

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO CAULIM/PARELHEIROS E AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES DE DRENAGEM CONCLUÍDAS E PREVISTAS

Nicole del Busso Fernandes ¹ ; Melissa Cristina Pereira Graciosa ²

Abstract: The city of São Paulo, the most populous in Brazil, with 99,8% of its population living in urban areas, still presents some mainly rural watersheds, which potentially can be developed following sustainable drainage guidelines. There is a constant pressure of expanding the urban areas, therefore, the timing is important to guarantee that the urbanization process occurs in a planned way, integrating the hydrologic resources, making sure they are preserved and valued. The Fapesp Project called “Territórios da Água” has chosen the Parelheiros River Watershed to be the object of its studies and to serve as pilot due to its current state of urban development, emergency interventions and planning of Linear Parks. The present article presents a thorough diagnose of the watershed, collecting data to further hydrologic modeling. It has been observed that relevant parts of the Parelheiros and Itaim rivers, have already been channelized, based on studies that did not consider the inclusion of SbN or any other decentralized interventions. The channelization was over dimensioned using the channel as the only infrastructure to drain and storage the water. Hence the importance of executing the proper hydrologic and hydraulic studies, which will allow a holistic planning, integrating drainage and landscape, preserving the rivers and their floodplains. This change of paradigms in a city with the relevance of São Paulo, may help disseminating the use of SbN throughout Brazil and making our cities more resilient and adapted.

Resumo: O Município de São Paulo, o mais populoso do Brasil, com 99,8% de sua população residindo em áreas urbanas, ainda possui bacias hidrográficas predominantemente rurais, que apresentam grande potencial para desenvolvimento utilizando técnicas sustentáveis de drenagem. A pressão de expansão da mancha urbana existe, portanto, o momento é importante para que a urbanização ocorra de maneira planejada integrada aos recursos hídricos, garantindo sua preservação e valorização. O Projeto FAPESP, “Territórios da Água”, selecionou a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Parelheiros como objeto de estudo para execução de seu projeto piloto, devido ao seu atual estado de desenvolvimento urbano, a execução de obras emergenciais e o planejamento de Parques Lineares. Este artigo apresenta uma caracterização detalhada desta bacia, levantando dados para futura modelagem hidrológica. Foi observado que trechos relevantes do Ribeirão Parelheiros e do Ribeirão Itaim, seu principal afluente, já foram canalizados seguindo estudos hidráulico-hidrológicos que não consideram a inclusão de SbN, ou intervenções descentralizadas na bacia. A canalização foi superdimensionada devido aos dados utilizados e considerou a calha do rio como o único elemento de condução e armazenamento na bacia. Posto este cenário, compreende-se a importância de realizar-se devido estudo baseados em modelagem matemática para a bacia estudada, permitindo o planejamento holístico da drenagem, integrada à paisagem, alinhado à preservação dos cursos d'água

1) Universidade Federal do ABC, centro de Engenharia, Modelagem e Ciência Sociais Aplicadas, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Av. dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha Santo André – SP CEP 09210-580. E-mail: nicolebusso@gmail.com

2) Universidade Federal do ABC, centro de Engenharia, Modelagem e Ciência Sociais Aplicadas, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Av. dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha Santo André – SP CEP 09210-580. E-mail: melissa.graciosa@ufabc.edu.br

e suas várzeas. Tal mudança de paradigma, em um município com a visibilidade e relevância de São Paulo, pode ajudar na disseminação do uso de SbN pelo território brasileiro e tornar nossas cidades mais resilientes e adaptadas.

Palavras-Chave – Planejamento Urbano, Bacia Hidrográfica Ribeirão Caulim/Parelheiros, Soluções de Drenagem Sustentáveis.

INTRODUÇÃO

O Município de São Paulo, pertencente a RMSP, principal aglomeração urbana da América do Sul, integrante da Macrometrópole Paulista, terceira maior mancha urbana do planeta, possui 25 bacias hidrográficas,[1] amplamente distintas entre si, morfológica e antropologicamente. Ranqueado como município mais populoso do Brasil, com cerca de 99,8% de sua população residindo em áreas urbanas [2], certas bacias hidrográficas ainda apresentam baixa densidade populacional e amplas áreas verdes. No entanto esse quadro vem se modificando com rapidez, devido às pressões de expansão da mancha urbana que ocorre muitas vezes de maneira desorganizada, não seguindo cenários ideais de planejamento urbano, o que torna urgente a intervenção pública em determinados pontos para proteger áreas de preservação permanentes ameaçadas. Além disso as técnicas utilizadas nas obras de drenagem vêm sendo replicadas seguindo os mesmos padrões de desnaturalização da calha e várzea do rio, o que leva aos problemas de drenagem urbanos já conhecidos como alagamentos e inundações. Portanto em bacias que ainda são majoritariamente rurais, existe um grande potencial de planejar a drenagem priorizando o uso de Soluções Baseadas na Natureza e Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana.

