ou quase todo o córrego.

A figura 83 mostra as marcas das “garras” do desassoreamento, as setas identificam os locais que a escavadeira passou e realizou a retificação à margem do canal. Em alguns pontos a vegetação herbácea já conseguiu se instalar, mas outros pontos estão expostos. É interessante notar que não houve ainda reflorestamento na região que já está descoberta há quase um ano.

Figura 83. Marcas do desassoreamento no córrego



Fonte: Autor, 2024

As inundações provenientes do Córrego Lava-Pés atingem os bairros Vila Fátima (margem esquerda) e Estação (Margem direita). Porém, os danos mais significativos acontecem na Vila Fátima, já que é por onde se estende a área de planície fluvial, enquanto a Vila Estação possui declividades superiores a 2%.

Após a ponte da Avenida Brigadeiro Faria Lima, o córrego passa a ser canalizado com abertura superior por um longo trecho, além de apresentar diferença de altura entre as canalizações de base e da ponte, isso implica em diferentes níveis de erosão dentro do canal.

As Figuras 84 e 85 ilustram claramente a variação na altura e a quantidade de material acumulado dentro do canal, incluindo detritos originados da própria canalização, que é composta por grandes blocos de concreto. Esses materiais acumulados no interior do canal indicam a influência das atividades humanas na modificação do ambiente natural e na morfologia dos cursos d'água.

Além disso, observa-se a presença de vegetação de bambu, que não é típica desse tipo de ambiente. Essa vegetação corresponde a espécies secundárias, geralmente plantadas pelo ser humano com o objetivo de controlar processos erosivos. A utilização de bambu para esse

fim demonstra uma tentativa de mitigar os efeitos da erosão, embora também altere as características naturais da região.

Figuras 84 e 85. Canalização do córrego Lava-Pés



Fonte: Autor, 2024

Mais adiante, próximo a foz do córrego, onde se liga ao rio Capivari, houve novos trechos de desassoreamento na Rua Miguel Assad, neste local houve parcial reflorestamento, já que foram plantadas apenas uma camada de árvores na margem, não respeitando o mínimo do limite para preservação da mata ciliar. Mas as mudanças na dinâmica do rio ocorridas a montante, também ocorreram neste local, gerando águas estacionadas e com uma coloração e cheiro ruim.

Figuras 86 e 87. Imagens do córrego com água parada e escura



Fonte: Autor, 2024

A figura 88 do ano de 2010, revela a configuração da foz do córrego no ponto em que este deságua no rio Capivari. A forma observada na confluência apresenta características típicas de um leque aluvial, marcado por uma intensa deposição de sedimentos no leito do rio. Esse fenômeno é um indicativo da dinâmica sedimentar influenciada por mudanças no curso do córrego ao longo do tempo.

As alterações ocorridas no córrego têm contribuído para um aumento significativo no volume de material sedimentar depositado no rio Capivari. Esse acúmulo de sedimentos apresenta-se em formato triangular, formando pequenas ilhas no interior do rio, o que modifica a morfologia fluvial e pode impactar a vazão e a qualidade do fluxo hídrico na região.

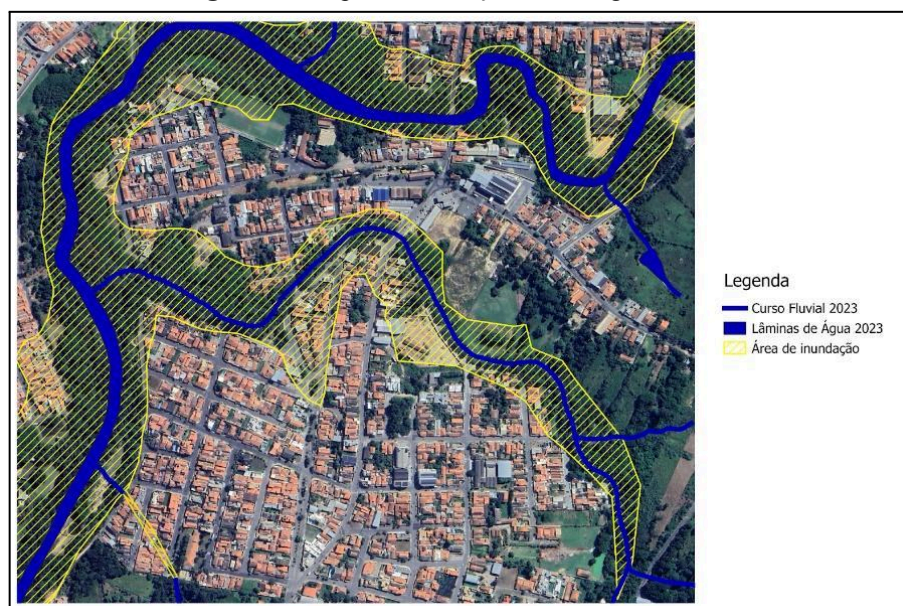
Figura 88. Imagem com a identificação de dique aluvial no meio do círculo



Fonte: Emplasa, 2010

A área de maior inundação no bairro Vila Fátima está localizada na junção entre um afluente, hoje inteiramente canalizado, e o córrego Lava-Pés (Figura 89). Essa junção entre os dois cria uma área baixa e de extensa planície suscetível aos eventos de inundação.

