



PROJETO DE MACRODRENAGEM DO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA AS
BACIAS DO RIBEIRÃO DO OURO, CÓRREGO DA
SERVIDÃO E CÓRREGO CAPÃO DO PAIVA
PRFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA E
SUCOCITRICO CUTRALE LTDA

ARARAQUARA, SP



ENGCONSULTORIA

Revisão 00 - Maio, 2023

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. RESUMO E JUSTIFICATIVAS DO PROJETO	10
3. Problemas relacionados à macrodrenagem	13
4. Problemas relacionados AO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	24
5. objetivos e metodologia	26
6. ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	34
6.1. Metodologia de Cálculo – Método SCS	34
6.2. Período de Retorno	42
6.3. Intensidade de chuva	42
6.4. Determinação Da Declividade Equivalente Do Talvegue.....	42
6.5. Tempo de concentração (t_c).....	44
6.6. Vazões de Projeto – Análises Iniciais.....	46
6.7. Reservatórios de Detenção	48
6.8. Vazões de Projeto – Resultados	55
ANEXO 1 - COMPILADO DE MATÉRIAS DE IMPRENSA LOCAL, SOBRE AS INUNDAÇÕES E OCORRIDAS NOS TRECHOS ESTUDADOS E O HISTÓRICO DE COMUNICAÇÕES COM A DEFESA CIVIL MUNICIPAL	58
ANEXO 2 – HIDROGRAMAS OBTIDOS PARA AS SEÇÕES PRINCIPAIS DE ACORDO COM OS ESTUDOS HIDROLÓGICOS	93

1. INTRODUÇÃO

A Prefeitura Municipal de Araraquara e a Cutrale juntaram forças para ajudar o município a resolver um de seus principais problemas atuais, relacionado à Macrodrenagem de seus principais cursos d'água que cruzam a malha urbana do município.

A Bacia do Ribeirão do Ouro, um dos mais importantes e maiores cursos d'água de Araraquara engloba as bacias do Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva, sendo que todos eles têm suas nascentes dentro do território de Araraquara, e a foz do Ribeirão do Ouro ocorre junto ao Ribeirão do Chibarro, tributário do Rio Jacaré-Guaçu, bacia do Rio Tietê.

Outro aspecto importante é a disposição desses três córregos, que cruzam a área urbana em sua ocupação mais antiga no município, sobretudo o Córrego da Servidão cuja canalização em contorno fechado possibilitou a implantação da principal via do município, a Av. Maria Antônia Camargo de Oliveira conhecida como Via Expressa e que liga o sul e o norte da área urbana de Araraquara, além de ser importante viário de ligação regional.

Esse Córrego da Servidão, canalizado há mais de 60 anos em grande parte, tem sido objeto de preocupação do Poder Público e da população, pois, a intensa urbanização de sua bacia e os regimes hidrológicos atuais, com acentuação dos picos de chuvas críticas têm colocado em risco a integridade de suas estruturas devido às elevadas vazões escoadas por seu canal (em contorno fechado).

Dessa forma, a correta avaliação da capacidade de escoamento desse canal, bem como a integridade de suas estruturas é fundamental para que se possa manter o intenso fluxo de transportes viários na avenida existente ao longo do córrego.

Da mesma forma, o desenvolvimento urbano na bacia do Ribeirão do Ouro tem indicado que a calha do rio existente, em parte canalizada com seção trapezoidal mista entre concreto e terra, e em parte em canal natural, está no limite de sua capacidade quando se observam as chuvas críticas precipitadas sobre o município.

Esse problema é agravado pois, além dos riscos de transbordamento da calha do Ribeirão do Sul devido às chuvas intensas, os riscos de solapamento de suas margens podem culminar no rompimento do principal emissário de esgoto bruto do município, que segue até a ETE Araraquara passando pela margem direita do Ribeirão do Ouro ao longo da Via Expressa.

Devido à importância desse emissário, um extravasamento ou rompimento pode acarretar
severos

problemas de contaminação do curso d'água e, se ocorrer durante enchentes, pode causar a contaminação e ser responsável pelo alastramento de doenças de veiculação hídrica em grande parte da população.

Ainda no trecho mais crítico do Ribeirão do Ouro, com relação à incapacidade do Sistema de Macrodrenagem existem dois sifões invertidos do Sistema de Esgotamento Sanitário que estão constantemente em risco, e devem ser substituídos imediatamente para mitigar os riscos de contaminação pelo esgoto sanitário transportado.

No mesmo sistema de macrodrenagem, tem-se o Córrego Capão do Paiva, com urbanização mais recente, e que tem apresentado problemas sérios de falta de capacidade de escoamento das vazões, sobretudo em seu trecho final, junto à foz no Ribeirão do Ouro, onde atravessa sob a Via Expressa por um sistema de tubulação completamente subdimensionado, gerando alagamentos à montante e sobre a pista em eventos de chuvas intensas.

As figuras a seguir apresentam a localização dos córregos estudados, suas bacias de contribuição, as manchas de alagamento e principais estruturas e vias que são objeto dos presentes estudos, cujo principal objetivo é a solução dos problemas de macrodrenagem do Ribeirão do Ouro, Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva, em definitivo, considerando-se o horizonte de projeto de 50 anos, e mitigação dos riscos associados à contaminação das águas pluviais pelo esgoto sanitário transportado ao longo e através da calha do Ribeirão do Ouro pelo emissário de esgoto bruto e os sifões invertidos que com ele se interligam.



Figura 1. Localização do município de Araraquara, SP.

Fonte: Adaptado do Google Earth



Figura 2. Mapa das UGRHs do Estado de São Paulo.