Neste contexto, o Projeto Territórios da Água, parceria entre a UFABC, a SVMA e o Observatório Ondas, que tem como objetivo a criação do Programa de Conservação e recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) no Município de São Paulo [3] e prevê a realização de um Projeto Piloto como uma de suas etapas. Foi selecionada a Bacia do Ribeirão Caulim/Parelheiros para ser seu objeto de estudo e através de análises urbanísticas e estudos hidrológicos prever cenários de intervenção que priorizem o uso de Soluções Baseadas na Natureza, infraestruturas verdes e azuis e técnicas não convencionais e sustentáveis de drenagem. A relevância desse estudo se dá por considerar toda a extensão da bacia para planejar as intervenções, uma vez que esse tipo de infraestrutura se faz eficiente quando implementado em rede, já que isoladamente sua capacidade de retenção e infiltração podem ser insuficientes para trazer um retorno positivo e relevante. Quando aplicadas sem a prévia análise hidráulico e hidrológica do real déficit de vazão da bacia, há uma alta probabilidade de não se mostrarem eficientes, o que pode acabar prejudicando a disseminação da aplicação dessas técnicas mais sustentáveis, que trazem múltiplos benefícios além da drenagem.

OBJETIVO

Realizar uma caracterização ambiental e urbana detalhada, com foco na drenagem da bacia do Ribeirão Caulim/Parelheiros. Através da: (i) realização de diagnóstico do uso e ocupação do solo da bacia; (ii) levantamento dos planos previstos para a região, que envolvam a criação de parques, áreas verdes e intervenções na rede de drenagem; (iii) visita técnica à pontos relevantes e (iv) análise dos planos e intervenções existentes.

METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico dos materiais e acervo disponíveis ao público sobre a bacia e documentos da Secretaria do Verde e Meio Ambiente acessados através de Reuniões do Projeto Territórios da Água e das discussões em torno do Projeto Piloto, agrupando todos os planos existentes de intervenção relacionados à drenagem e criação de áreas verdes que estejam inseridas em áreas de APP de margem de rios para a bacia do Ribeirão Caulim/Parelheiros. Utilizando dados cartográficos e técnicas de geoprocessamento, foi analisado o uso e ocupação do solo utilizando o QGis, gerando dados relevantes para a modelagem hidrológica que será o próximo passo do estudo da bacia para final criação de cenários de intervenção. Foram levantadas as legislações aplicáveis ao território da bacia, que permitem diagnosticar áreas em relação à gestão hídrica e territorial, áreas de mananciais, zoneamento municipal através do plano diretor e áreas de proteção ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Parelheiros pertence à Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, e está localizada na região extremo sul do município de São Paulo. O córrego que dá nome à bacia é o Ribeirão Parelheiros ou Caulim e seu principal afluente é o Ribeirão Itaim, destacados na bacia. O ponto exutório da bacia é a represa Guarapiranga, como observa-se na Figura 01.

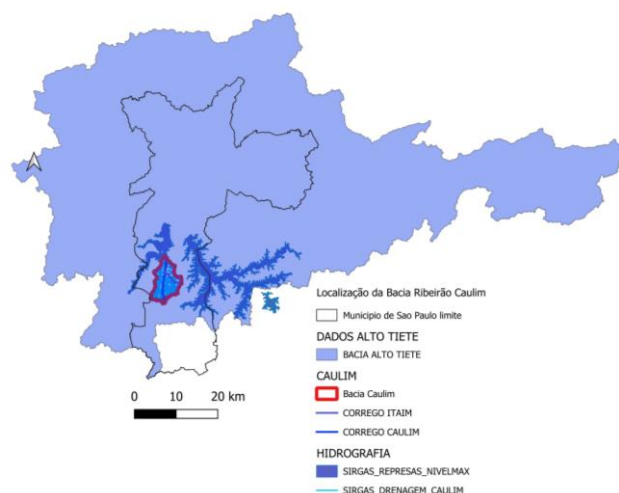


Figura 01 - Localização Bacia Ribeirão Parelheiros.