Figura 89. Mapa de inundação do córrego Lava-Pés



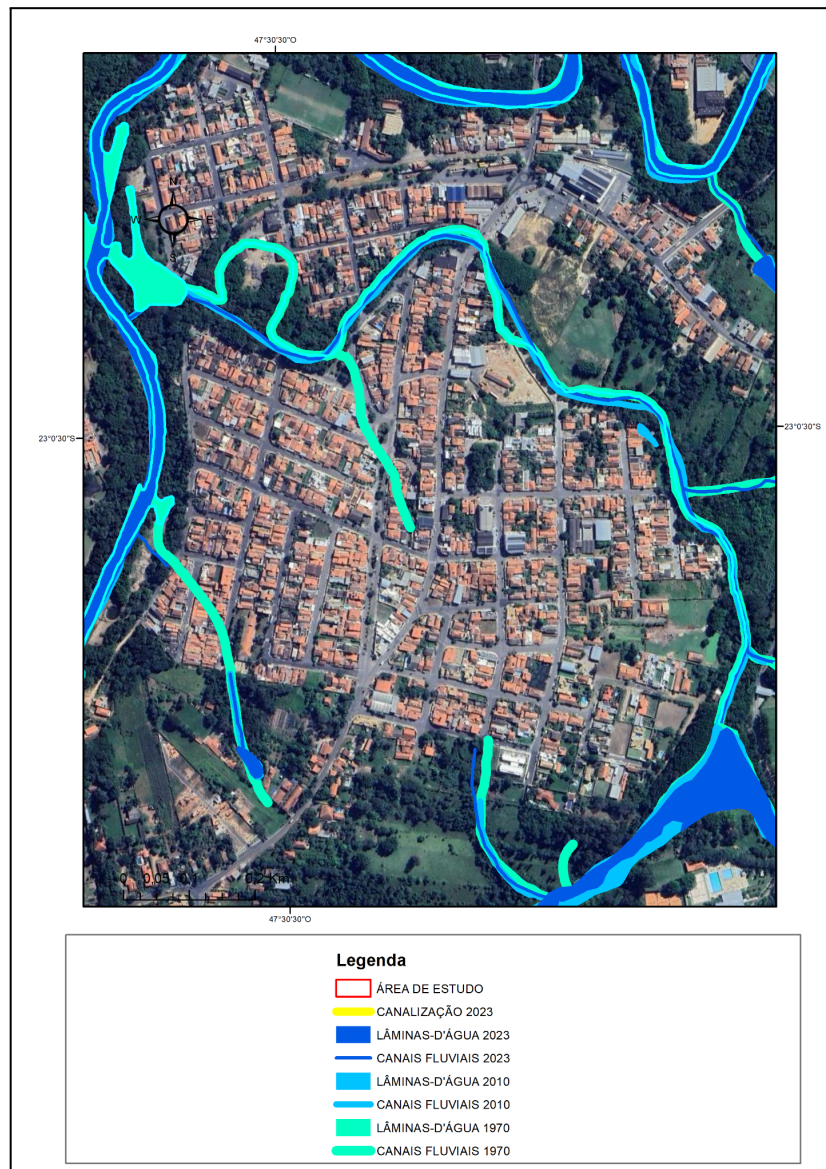
Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022

Toda a região de inundação do Bairro Vila Fátima e Estação se devem também à declividade, com áreas menores que 2%, dando igualdade também ao mapeamento de inundação feito com a base de dados da prefeitura. As áreas de planície aluvial do córrego não são respeitadas tanto pelo urbano, quanto pelas pastagens.

A vegetação quando presente, é muito escassa, com algumas poucas árvores espaçadas pelas margens, a maioria proveniente de vegetação secundária. Situação que foi agravada com as obras de desassoreamento do córrego.

Na figura 90 apresenta-se a mudança de hidrografia entre os anos de 1970, 2010 e 2023. Nas áreas onde há maior proporção de inundações, é justamente onde o canal antigamente em 1970 fazia uma curva e foi retificado, além da área em que existia um afluente que hoje em dia não se registra mais.