Fonte: Adaptado de Mapa das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI – IGC-SP.



Figura 3. Mapa Hidrográfico da Bacia da UGRHI 13 – Tietê-Jacaré

Fonte: Adaptado de www.sigrh.sp.gov.br

A Figura 04 a seguir apresenta os traçados das bacias consideradas até as seções de controle para os estudos hidrológicos.

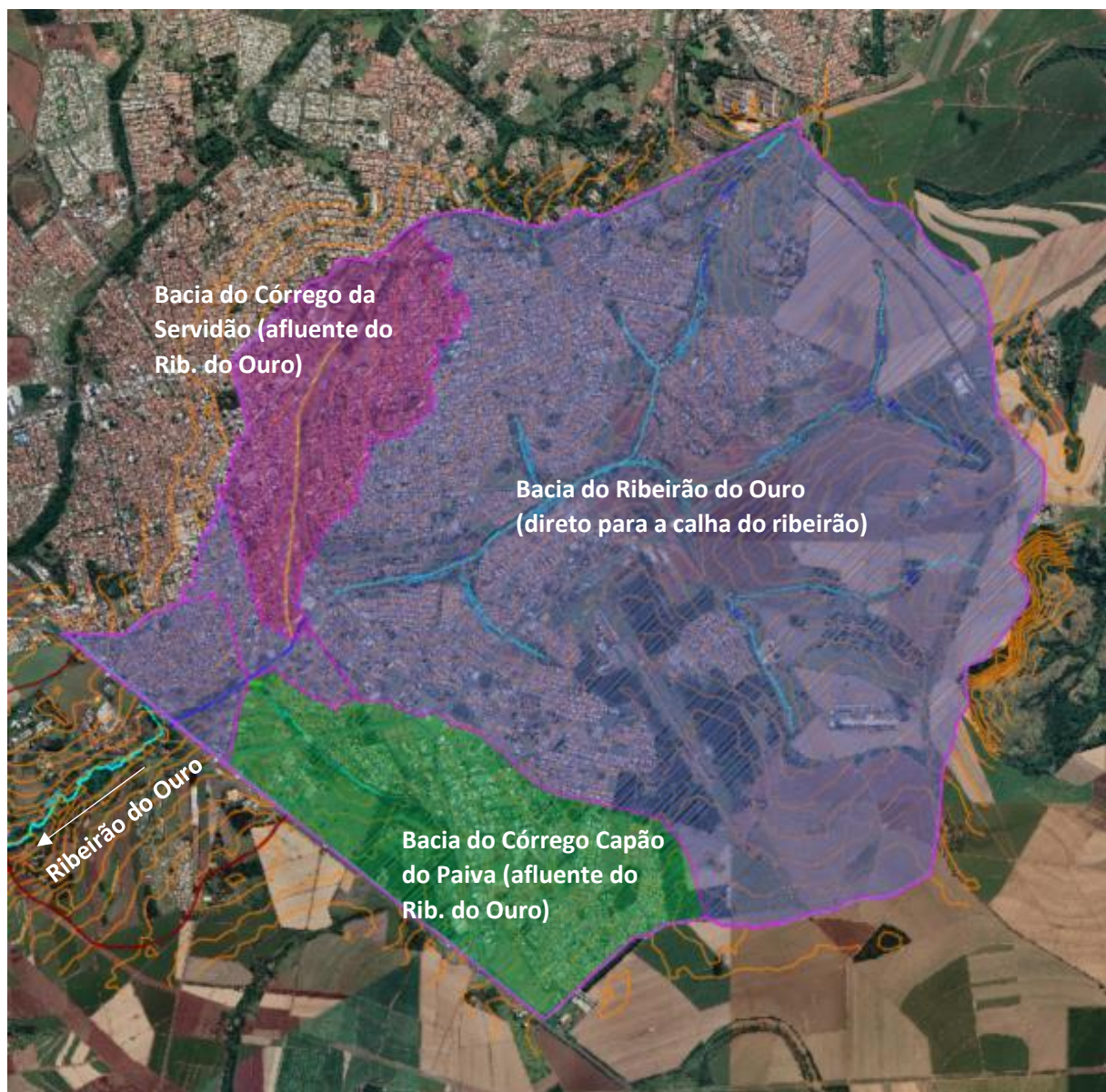


Figura 4. Traçado das Bacias de Contribuição para os córregos estudados.



-  Trecho do Ribeirão do Ouro estudado
-  Trecho do Córrego da Servidão estudado
-  Trecho do Córrego Capão do Paiva estudado

Figura 5. Trechos dos Mananciais estudados

A Figura 05 apresenta os trechos dos mananciais estudados, conforme as intervenções imediatas necessárias para sanar os problemas de alagamentos, inundações e riscos de rompimento de canais, pontes e tubulações de esgoto sanitário, porém, os estudos não se limitaram a estes trechos, tendo sido estudadas todas as bacias, conforme apresentado adiante nos estudos hidrológicos.

A Figura 06 a seguir apresenta as manchas de alagamento observadas e as áreas de riscos de rompimento das estruturas de canais, do emissário e dos sifões invertidos a serem estudadas, de forma a se solucionar os problemas atualmente observados.



Figura 6. Manchas de alagamento devido à inadequação dos canais existentes à quantidade de água escoada durante chuvas intensas e áreas de risco de rompimento das estruturas de canais e pontes devido ao excesso de vazões.