Está localizada no extremo sul do município de São Paulo, e devido à sua proximidade à Represa Guarapiranga, está totalmente inserida em Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais. Se trata de uma bacia majoritariamente rural, tendo 77,5% de sua área ocupada por atividades agrícolas, campos, chácaras, matas e áreas de reflorestamento com mais de 75% do seu território inserido em Áreas de Proteção Ambiental (APAS Bororé-Colônia e Embura-Jaceguava) e com cerca de 45% de seu território com previsão de implantação de Parques, como se vê na Figura 02.

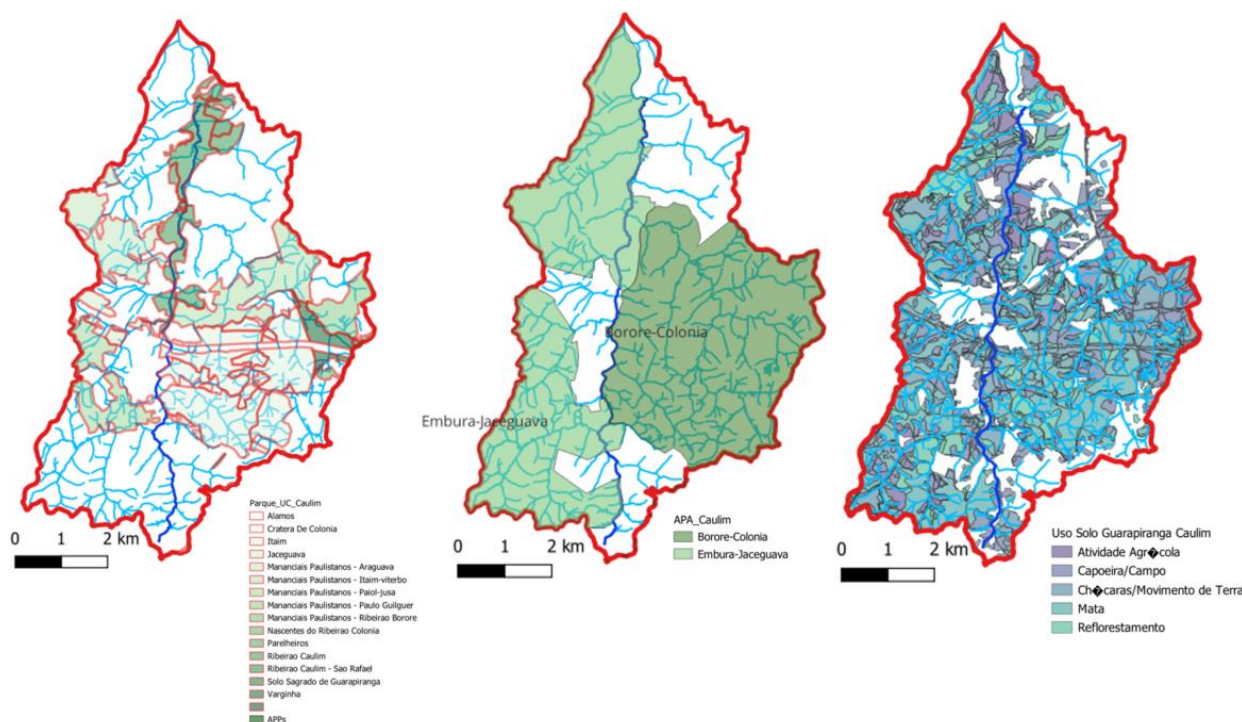


Figura 02 – Parques Previstos, Áreas de Proteção Ambiental e Áreas Rurais no território para Bacia Hidrográfica Caulim/Parelheiros.

Está prevista para a região a implantação de dez parques apresentados na Tabela 01, de maior para menor área, sendo que o Parelheiros, Itaim, Caulim (núcleo São Rafael), Nascentes do Ribeirão Colônia, já foram inaugurados.