Figura 90. Mudança da hidrografia do córrego Lava-Pês e seus afluentes

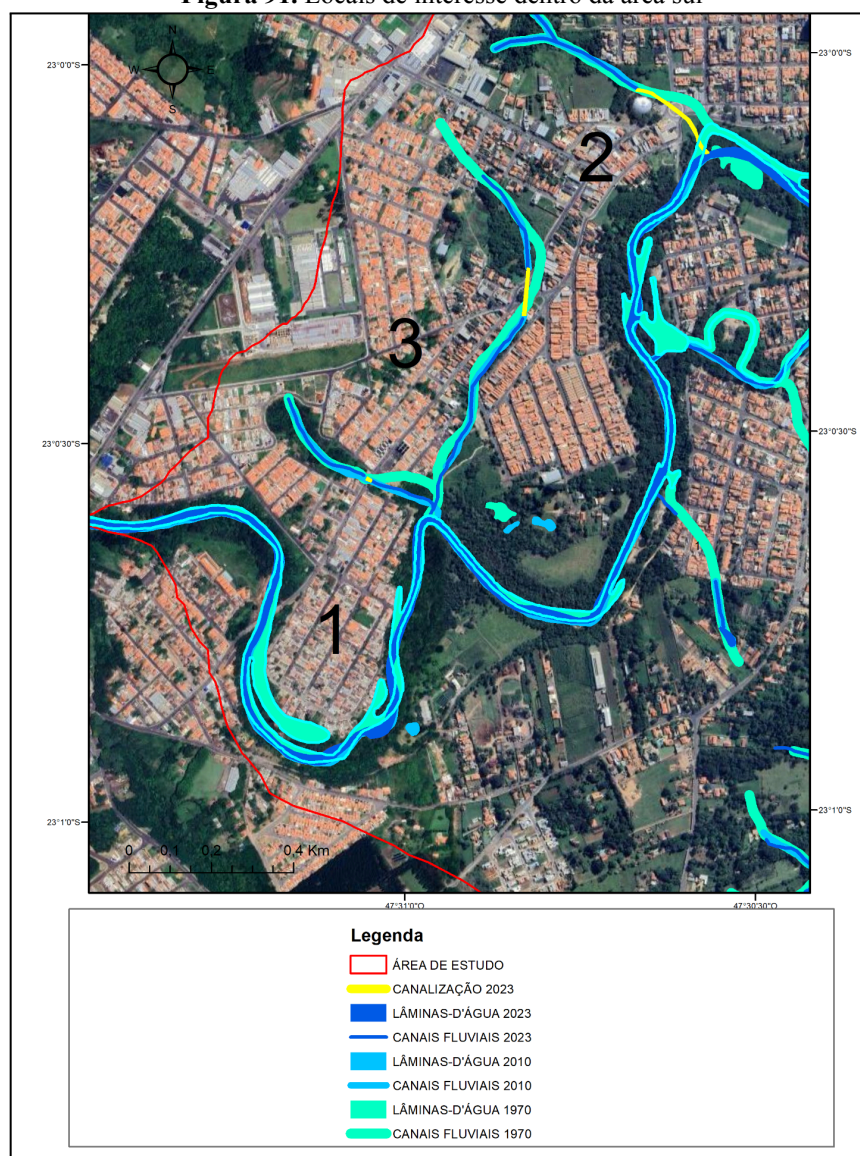


Fonte: Datageo, 1970, Emplasa, 2010 e Google Satélite, 2023

A última área da região Sul e do estudo é a mais complexa da cidade, denominada pelo autor de “grandes planícies”, primeiro porque a região já passou por diversas modificações ao longo do tempo, principalmente no âmbito urbano e arbóreo. A área abrange 3 grandes planícies ocupadas pelo homem em sua maioria, onde se localizam os bairros Jardim Eliza, Jardim Moreto e Padovani.

O complexo “grandes planícies” teve primeiramente sua hidrografia reconfigurada em alguns pontos desde 1970 até os dias atuais (Figura 91), a pressão que o urbano fez sobre o Rio Capivari e seus afluentes foi grande na medida que alguns meandros sumiram pelo caminho, enquanto alguns canais de drenagem foram canalizados em certos trechos.

Figura 91. Locais de interesse dentro da área sul



Fonte: Datageo, 1970, Emplasa, 2010 e Google Satélite, 2023

A Figura 91 ilustra a região das grandes planícies, destacando as mudanças ocorridas na hidrografia ao longo do tempo. Embora o curso principal do rio tenha permanecido praticamente inalterado, observa-se, ao sul da imagem (indicada pelo número 1), o desenvolvimento de áreas urbanas sobre antigos meandros, que foram aterrados para dar espaço ao assentamento urbano. Essa modificação no uso do solo transformou a paisagem original e alterou a dinâmica natural do fluxo hídrico na região.

Já o afluente localizado mais ao norte da imagem (número 2) teve seu curso inicial reduzido e partes de seu leito canalizadas, resultando em uma modificação significativa de seu traçado original. Projetos recentes de infraestrutura preveem a canalização completa desse afluente para a construção de uma nova avenida, o que implica em uma transformação definitiva do ambiente fluvial local e a supressão de características naturais do afluente.

A região do afluente, no setor central (número 3), foi a que mais sofreu alterações no período de 2010 a 2023, como mostram as figuras 92 e 93, a área era muito ocupada por casas em situações irregulares, a maioria muito próximas da drenagem. O cenário mudou consideravelmente em 2023, a maioria das casas foram retiradas, além de ter ocorrido um reflorestamento significativo no local. O canal teve sua preservação aumentada em todos os pontos, desde seu início até o final.