2. RESUMO E JUSTIFICATIVAS DO PROJETO

De acordo com os estudos hidrológicos apresentados adiante neste documento, verificou-se que a vazão atual que escoia pela bacia do Ribeirão do Ouro e que provoca as enchentes relatadas é igual a 308,26 m³/s na seção de controle estabelecida pela Travessia do Ribeirão do Ouro sob a SP-310 (Seção Os4). Para os cálculos considerando-se a situação futura de impermeabilização, obteve-se a vazão futura de 420,68 m³/s escoando para a mesma seção na bacia.

Da forma como estão configurados os canais do Ribeirão do Ouro e do Córrego da Servidão atualmente, nenhum deles é adequado ao escoamento sequer das vazões atuais, tendo em vista que a seção do Ribeirão do Ouro é mista entre canal totalmente natural (sem revestimento), e canal com fundo de concreto e paredes sem revestimento, sempre com seções insuficientes, e o canal do Córrego da Servidão também tem seções de contorno fechado de diversos tamanhos e compostas por materiais diferentes, com muitos trechos que restringem a passagem das vazões de pico calculadas para a situação atual de impermeabilização.

Conforme os estudos hidráulicos e de composição do sistema de macrodrenagem futuro para essa bacia, também apresentados adiante, verificou-se que a inclusão de 04 reservatórios de retenção de cheias em pontos estratégicos junto ao Ribeirão do Ouro e seus Afluentes, é fundamental para promover a redução da vazão de pico futura para 291,45 m³/s, o que significa cerca de 30,7% de amortecimento dos picos de vazão na área mais crítica da bacia atualmente. No entanto, grande parte da redução dos picos e vazão pelas ações dos reservatórios de retenção de cheias somente será efetiva para as vazões futuras, pois os locais nos quais esses reservatórios são possíveis de serem implantados são atualmente áreas pouco impermeabilizadas.

Nos projetos, prevê-se a implantação dos reservatórios de retenção de cheias, buscando-se maximizar a retenção de picos de cheias, eliminando-se as possibilidades de alagamentos para chuvas críticas com Período de Retorno de 100 anos, e já sendo considerada a situação de saturação de ocupação de toda a bacia, para que não sejam necessárias novas intervenções nesses canais no futuro.

Como uma forma de se evitar novas tragédias no município decidiu-se pela ampliação dos novos canais, ampliação das seções das pontes, juntamente com os reservatórios de retenção, dimensionados para as vazões futuras considerando-se o amortecimento, e, prevendo-se a implantação dos reservatórios de forma integrada e completa.

É importante ainda frisar que todos os reservatórios de retenção de cheias previstos são parte essencial e indispensável do sistema de macrodrenagem proposto, pois, os canais estão sendo projetados para 291,45 m³/s (após amortecimento) e a vazão de pico calculada sem amortecimentos na bacia é de 420,68 m³/s, o que certamente acarretará novas tragédias, caso não sejam executados todos os reservatórios de amortecimento na bacia acompanhando o desenvolvimento urbano.

Outro aspecto importante sobre os canais projetados é a necessidade de se manter a calha do canal do Ribeirão do Ouro ampliada viável entre ambas as pistas da Via Expressa. Para isso, foi necessária a previsão de canais de concreto executados com concreto de alta resistência, capaz de suportar as velocidades elevadas geradas pelo escoamento das vazões calculadas. Dessa forma, a canalização garantirá também a estabilidade das margens e a capacidade de suportar as elevadas vazões escoadas pela bacia, por canais com seções transversais adequadas.

No leito do Córrego da Servidão (canal de contorno fechado), os princípios utilizados nos projetos foram os mesmos. Buscou-se solucionar com a ampliação do canal no trecho crítico atualmente cadastrado para se solucionar os graves problemas de enchentes e riscos atuais. Da mesma forma como para o Ribeirão do Ouro, no Córrego da Servidão, para que a vazão futura seja adequadamente escoada, mesmo com a ampliação de parte do canal atual, será necessária a implantação de um reservatório de retenção de cheias que promova a redução de 76,57 m³/s (vazão de pico futura calculada sem reservatório), para 56,11 m³/s (vazão de pico futura calculada com reservatório), configurando amortecimento de 26,7% do pico de cheias gerado durante chuvas críticas com Período de Retorno de 100 anos.

No caso do Córrego da Servidão, como trata-se de canalização antiga, além das ampliações nos trechos de seção transversal inadequadas previstas, e do reservatório de retenção de cheias a ser executado nos próximos anos, são necessários revestimentos internos das paredes e fundo do canal existente, que se encontra bastante danificado. Esse revestimento proporcionará aumento da capacidade de escoamento em diversos trechos, possibilitando a solução imediata

contra os alagamentos e enchentes observados diversas vezes por ano na Via Expressa que corre sobre o canal do Córrego da Servidão.

No trecho inicial do Córrego da Servidão, conforme verificado nos cálculos e in loco, os maiores problemas relacionados aos alagamentos estão pautados no sistema de microdrenagem que é antigo e insuficiente, fazendo com que grande parte do escoamento seja realizada superficialmente até as pistas da Via Expressa, ocasionando lâminas d'água elevadas nas pistas e que colocam em risco os usuários da via.

No Córrego Capão do Paiva, existem 04 tubos de DN 1200 mm que são responsáveis pela travessia do córrego sob a Via Expressa junto a sua foz no canal do Ribeirão do Ouro. Esses 04 tubos estão muito aquém da capacidade necessária, e deverão ser substituídos por duas linhas de aduelas de seção retangular com 3,5 m de base e 3,0 m de altura para suportar as vazões futuras escoadas na bacia.