Tabela 01 – Parques Inseridos na Bacia do Ribeirão Parelheiros/Caulim. [5]

Nome	Estado Atual	Legislação	Área m ²
Mananciais Paulistanos	Decreto de Desapropriação	Decreto Nº 63.167, de 21 de fevereiro de 2024	7744175,54
Itaim	Planos de Manejo aprovados através da Resolução SVMA/CADES Nº 285 de 11 de dezembro de 2024	Decreto Nº 53.227, de 20 de junho de 2012	6679720,39
Ribeirão Caulim	Fase 02 e 03 de Obras	Decreto Nº 49.528, de 28 de maio de 2008	2915225,93
Varginha	Plano de Manejo aprovado	Decreto Nº 52.973, de 14 de fevereiro de 2012	658012,45
Jaceguava	Plano de Manejo aprovado	Dec. 52.974/12	498918,92
Cratera De Colônia	Proposto	Lei n º17.975 de 8 de julho de 2023	29417,05
Alamos	Proposto	Lei n º17.975 de 8 de julho de 2023	25747,19
Parelheiros	Inaugurado em 04/11/2007	Decreto Nº 50.886 de 28 de setembro de 2009	17373,76
Nascentes do Ribeirão Colônia	Inaugurado	Dec. 57.670/17	7552,42
Solo Sagrado de Guarapiranga	Proposto	Port. SVMA 73/22 e 32/23	1227,17

Com destaque ao Parque Linear Ribeirão Parelheiros/Caulim, Figura 03, que se encontra em fase de implementação e através da Portaria Conjunta SVMA/SEHAB-Mananciais nº10 de 16 de Agosto de 2024, tem garantido que as diretrizes de seu projeto deverão estar alinhadas com conceitos de drenagem urbana sustentável, com soluções que busquem minimizar o impacto ao meio ambiente à fauna e flora da região, ao mesmo tempo que propiciem espaços com qualidade paisagística para os usuários do futuro parque linear.

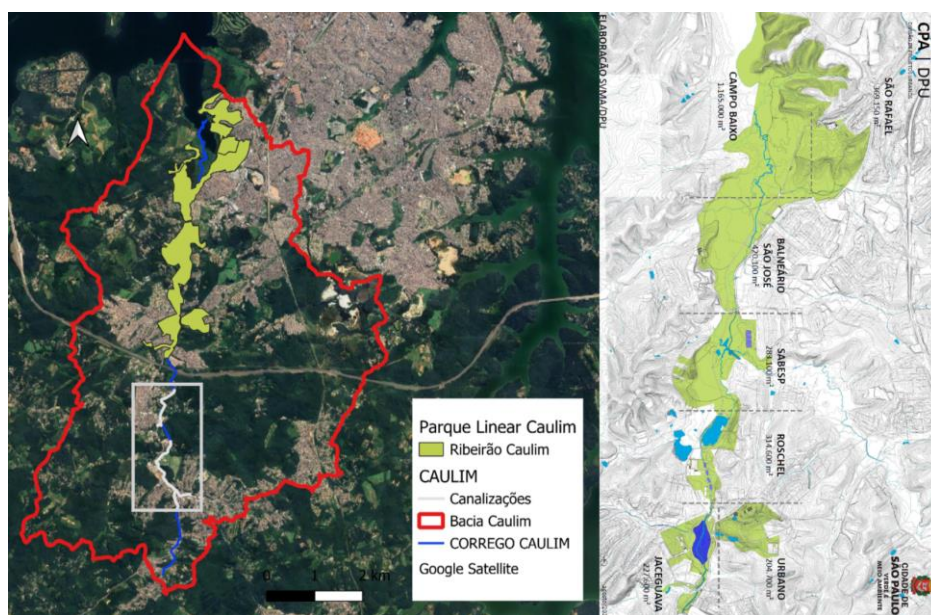


Figura 03 – Área Prevista para Implantação do Parque Linear Caulim, trechos canalizados e Divisão dos Núcleos do Parque.

Tal resolução estabelece que deverão ser levados em consideração a parceria entre a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SVMA, a Universidade Federal do ABC e o Observatório Nacional dos Direitos à Água e do Saneamento (Ondas), com pesquisas financiadas pela FAPESP ao projeto “Territórios da Água: Estratégias de Conservação e Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Município de São Paulo”, entre outros planos Municipais, como PLANPAVEL, PMMA, LPUOS, Plano de Manejo das APA-BC.