Figura 92. Área de ocupação nas margens do rio Capivari em 2010

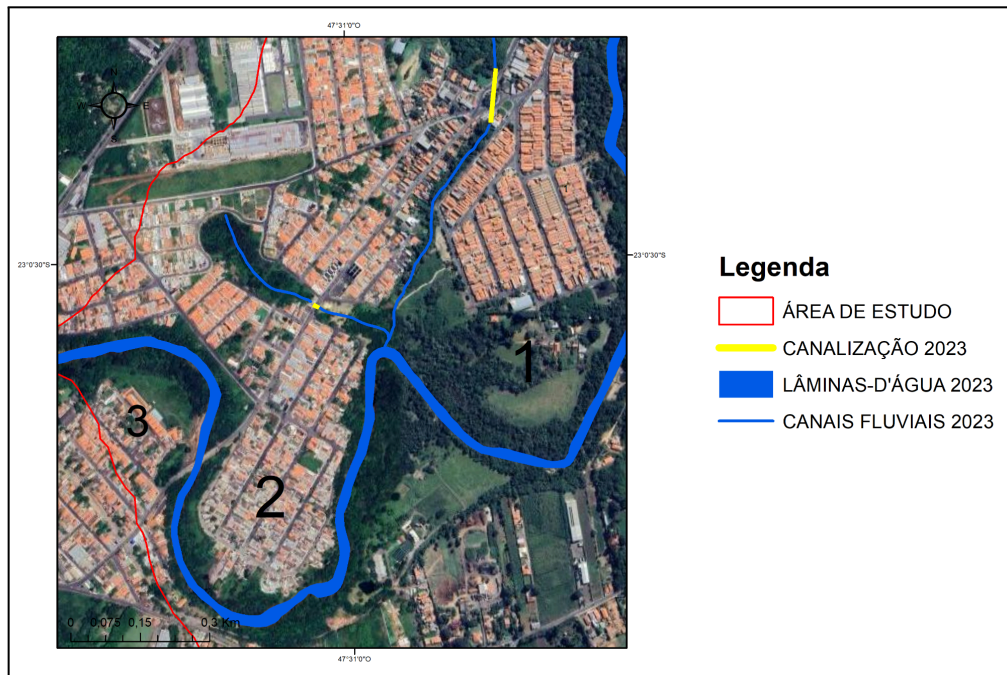


Fonte: Emplasa 2010

Figura 93. Mudança de cenário da região do Moreto em 2023

Fonte: Google Satélite, 2023

De acordo com a figura 94, as 3 grandes planícies estão identificadas pelos números, em que a 1 fica localizada no bairro Jardim Eliza. Dentre as 3, é a que mais mantém distância considerável do Rio Capivari, porém está localizada em parte nas áreas de planície e terraço fluvial, como mostra o mapeamento geomorfológico de 2010 e 2023 nas figuras 3 e 4.

Figura 94. Identificação das 3 grandes planícies na área sul

Fonte: Google Satélite, 2023. Elaboração: Autor, 2024

No número 2, é identificado o bairro Jardim Moreto; dentre todos os bairros da cidade, é o que mais sofre com as inundações, sendo o primeiro a sofrer com as chuvas. Isso se dá

pela proximidade com o canal, sem a devida proteção a áreas de preservação permanente, além de uma extensa planície que se estende por quase todo o bairro. Na imagem 95, é possível ver como pouco varia a altitude do canal em direção ao centro do bairro.

Figura 95. Área baixa do bairro Moreto



Fonte: Google Street View, 2024

A figura 96 mostra como as casas ficam próximas do rio com setas e identifica com círculos de alguns locais que servem como comércio de reciclagem próximos ao fundo do vale. Normalmente quando o rio transborda, todo esse material proveniente de sucata, entre outros, é levado para dentro do rio e impede o escoamento em outros locais. Como mostram os mapeamentos geomorfológicos (Figuras 3 e 4), a área se trata de uma extensa área de planície e terraço fluvial, com o trecho do rio sendo de fundo de vale plano, ideal para a formação de áreas de deposição.

Figura 96. Identificação da proximidade de casas e comércios com o Rio Capivari



Fonte: Google Satélite, 2023

Na área identificada como número 3 (Figura 94), encontra-se o Jardim Padovani, localizado entre o curso principal do rio Capivari e um de seus afluentes, o Córrego São Francisco, pertencente ao município de Rafard (SP). A confluência desses dois corpos d'água cria um ambiente propício para a formação de uma planície de inundação, como evidenciado na Figura 97, destacando a vulnerabilidade da área.

Ademais, a ocupação urbana na região não respeita os limites de preservação permanente nem a mata ciliar ao longo do rio. A imagem também revela que as margens do Capivari estão desprotegidas e diretamente expostas a impactos ambientais, enquanto ao fundo é possível observar a expansão urbana do bairro, evidenciando a pressão antrópica sobre o ecossistema e a degradação dos recursos hídricos locais.