Ainda são parte integrante do Projeto a substituição de 03 pontes ao longo da Via Expressa para a ampliação do Canal do Ribeirão do Ouro, e a ampliação da travessia existente sob a Rodovia SP-310, que é determinante para o sucesso do projeto, tendo em vista que atualmente constitui a maior restrição ao escoamento no leito do Ribeirão do Ouro, e que, com base nas vazões futuras, acarretaria grandes catástrofes se não tiver sua seção ampliada.

Essa travessia executada em fases distintas, possui atualmente uma seção abobadada e outra circular, as quais são insuficientes ao escoamento das vazões atuais, e que, para as vazões futuras, mesmo com a implantação de reservatórios causam o represamento do Ribeirão do Ouro, colocando em risco de alagamentos todo o trecho da Via Expressa desde a Rodoviária de Araraquara até a SP-310. A ampliação dessa travessia é extremamente importante para o sucesso do projeto, e está sendo proposta a execução de um tubo ARMCO adicional com 5,0 m de diâmetro, revestido com argamassa de concreto.

Além das medidas de ampliação dos canais, implantação dos reservatórios de retenção de cheias e ampliação de travessias, estão previstas no âmbito deste projeto a execução de medidas sócio-ambientais, implantação de Parques Lineares Urbanos e equipamentos de lazer e esportivos juntamente com as obras de contenção de enchentes.

3. PROBLEMAS RELACIONADOS À MACRODRENAGEM

Conforme comentado anteriormente, devido ao fato de que os canais dos córregos estudados estarem localizados nas áreas mais antigas do município, suas estruturas foram implantadas há muitos anos, e, devido à crescente urbanização do município, não conseguiram acompanhar o aumento da impermeabilização do solo e dos picos de vazões escoados para as calhas desses mananciais.

Ao longo dos últimos 5 anos, tem-se observado riscos de rompimento das estruturas do canal de contorno fechado do Córrego da Servidão, cuja construção alterna diversos trechos com seções transversais distintas e diferentes tipos de materiais e sistemas construtivos, incluindo pedra argamassada (trechos mais antigos).

Nos trechos do Ribeirão do Ouro, com canal aberto, existem também diversas variações de seção transversal e tipologias construtivas, além de trechos em canal natural, sendo que as travessias de viários existentes também constituem pontos de atenção, pois as restrições promovidas ao escoamento das vazões de pico são fatores geradores de elevações de nível d'água e transbordamento do canal.

O Córrego Capão do Paiva tem, em sua foz, uma travessia sob a Via Expressa que está subdimensionada, e como esta bacia ainda está em franca expansão de sua urbanização, certamente são necessários estudos para o último trecho do córrego e a travessia em questão. Dados os problemas existentes, montou-se conforme apresentado no Anexo 1, um compilado de matérias de imprensa local, sobre as inundações e ocorridas nos trechos estudados e o histórico de comunicações com a Defesa Civil Municipal, e apresentam-se a seguir as imagens principais obtidas na internet sobre os alagamentos nas vias marginais dos córregos estudados.



Figura 7. Vista aérea de alagamento ocorrido na Via Expressa nas proximidades da rodoviária de Araraquara.



Figura 8. Vista dos alagamentos na Via Expressa e do canal do Ribeirão do Ouro praticamente transbordando durante chuva intensa.



Figura 9. Vista dos alagamentos na Via Expressa e do canal do Ribeirão do Ouro transbordando durante chuva intensa.



Figura 10. Vista 1 do escoamento no Canal do Ribeirão do Ouro após o fim das chuvas.



Figura 11. Vista 2 do escoamento no Canal do Ribeirão do Ouro após o fim das chuvas.



Figura 12. Vista de outro momento em que o canal do Ribeirão do Ouro não suportou as vazões escoadas pela bacia.



Figura 13. Vista da confluência entre o Córrego Capão do Paiva e o Ribeirão do Ouro, sendo que devido à insuficiência da seção de vazão da travessia do córrego sob a Via Expressa, a água passou por cima da pista.



Figura 14. Vista da confluência entre o Córrego Capão do Paiva e o Ribeirão do Ouro, em outro momento, colocando em risco os usuários da via, quando que devido à insuficiência da seção de vazão da travessia do córrego sob a Via Expressa, a água passou por cima da pista



Figura 15. Vista da confluência entre o Córrego Capão do Paiva e o Ribeirão do Ouro, interditada de devido à insuficiência da seção de vazão da travessia.



Figura 16. Sequência de imagens de vídeo mostrando a situação de risco e as inundações na região devido à insuficiência das estruturas de macrodrenagem dos córregos Capão do Paiva e Ribeirão do Ouro.



Figura 17. Vista da Via Expressa sobre o Córrego da Servidão (canalizado com seção de contorno fechado) em dia normal, sem chuva.



Figura 18. Vista do mesmo local, logo após findada uma chuva crítica, com intenso alagamento do local e risco à população.



Figura 19. Vista da Via Expressa, na região do terminal de ônibus urbanos durante uma chuva intensa, com alagamento em ambas as pistas e interdição completa da via.