Portanto a execução das próximas fases do Parque, contará com assessoria da equipe do Projeto “TdA” e será também seu objeto de estudo, uma vez que está previsto em seu escopo a realização de um Projeto Piloto, tendo sido essa bacia escolhida devido ao seu atual estado de urbanização, pela existência de planos de intervenção, pressão de expansão da mancha urbana, e execução de obras emergenciais, o que torna a ação neste momento oportuna para garantir que o desenvolvimento da rede de drenagem da bacia se dê de maneira sustentável.

À montante da área do Parque, ao sul do Rodoanel, destacado na Figura 04, já foi implementado o Projeto Estrutural de Canalização do Caulim, baseado em um estudo hidrológico realizado em 2023, para atender o Programa de Saneamento Ambiental dos Mananciais do Tietê Jardim Santa Teresinha, que considerou para estimativa das vazões um coeficiente de escoamento para TR100 de 0,89, e tempo de retorno de 100 anos, o que pode superestimar os resultados encontrados. Para o estudo hidráulico foi considerado CN, curve number, de 0,80, seguindo uma previsão para a sub-bacia da Guarapiranga, que abrange uma área maior à Bacia do Parelheiros, do Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais [6] para as condições futuras das sub-bacias no

Município de São Paulo, onde também consta que: “Essa estimativa não deve ser tomada como um prognóstico científico, que seria inviável em face da complexidade do problema”.

De acordo ainda com o mesmo manual, C acima de 0,89 representam áreas de ruas e estradas pavimentadas, estacionamentos pavimentados ou telhados, áreas comerciais com mais de 85% de impermeabilização e ainda de acordo com a Diretriz DH03 do Município de São Paulo, citada no mesmo estudo hidrológico, apenas para zonas de edificação muito densa, partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas deve-se usar C de 0,7 à 0,95.[7]

Ainda que se considere cenários de maior ocupação do solo devido à tendência crescente de expansão da mancha urbana, o C considerado representa altos níveis de impermeabilização do solo, o que leva à uma extrapolação dos valores de escoamento superficial, e conseqüentemente uma superestimação da vazão e superdimensionamento da calha do projeto, apresentado na Figura 05, onde a altura dos taludes varia de 3,0 à 3,5m metros de altura e a sua largura varia de 6,5 à 11,5m para toda extensão do canal. Uma vez que não foi previsto no estudo nenhuma outra infraestrutura para armazenamento, como piscinões ou SbN, a calha do rio cumpre funções de condução da vazão e armazenamento para todo o déficit calculado para bacia.

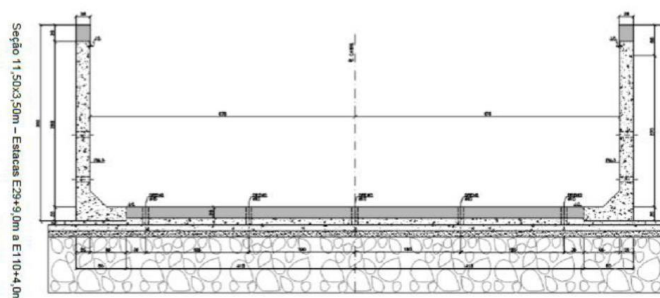


Figura 05 - Seção Transversal de um dos trechos de canalização

A obra, portanto, segue os modelos de engenharia tradicional aplicando apenas infraestrutura cinza, utilizando canalizações com seções transversais retangulares, ampliando a calha do curso d'água principal, revestido por concreto em seus taludes e em seu leito. Ressalta-se que um trecho de margens preservadas, destacado em vermelho na Figura 06, foi incluído no projeto, causando desmatamento da mata ciliar existente na várzea natural para realização da obra de canalização, observado durante a visita técnica realizada em 11 de abril de 2025, no ponto 3, com mostra a Figura 08.