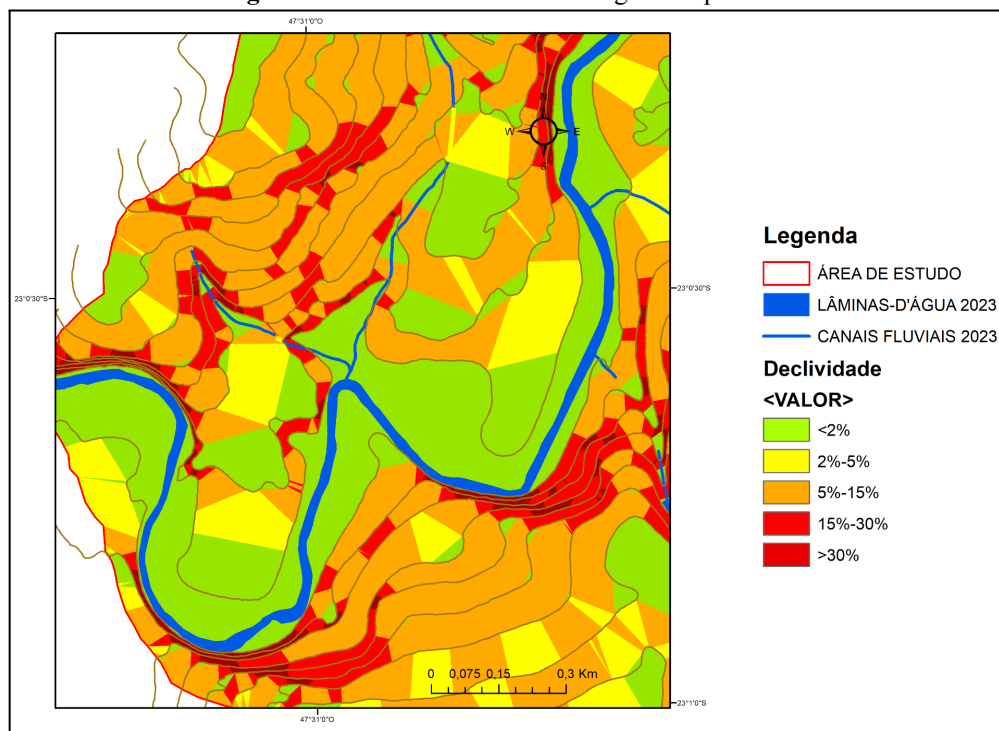
Figura 97. Bairro Padovani com proximidade do Rio Capivari



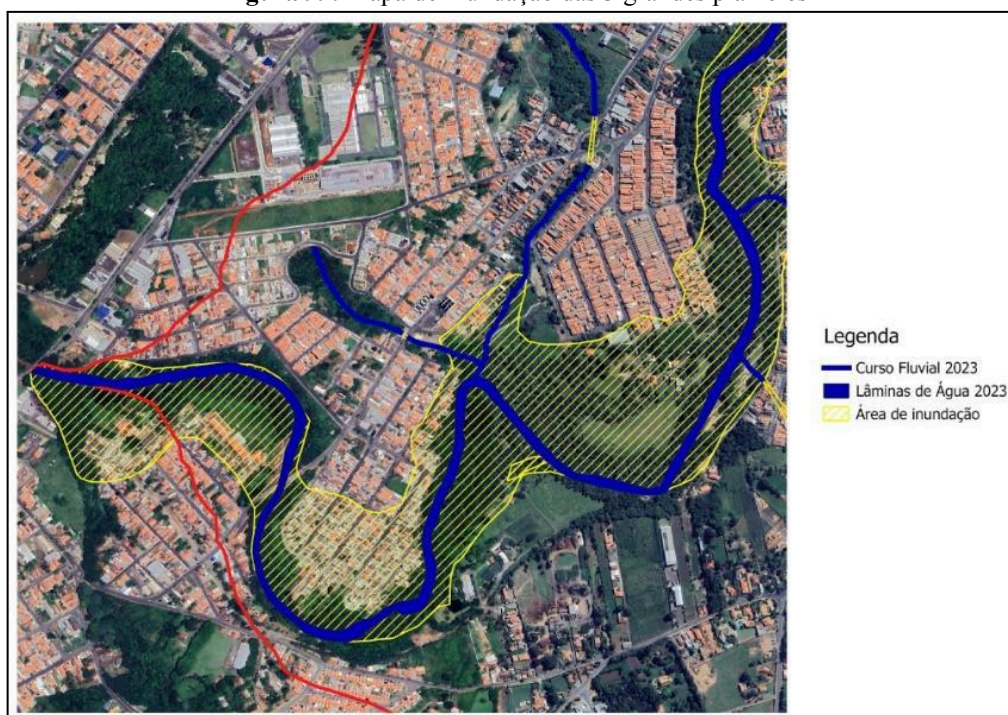
Fonte: Google Street View, 2023

A ocupação irregular observada nos três bairros mencionados não levou em consideração os limites naturais de declividade para a urbanização, conforme indicado nas Figuras 98 e 99. A instalação de áreas urbanas em terrenos com inclinação superior a 30%, inadequada para urbanização controlada, e em regiões com declividades inferiores a 2%, propícias a inundações, resultou em um ambiente vulnerável a inundações e outros problemas hidrológicos.

Os bairros Jardim Eliza e Padovani apresentam uma situação mais favorável em termos de preservação das áreas de várzea e de manutenção de uma distância adequada do curso do rio. Em contraste, o Jardim Moreto é o mais afetado, com mais de 50% de sua malha urbana sendo alagada durante as chuvas intensas, evidenciando a gravidade dos impactos causados pela ocupação inadequada e a falta de planejamento urbano nas regiões de baixa declividade.