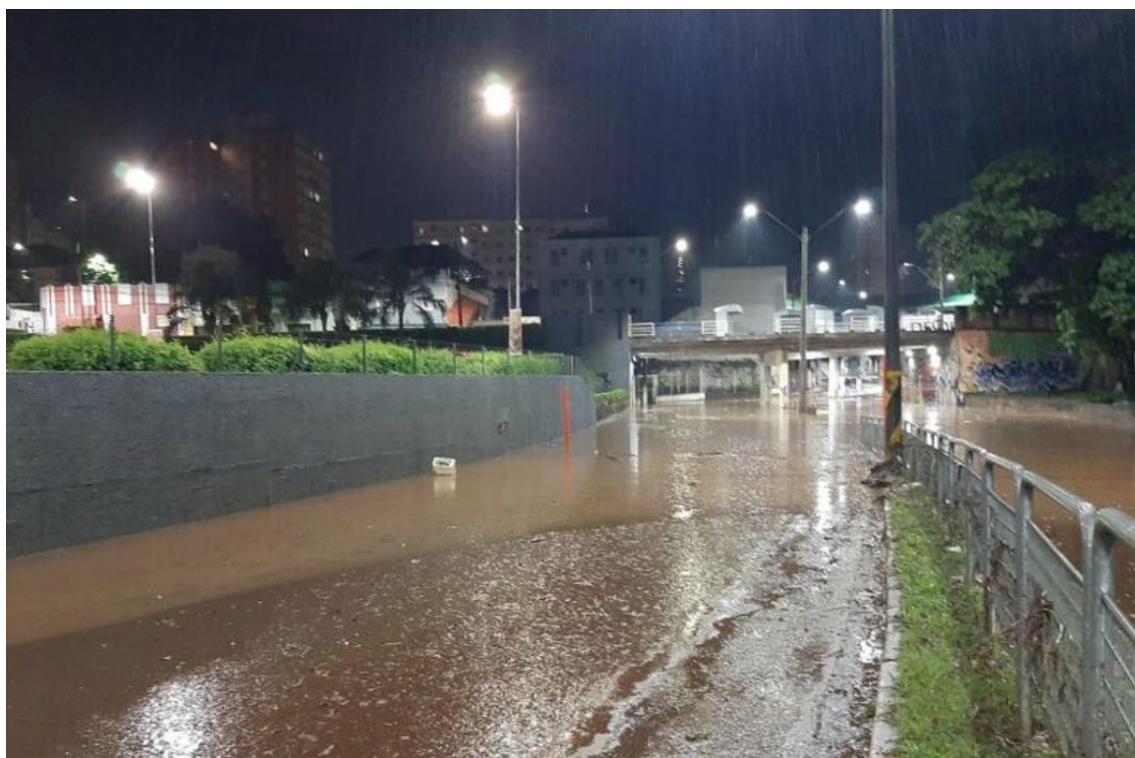


Figura 20. Vista 2 da Via Expressa, na região do terminal de ônibus urbanos durante uma chuva intensa, com alagamento em ambas as pistas e interdição completa da via



Figura 21. Vista do mesmo local sob o terminal de ônibus urbano, após findada uma chuva intensa, com a destruição do pavimento e carreamento de materiais sólidos de grandes dimensões que colocam em risco a população.



Figura 22. Vista de alagamento em outro ponto da Via Expressa sobre o Córrego da Servidão.



Figura 23. Vista de alagamento em outro ponto da Via - proximidades da RUMO Logística.



Figura 24. Vista de alagamento em outro ponto da Via - proximidades do Supermercado Savegnago.

4. PROBLEMAS RELACIONADOS AO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

De acordo com as informações apresentadas, o principal emissário de esgoto bruto do município de Araraquara corre na margem direita do Ribeirão do Ouro, atravessando ambos os pontos críticos de alagamentos existentes.

Outros dois elementos importantes do SES municipal, dois sifões invertidos que cruzam sob a calha do Ribeirão do Ouro também estão localizados no mesmo trecho em que se observam os alagamentos frequentemente, sendo que além dos riscos de rompimento de suas tubulações, tem-se o transbordamento dos Poços de Visita para o curso d'água e o preenchimento desses poços de visita durante as enchentes nas regiões.

Os estudos e projetos ora desenvolvidos visam a substituição dos trechos de risco para essas tubulações do emissário, bem como a substituição de ambos os sifões invertidos de forma a eliminar esses riscos associados tanto às doenças de veiculação hídrica quanto à poluição do meio ambiente.

As figuras a seguir apresentam as localizações dos trechos do SES estudados e o remanejamento necessário tanto para os sifões, quanto para o trecho de emissário que está em risco junto ao canal do Ribeirão do Ouro.