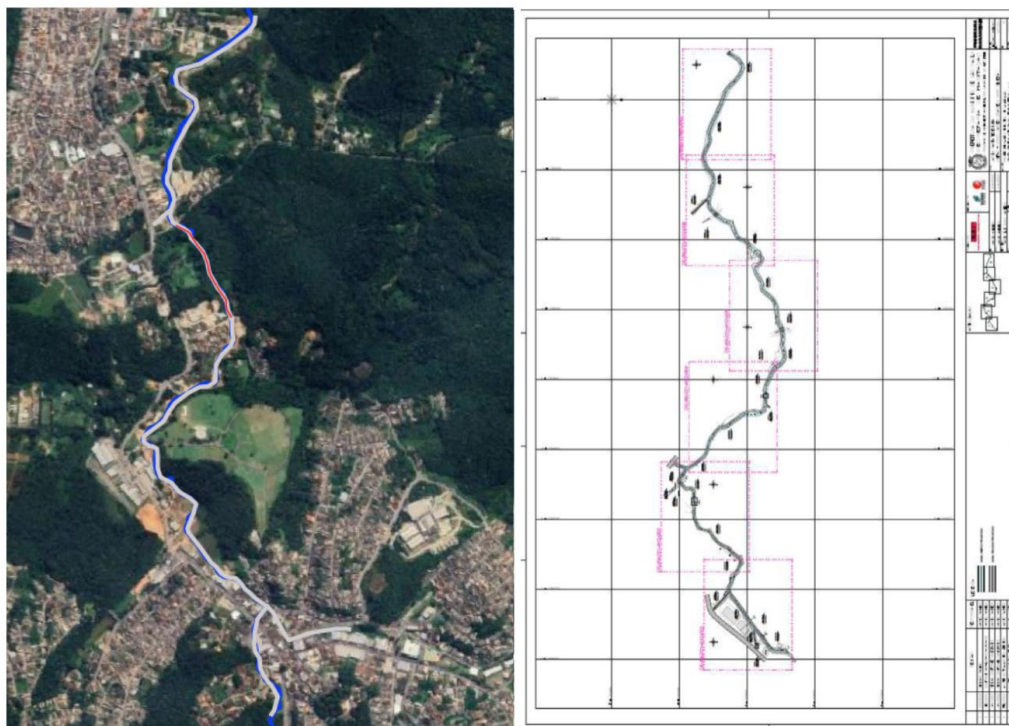


Figura 06 – Trechos com obras finalizadas e Projeto de Canalização apresentado à SVMA/SEHAB.

Durante a visita também foi observado outro ponto de canalização no Ribeirão Itaim, que tem início no ponto 6 e aparentemente tem seu término no ponto 7, sendo um outro trecho significativo de intervenção de drenagem urbana na bacia realizado sem considerar a inclusão de técnicas sustentáveis, replicando ainda um antigo paradigma. As imagens de satélite mais recentes não mostram esses pontos canalizados verificados durante a visita e o acesso à área é restrito, portanto, só foi possível observar o trecho de início e fim do trecho, supondo que a canalização siga toda a extensão do Ribeirão Caulim entre os pontos 6 e 7.

No ponto 07 à leste da Estrada Turística de Parelheiros observa-se o fim de um trecho canalizado, enquanto à oeste as margens encontram-se bem preservadas, e o córrego Itaim segue por um trecho de mata até desaguar no Ribeirão Parelheiros. No ponto 4, observa-se uma densa ocupação de baixa renda que estrangulou o córrego, que chega a ser coberto por passarelas de madeira e concreto na Travessa Canal. O córrego encontra-se assoreado e com alta presença de resíduos sólidos e ligações clandestinas de esgoto.