Figura 98. Carta de declividade das grandes planícies

Fonte: Datageo, 1970

Figura 99. Mapa de inundação das 3 grandes planícies

Fonte: Prefeitura de Capivari, 2022

Portanto, as 3 regiões delimitadas no estudo são importantes e diferentes em seus aspectos ligados às inundações. A área Norte é a menos atingida e está distante do Rio Capivari, ficando à mercê apenas dos Córregos, mas com interferência grande de planícies criadas pelos córregos Chiquinho-Quadros e Ribeirão Santa Cruz. É ainda uma área de

evolução de feições erosivas considerando os cenários de 2010 e 2023, além de ser predominante uma urbanização pouco concentrada.

A área central é influenciada por afluentes de pequeno porte, além do Rio Capivari com maior quantidade de meandros, sendo a área com maior número de feições erosivas, como os sulcos. O uso da terra se divide entre rural e urbano, se caracterizando por agricultura e pastagens, além de um urbano pouco a médio concentrado.

A área Sul é a mais afetada entre todas e merece mais atenção por conta do córrego Lava-Pés e sua influência no Bairro Fátima e a presença de extensas planícies de inundação criadas pelo Rio Capivari no Bairro Jardim Eliza, Padovani e Jardim Moreto. A área divide-se bem entre uso rural e urbano, com presença diversificada de pastagens, agricultura, urbano em construção e um urbano pouco e muito concentrado. As feições erosivas aparecem significativamente no cenário de 2010, mas parte se recupera em 2023.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo foi produzido com o objetivo inicial de analisar as mudanças no padrão de ocupação urbana e uso da terra, além de suas consequências na dinâmica fluvial na área de estudo dentro do limite municipal da cidade de Capivari (SP), com foco no mapeamento de identificação de potenciais áreas de risco de inundações, das transformações dos cursos d'água e na relação entre os fenômenos antrópicos e a geomorfologia natural do terreno. Os resultados, obtidos a partir da criação dos mapas e suas relações com o estudo de campo, responderam aos objetivos propostos, integrando dados urbanos, da rede fluvial e geomorfológicos.

O modelo de mudanças no padrão de ocupação urbana, evoluindo de 2010 a 2023 mostrou clara influência no processo de dinâmica fluvial. Os distúrbios no sistema hidrológico se relacionam a fatores como impermeabilização do solo, expansão da malha urbana com a especulação imobiliária por meio de novos loteamentos e condomínios, intensificando processos erosivos e de sedimentação de rios e afluentes.

As áreas de vegetação, principalmente ciliar, aumentaram significativamente entre os anos de 2010 e 2023, sendo importante fator para intensificação de infiltração da água no solo. Porém, após as obras de desassoreamento, muito da vegetação ciliar da cidade foi perdida na margem dos afluentes e do rio principal. As áreas com perda de vegetação no ambiente rural estão relacionadas a locais com criação de gado e produção agrícola, gerando intensa compactação do solo e aumento de escoamento superficial da água, suscetíveis a aumento de erosão; a área rural é onde estão as principais feições erosivas como as voçorocas, ravinas e sulcos erosivos.

A mudança da trajetória dos canais e padrões dos cursos d'água ao longo dos anos foi investigada na pesquisa. Observou-se que os corpos hídricos sofreram reduções com aterramentos e deposição de sedimentos resultantes de processos erosivos em áreas próximas e ao entorno das cabeceiras. Os principais problemas entre os anos de 1970, 2010 e 2023 foram mapeados nos locais com afluentes de menor proporção, ou seja, nas cabeceiras dos rios, normalmente represados ou desviados para atender interesses particulares como empreendimentos ou agricultura.

Além disso, ao relacionar a nova geomorfologia antrópica com os problemas fluviais, verificou-se intervenções severas por terraplanagem e criação de rupturas topográficas artificiais, identificada pelos mapeamentos geomorfológicos nos anos de 2010 e 2023. Essa

interação urbana com a alteração da paisagem natural resulta em um aumento de áreas sujeitas a erosão e assoreamento dos corpos hídricos.

A pesquisa concluiu que as regiões de maior preocupação com as áreas de inundação são os locais onde os afluentes primários se encontram, onde estes se encontram com o Rio Capivari, ou os locais que formam extensas planícies de inundação, normalmente atravessados pela expansão urbana com ocupação próximas ou internamente as planícies. Os principais pontos são no Campo do Juventus, encontro entre o Córrego Chiquinho-Quadros e Ribeirão Santa-Cruz, no bairro Vila Fátima em uma extensa planície de inundação criada pelo Córrego Lava-Pés, além das 3 grandes planícies na área sul criadas pelo Rio Capivari nos Bairros Jardim Eliza, Jardim Moreto e Jardim Padovani.

Os resultados apontam para uma urgência em um planejamento urbano que considere as características naturais da cidade, tanto em sua hidrografia e geomorfologia, como também em uma política de reflorestamento. Embora, os dados mostrem uma melhora das áreas de vegetação arbórea, o desassoreamento feito na cidade a partir de setembro de 2023 mostrou o descuido com a vegetação de margem do rio e afluentes, vegetação essencial para a infiltração e controle de sedimentos direcionados para o rio.