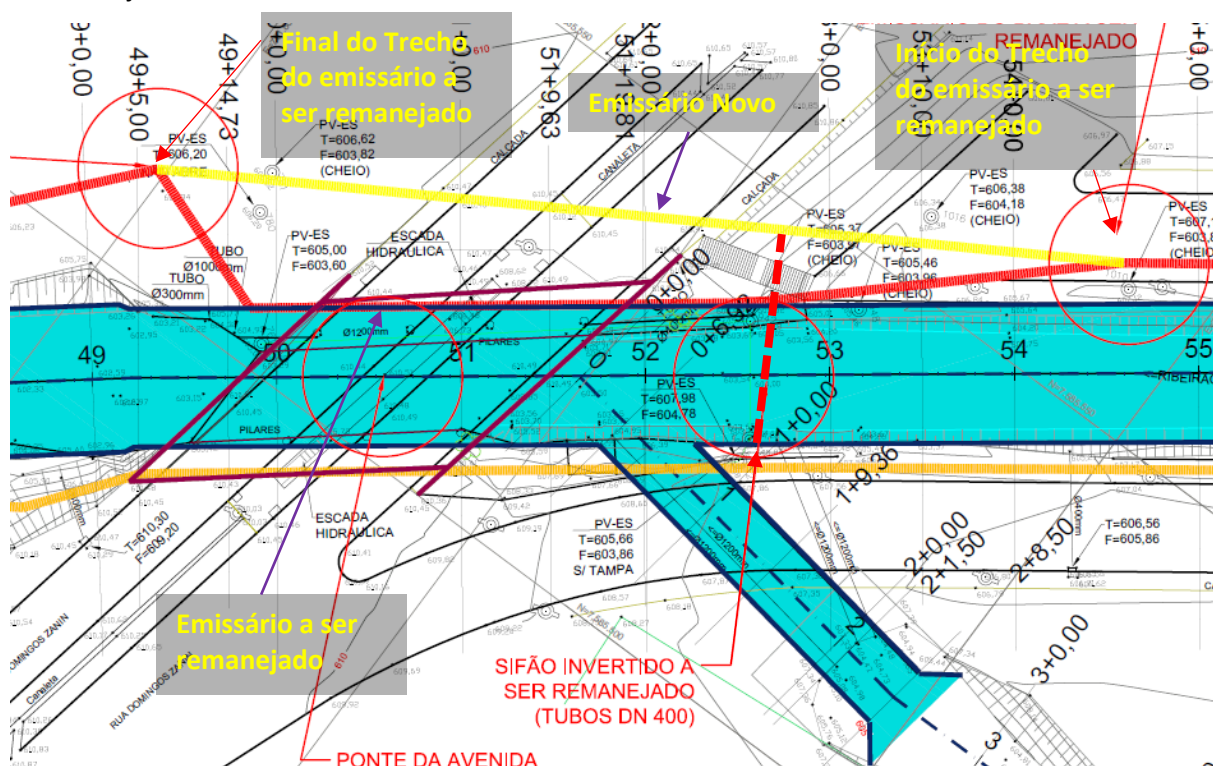


Figura 25. Trecho do emissário de esgoto bruto e um dos sifões a serem substituídos junto ao canal do Ribeirão do Ouro.

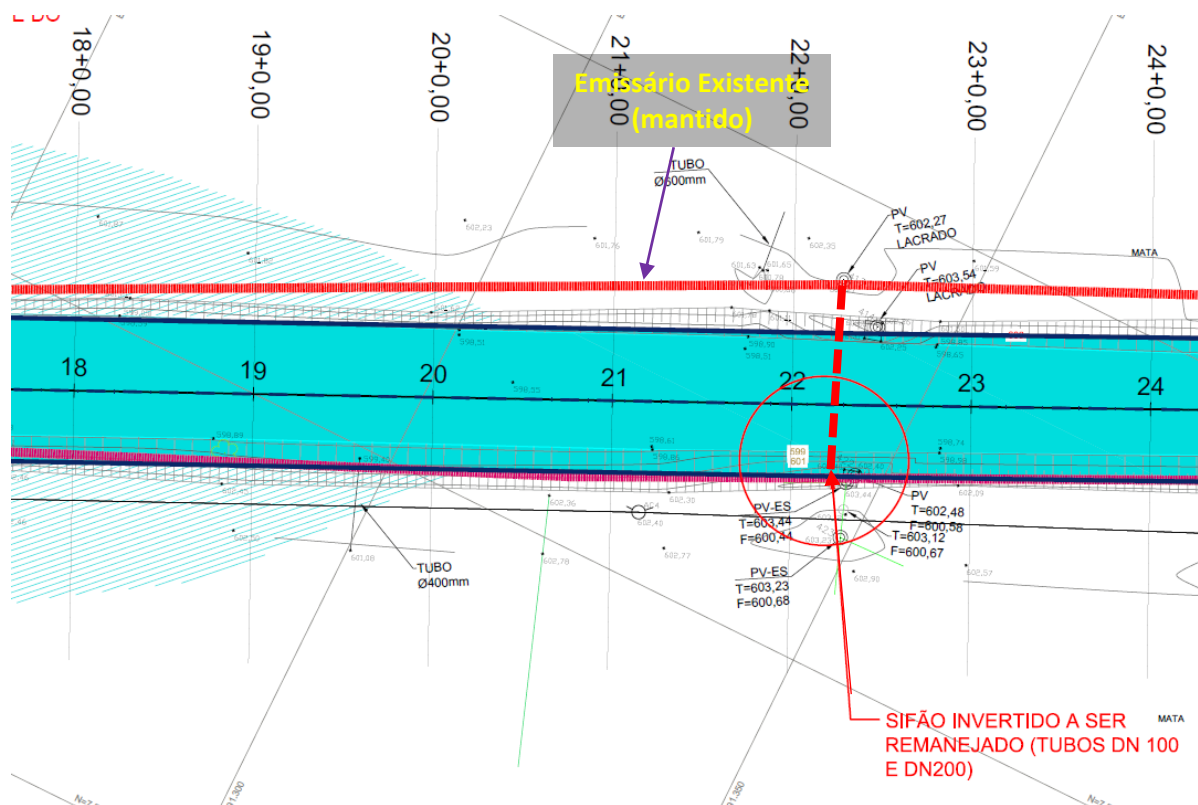


Figura 26. Sifão invertido a ser remanejado sob a calha do Ribeirão do Ouro.

Com a conclusão das obras de melhorias do Sistema de Esgotamento Sanitário ao longo do canal do Ribeirão do Ouro, os riscos sanitários e ambientais associados à enorme quantidade de esgoto que potencialmente vazaria em um acidente nas margens do Ribeirão do Ouro serão completamente mitigados.

5. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Conforme os problemas de extrema gravidade observados nas imagens apresentadas, buscaram-se soluções que conseguissem conciliar as questões relacionadas à macrodrenagem, microdrenagem, esgotamento sanitário, mobilidade urbana, ambientais, sociais e econômicas de forma a se propor tanto do ponto de vista de engenharia, quanto de viabilidade executiva e planejamento urbano as alternativas mais adequadas à resolução desses problemas.