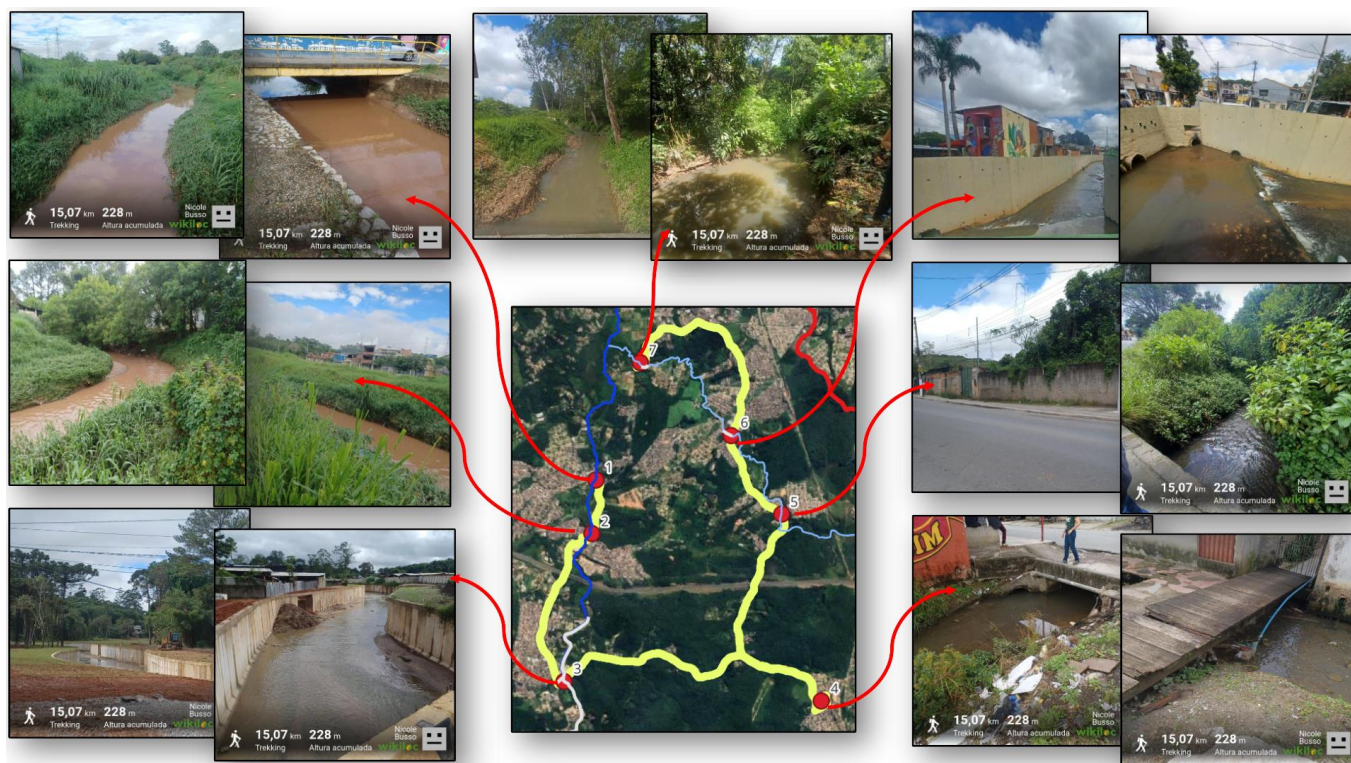


Figura 07 - Fotos Tiradas durante a visita técnica em 11 de Abril de 2025.

Ao término do trecho do Ribeirão Parelheiros já canalizado é possível observar sinais de assoreamento, Figura 08, na calha do córrego, o que pode acontecer também ao trecho do Ribeirão Itaim que atravessa a Estrada Turística de Parelheiros.



Figura 08 - Sinais de assoreamento à jusante do trecho canalizado do Ribeirão Parelheiros.

Considerando a substituição de um canal natural principal com trechos lentos, ervas daninhas, poças profundas, que apresenta um Coeficiente normal de Manning de 0,07, por um canal revestido por cimento pré-moldado, com CF normal de 0,020[8], houve uma redução de 72% do CF, o que implica na redução da resistência ao fluxo, resultando em maior velocidade e capacidade de carreamento de sedimentos. Esse cenário é abruptamente invertido ao término da canalização, o que acarreta o assoreamento do trecho.

Entre o ponto 02 e o ponto 01, está previsto a implantação de um reservatório no Núcleo Jaceguava do Parque Linear Caulim, como se vê na Figura 09, com características mais naturalizadas, porém não foram apresentados estudos hidrológicos da bacia para dimensionamento deste reservatório até o momento e este não foi levado em consideração ao se projetar a calha do trecho canalizado.



Figura 09 – Projeto Parque Linear Caulim Núcleo Jaceguava.

O núcleo São Rafael, próximo a uma área urbana densa de baixa renda, já foi inaugurado, contando com 9.700 m² de área [5] e equipamentos esportivos, ocupa uma área estratégica, impedindo o avanço da ocupação em direção à represa, Figura 10, como já se observa em áreas adjacentes ao parque, o que ressalta a importância da breve implantação das demais áreas deste mesmo núcleo e do núcleo Campo Baixo, que cumprirão função de barreira física, protegendo as margens da represa.