O desassoreamento feito como medida emergencial não pode ser considerado como solução dos problemas da cidade, já que é muito invasivo ao sistema hídrico com retirada das árvores nas margens do rio e modificação dos níveis dos canais. Para ser efetivo deveria ser feito constantemente, já que a tendência é o rio ir assoreando aos poucos, como foi possível ver na pesquisa, porém, feito de uma maneira que degrade menos a vegetação ciliar.

O reflorestamento das áreas degradadas e a conscientização para o melhor uso do solo, principalmente nas áreas de risco, são importantes para amenizar os problemas futuros. O ideal seria a desapropriação de áreas de várzea e planícies de inundação, já que com as constantes mudanças climáticas, a tendência é de eventos cada vez mais extremos, e locais com essa característica geográfica são naturalmente os mais afetados pelas chuvas.

Um novo modelo de drenagem urbana poderia ser um dos precursores de uma solução para o problema; a diminuição de energia da água no sistema canalizado atrasando a chegada das águas pluviais, faria com que o escoamento fosse mais ordenado para os canais mais próximos, dando o tempo necessário para escoamento. Nada disso funcionaria sem a preservação das matas ciliares, pouca área de infiltração e péssimo manejo do solo.

Concluindo, a pesquisa alcançou os objetivos propostos no início, fornecendo uma visão ampla e detalhada da área de estudo sobre os impactos da desenfreada urbanização com a dinâmica fluvial. O estudo ainda oferece uma base sólida para futuros planejamentos e

intervenções na área. O crescimento da cidade deve ser conduzido atualmente e futuramente por meio dos entes executivos de maneira que seja respeitado todo o sistema fluvial e o entorno que o influencia.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIAS DAS BACIAS PCJ. **Elaboração do plano diretor de macrodrenagem da bacia hidrográfica do Rio Capivari: serviços de campo.** Capivari: Profill, 2022. 1056 p.

ARAB, Paola Bruno; PERINOTTO, José Alexandre de Jesus; ASSINE, Mario Luis. **Grupo Itararé (P-C da bacia do Paraná) nas regiões de Limeira e Piracicaba-SP:** contribuição ao estudo das litofácies. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n. 4, p. 501-521, 2009.

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*, Montes Claros – MG, v. 17, n. 1, p. 114-130, jan./jun. 2019.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia.** 3. ed. São Paulo: Edusp, 1980. Disponível em: [Geomorfologia Antonio Christofolletti.pdf](#).

COLLARES, Eduardo Goulart. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari-SP.** São Carlos–SP: Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2000.

COSTA, Samuel Barsanelli et al. **Panorama do desassoreamento nos rios Tietê e Pinheiros,** São Paulo/SP, Brasil. 2013.

COVAS, Secr Bruno; MEIRA, Benedito Roberto. **MAPEAMENTO DE RISCOS ASSOCIADOS A ESCORREGAMENTOS, INUNDAÇÕES, EROSÃO, SOLAPAMENTO, COLAPSO E SUBSIDÊNCIA.** 2010. São Paulo.

CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da; PASCHOAL, Leticia Giuliana; SIMON, Adriano Luís Heck. **Geomorfologia antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras.** *Revista Geographia Meridionalis*, Pelotas, p. 95-126, jun. 2015.

DA SILVA, Maria Sonia Lopes et al. **Estudos da erosão.** EMBRAPA-CPATSA, 1995.

DA SILVA, Isaac Melo; SOUZA, Guilherme Fernandes; LUPINACCI, Cenira Maria. **Construção dos símbolos geomorfológicos para cartografia de detalhe em SIG.** *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 23, n. 4, p. 2010-2021, 2022.

DIEDRICHS, Aleksander Schmidt; ANDRADE FILHO, Alceu Gomes de; BALARIM, Carlos Roberto. **Estudos hidrológicos e efeitos da urbanização na bacia do arroio da Ronda em Ponta Grossa–Paraná.** Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 15 (1): 25-37, abr. 2009.

DOS SANTOS, Janaina Santana; CARVALHO, Silvia Méri. **Ocorrências de alagamentos e enchentes na bacia do arroio da Ronda em Ponta Grossa, PR, Brasil.** *Terr@ Plural*, v. 15, p. 1-17, 2021.

EMBRAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Importância das matas ciliares.** Porto Velho, RO: Embrapa, 2002. p. 11.

FERRAZ, Gabriela; PEREIRA, Rodrigo. **Com 53 famílias desabrigadas e 43 pontos alagados, Capivari registra maior enchente de sua história**. 2022. Disponível em: Com 53 famílias desabrigadas e 43 pontos alagados, Capivari registra maior enchente de sua história | Piracicaba e Região | G1.

FILIPPE, Joseline. **Avaliação da largura ideal de Florestas Ribeirinhas considerando modelagem matemática, estimativa de erosão por ^{123}CS e aspectos ecológicos**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FRANÇA, Almério Barros; POTTER, Paul Edwin. **Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1)**. Boletim de Geociências da PETROBRÁS, v. 2, n. 2-4, p. 147-191, 1988.