Dessa forma, os trabalhos executados compreenderam inicialmente as obras lineares (canais) e pontes, e, posteriormente serão executados os serviços de campo e projetos para os reservatórios considerando-se as áreas escolhidas para implantação dos barramentos e escavações para armazenamento temporário dos picos de chuvas críticas.

Neste memorial apresentam-se os cálculos hidrológicos do sistema como um todo, com o pré-dimensionamento dos reservatórios, canais e seções de travessias, e também dos projetos das obras lineares e ampliações de travessias. Nas próximas etapas serão desenvolvidos os projetos dos Reservatórios de Detenção de Cheias.

- **Serviços de Campo – Topografia**

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos através do levantamento planialtimétrico total das áreas conforme identificadas na Figura 27, cadastro dos canais de contorno fechado e aberto, emissários de esgoto bruto e sifões invertidos, pontes, e demais interferências significativas no sistema de macrodrenagem para possibilitar a elaboração dos projetos de adequação e melhoria dos canais e pontes.



Figura 27. Trechos considerados para levantamento planialtimétrico (Etapas 1 e 2).

No canal do Córrego da Servidão, como trata-se de canal de contorno fechado, utilizou-se de tecnologia por Scanner em toda a extensão do canal, possibilitando não só a obtenção das cotas e dimensões das seções transversais do canal, como imagens auxiliares às inspeções especiais para determinação das patologias existentes nas estruturas do canal.

Os resultados do Levantamento Planialtimétrico são apresentados na Figura 28 a seguir (sobre imagem de satélite em alta resolução, nos desenhos de projeto e no Relatório dos Estudos Hidráulicos do Córrego da Servidão - Anexo 1 – Imagens do Canal do Córrego da Servidão, obtidas pelo Scanner.



Figura 28. Levantamento planialtimétrico e por scanner realizados ao longo do Ribeirão do Ouro, Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva.

- Serviços de Campo – Sondagem.

Devido à necessidade de se conhecer o solo para os projetos de reforços estruturais ou de novas estruturas de canais e pontes, foram efetuadas as sondagens de solo do tipo SPT para determinação das características e resistência do solo conforme identificado na Figura 29.

Foram realizadas sondagens do tipo SPT em todos os encontros de pontes existentes, e ao longo dos canais, principalmente do Ribeirão do Ouro, de forma a viabilizar os projetos estruturais para ampliação do canal.

Os resultados das sondagens executadas ao longo das áreas de projeto estão apresentados no Relatório dos Estudos Hidráulicos do Ribeirão do Ouro - Anexo 2 – Relatório de Sondagens – Macrodrenagem Araraquara.

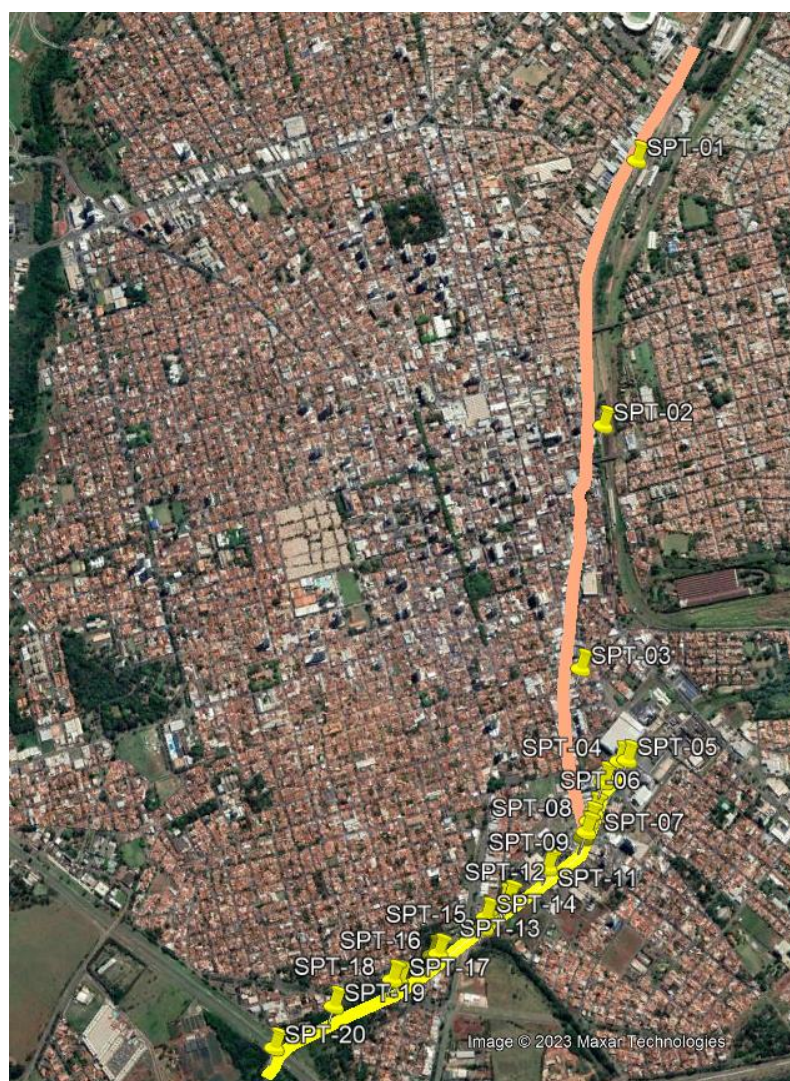


Figura 29. Locais escolhidos para realização de Sondagens tipo SPT.