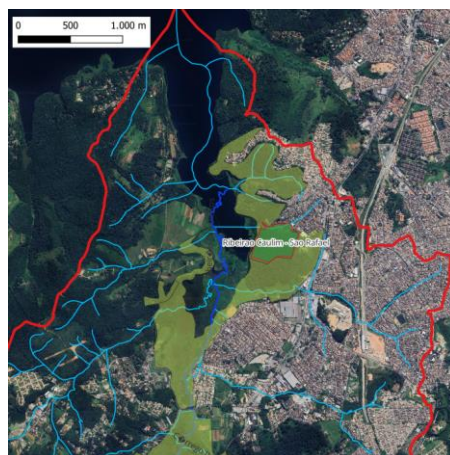


Figura 10 - Núcleo São Rafael do Parque Ribeirão Caulim destacado ao lado direito do braço da represa Guarapiranga e demais áreas designadas para implementação do Parque Linear Caulim.

CONCLUSÃO

Posto este cenário da bacia hidrográfica do Caulim/Parelheiros é possível notar o conflito de paradigmas de drenagem dentro da bacia, onde inovação e adoção de tecnologias mais sustentáveis ainda perdem espaço para replicação das obras de engenharia tradicionais. Em uma bacia que apresenta potenciais tão grandes de preservação, devido à grande presença de áreas de mata preservada e grandes áreas disponíveis para intervenções sustentáveis, é de suma relevância atuar com brevidade, uma vez que há uma grande pressão de expansão da mancha urbana, o que pode

implicar em ocupação de áreas que poderiam ser preservadas ou destinadas à sistemas de drenagem sustentável. A inclusão do TdA no planejamento das próximas fases do Parque Linear Caulim garante que a planejamento terá um olhar integrado, considerando: a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, os futuros impactos da ação antrópica e a inclusão e priorização de soluções baseadas na natureza, garantindo que obras como as que já foram realizadas na bacia, não sejam realizadas sem devido estudo de alternativas e consideração das suas eficiências, usos múltiplos e benefícios oferecidos à população.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, e a todos os pesquisadores envolvidos no projeto intitulado “Territórios da Água: Programa de Conservação e Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Município de São Paulo”, nº2023/10072-0.

REFERÊNCIAS

- [1] Governo do Estado de São Paulo. Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, 2025. Região Metropolitana de São Paulo. Disponível em: <https://rmsp.pdui.sp.gov.br/?page_id=127>. Acesso em: 23 de junho de 2025.
- [1] USP e FFLCH. Centro de Estudos da Metrópole, 2022. Base cartográfica em formato shapefile das bacias hidrográficas da RMSP. Disponível em: <<https://centrodametropole.fflch.usp.br/pt-br/node/10429>>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas, 2024. Estimativas da População. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html/>> Acesso em 23 de junho de 2025.
- [3] Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2025. Projeto Territórios da Água. Disponível em: <[https://capital.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/projeto-territ%C3%B3rios-da-%C3%A1gua#:~:text=O%20projeto%20Territ%C3%B3rios%20da%20%C3%81gua%20prop%C3%B5e%20a%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20do%20Programa,SVMA\)%20e%20o%20Observat%C3%B3rio%20Nacional](https://capital.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/projeto-territ%C3%B3rios-da-%C3%A1gua#:~:text=O%20projeto%20Territ%C3%B3rios%20da%20%C3%81gua%20prop%C3%B5e%20a%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20do%20Programa,SVMA)%20e%20o%20Observat%C3%B3rio%20Nacional)>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [4] Prefeitura de São Paulo. Legislações, 2024. Resolução SVMA/CADES nº285 de 11 de Dezembro de 2024. Disponível em: <<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/resolucao-secretaria-municipal-do-verde-e-do-meio-ambiente-svma-cades-285-de-11-de-dezembro-de-2024/>>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [5] Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2025. Parques Zona Sul. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/parques/regiao_sul/324427>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [5] Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2025. Parque Natural Municipal Itaim. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/unid_de_conservacao/parques_naturais/42075>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [6] Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2012. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/licenciamento/w/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/49018>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [7] Prefeitura de São Paulo. Secretaria de Vias Públicas, 1999. Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos. Disponível em: <https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/DRENAGEM%20URBANA/dh-h03_diretrizes_de_projeto_para_estudos_hidrologicos_metodo_racional.pdf>. Acesso em 23 de junho de 2025.
- [8] Corvallis Forestry Research Community. Hydraulic Reference, 2006. Disponível em: <https://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm>. Acesso em 23 de Junho de 2025.