FREMLIN, Gerald; ROBINSON, Arthur H. What Is It That Is Represented on a Topographical Map?. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, v. 35, n. 1-2, p. 13-19, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 2 v. (Coleção Ibgeana; Manuais técnicos em geociências, n. 8). ISBN 8524007516. Bibliografia: p. 129-130.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE) **Panorama – Censo 2022**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE) **Manual Técnico de uso da terra. Manuais Técnicos em Geociências**, 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2006, 91p

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT), **Mapeamento de áreas de alto e muito risco a deslizamentos e inundações do município de Capivari, SP**, Relatório Técnico, Vol. 1, 2 e 3. Capivari, 2014.

KOFFLER, Natalio Felipe. **Carta de declividade da bacia do Rio Corumbataí para análise digital (SIG)**. Geografia, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1994.

LEMIERE, Bruno et al. **Portable XRF and wet materials: application to dredged contaminated sediments from waterways**. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, v. 14, n. 3, p. 257-264, 2014.

LEOPOLD, Luna B.; WOLMAN, M. Gordon; MILLER, John P.; WOHL, Ellen E. **Fluvial processes in geomorphology**. Edição ilustrada. New York: Courier Dover Publications, 2020. 544 p.

LONDE, Luciana de Resende et al. **Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações**. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, p. 133-152, 2014.

MADRUGA, R.A & SOARES, F.R. **ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA CARTA TOPOGRÁFICA DE TAQUARÍ – RS**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004. p. 1 - 12.. 2004

MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília, p.176. 2007. Disponível em:

https://www.academia.edu/download/95039786/Livro_Mapeamento_de_Riscos_em_Encostas_e_Margens_de_Rios_.pdf.

MONTEBELO, Leticia Ayres et al. **Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP.** *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v. 12, p. 3829-3836, 2005.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.** Edição ilustrada. *Dordrecht: Springer Science & Business Media*, 1983. 165 p.

PIRES, Fernando Alves; PETRI, Setembrino. **O Subgrupo Itararé na região de Capivari-Rafard, Estado de São Paulo.** *Atas*, p. 391-396, 1991.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** 2ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 1978, 180p.

PETRI, Setembrino. **Litofácies e significado paleoambiental dos sedimentos Itararé na região Capivari-Rafard, Estado de São Paulo.** 1992, *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, p. 7-30.

PREFEITURA DE CAPIVARI. **Trabalho de desassoreamento do Rio Capivari e afluentes completa um mês nesta quinta-feira e obras avançam rapidamente na região da Vila Fátima.** 2023.

PRESS, F. et al. Rios: o transporte para os Oceanos. PRESS, F. et. al. **Para entender a Terra.** 4ª ed. São Paulo: ARTMED, p. 341-364, 2006.

ROCHA, J. D. N. ., & Silva, R. P. da. **Intervenções em corpos hídricos e alterações no meio geográfico: o desassoreamento do canal do piatô – assú, rio grande do norte, Brasil.** 2021. *REVISTA GEONORTE*, 12(39), 253–276.

ROCHA, J. S. M.; KURTS, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas.** 4ª. ed. Santa Maria (RS): ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001.

RODRIGUES, Cleide. **On antropogeomorphology.** In: Regional Conference on Geomorphology. 1999. p. 100-101.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.** *Revista do departamento de geografia*, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSSATO, Maíra Suertegaray; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Erosão Urbana no Brasil.** *Revista Da Pós-Graduação Em Geografia*, Rio de Janeiro, v. 5, p. 33-52, 2002.

RUBIRA, Felipe Gomes; DE MELO, Georgea do Vale; DE OLIVEIRA, Filipe Kallás Suhadolnik. **Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta.** *Revista de Geografia (Recife)*, v. 33, n. 1, 2016.

SÃO BERNARDO DO CAMPO, Defesa Civil. **Enchente, Inundação, Alagamento ou Enxurrada?**

SEMASA SP. **Qual a diferença entre enchente, inundação e alagamento.** Navega SP, São Paulo, 2015.

SMITH, Welber Senteio; SILVA, Fábio Leandro da; BIAGIONI, Renata Cassemiro. **Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência.** Ambiente & Sociedade, v. 22, p. e00571, 2019.

SOUZA-FILHO, Edvard Elias; HAYAKAWA, Ericson Hideki; COUTO, Edivaldo Vitor. **Diagnóstico dos efeitos causados pelas cheias excepcionais de 1982/1983 sobre a planície inundacional do Alto rio Paraná (PR-MS).** *Revista GEOMAE*, v. 1, n. 1, p. 83-99, 2010.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Novo Inventário Florestal do Estado de São Paulo aponta crescimento de 214 mil hectares de vegetação nativa no território paulista.** Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2020/08/novo-inventario-florestal-do-esp-aponta-crescimento-de-214-mil-hectares-de-vegetacao-nativa-no-territorio-paulista/#:~:text=O%20novo%20Invent%C3%A1rio%20Florestal%20divulgado,%2C9%25%20do%20territ%C3%B3rio%20paulista.>

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro IBGE/SUPREN. 91 p.1977.

VALENTE, Omar Fernando. **Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos.** *Minha Cidade*, São Paulo, ano, v. 10, p. 1806-0374, 2009.

WEATHERSPARK. **Clima característico em Capivari, São Paulo, Brasil durante o ano.** Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30196/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Capivari-S%C3%A3o-Paulo-Brasil-durante-o-ano.>