- **Serviços de Campo – Inspeção Especial de Engenharia – Canal do Córrego da Servidão.**

Para que se pudesse avaliar de forma correta os reais riscos associados às estruturas do Canal do Córrego da Servidão, foi realizado o serviço de inspeção especial de engenharia no interior dos canais de contorno fechado, ao longo de cerca de 3.300,0 m compreendendo:

- Cadastro dos danos observados nas paredes, fundo e teto dos canais;
- Relatório de Inspeção (patologias e fotografias dos problemas identificados);
- Relatório de Terapia (metodologias propostas para saneamento dos problemas identificados);

O Relatório de Inspeção Especial de Engenharia realizado está apresentado no Relatório dos Estudos Hidráulicos do Córrego da Servidão - Anexo 2.

- **Estudos Hidrológicos.**

Para possibilitar o dimensionamento e verificação hidráulica dos canais e seções de pontes a serem alterados, mantidos, recuperados e melhorados, foram desenvolvidos os Estudos Hidrológicos para as Bacias do Ribeirão do Ouro, Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva, nas seções determinadas, avaliando-se ainda os locais mais adequados para implantação de Bacias de Detenção de Cheias e novos canais, além da verificação da interação entre essas estruturas e também das capacidades dos canais existentes de forma a possibilitar a otimização dos recursos e a execução de obras que também englobem o amortecimento de picos de chuvas críticas evitando-se a transferência de problemas associados a picos de vazões para as localidades de jusante.

Para determinação das vazões de cheia e estudos dos reservatórios, foram consideradas as normativas dispostas na IT-11/2017, do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE – do Estado de São Paulo utilizando-se para os cálculos, o Software ABC6, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo. Dentre os métodos disponíveis no Software, foi escolhido o Método do Número da Curva CN do U.S. Soil Conservation Service (SCS).

- **Estudos e Projetos Hidráulicos e Outorgas de Pontes e Canais.**

A partir das vazões de pico de cheias calculadas em cada seção estudada para os canais e pontes, e dos cadastros realizados para estas estruturas, foram realizadas as modelagens hidráulicas dos canais e seções de pontes determinando-se os pontos críticos de escoamento, verificando-se as necessidades de ampliação, melhorias, adequações ou substituições de trechos de canais e pontes. Os cálculos hidráulicos foram realizados através da modelagem hidráulica utilizando-se o software HEC-RAS 6.3.1.

Com os resultados obtidos, foram desenvolvidos os projetos hidráulicos dos novos canais e novas pontes, de forma a se adequar todos os trechos às vazões calculadas, considerando-se a situação de saturação da ocupação urbana das bacias com Horizonte de Projeto de 50 anos. Os projetos contemplaram:

- Localização e implantação dos trechos;
 - Modelagem Hidráulica trecho a trecho, visando otimizar as intervenções conforme resultados das simulações computacionais;
 - Determinação das seções transversais das pontes e canais;
 - Plantas, Cortes e Detalhes dos canais em cada trecho, conforme resultados das modelagens hidráulicas;
- **Obtenção das Outorgas de Uso dos Recursos Hídricos**

Os estudos hidrológicos, hidráulicos e projetos desenvolvidos foram submetidos à avaliação do DAEE para obtenção das Outorgas de Uso dos Recursos Hídricos junto ao DAEE para os novos canais e novas pontes.

- **Projetos Executivos de Implantação de Inspeções e de Recuperação Estrutural do Canal do Córrego da Servidão.**

Conforme solicitação da Prefeitura de Araraquara, foram estudados pontos para instalação de poços de inspeção do canal do Córrego da Servidão em pontos estratégicos (de acordo com o cadastro realizado para o canal), tendo sido desenvolvidos os projetos estruturais para implantação destes pontos de inspeção ao longo do canal.

Também foram realizados os projetos de reforços estruturais do canal fechado do Córrego da Servidão, nos pontos indicados pelo Relatório de Inspeção Especial de Engenharia, contendo:

- Projetos Estruturais das Inspeções contendo plantas, cortes, detalhes de armaduras e detalhes construtivos;
- Projetos de Recuperação contendo plantas, cortes, detalhes de armaduras e detalhes construtivos;
- Planilhas de Quantitativos e Orçamento para recuperação de todo o trecho do Canal do Córrego da Servidão;
- **Projetos Executivos Estruturais das Pontes e Canais.**

De acordo com os projetos hidráulicos desenvolvidos, foram elaborados os projetos executivos estruturais das novas pontes e canais, realizando-se novos projetos para substituição completa de 04 das pontes existentes (03 no leito do Ribeirão do Ouro e 01 no Córrego Capão do Paiva) e adequação e reforço das fundações de outras 03 pontes ao longo do canal do Ribeirão do Ouro, conforme apresentado na Tabela1 e na Figura 30 a seguir.

Também foi realizado o projeto estrutural de todo o canal do Ribeirão do Ouro no trecho destacado na Figura 30.

Tabela 1. Pontes a serem substituídas ou que sofrerão adequações no fundo.

		Área do Tabuleiro	Situação
Ponte 1	Rua Cap. José Sabino Sampaio	264 m2	Substituir
Ponte 2	Avenida Maria Antonia C. de Oliveira	900 m2	Adequar Fundo
Ponte 3	Rua Miguel Cortez	360 m2	Adequar Fundo
Ponte 4	Rua Walter Rodrigues Mourão	360 m2	Substituir
Ponte 5	Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira (C.do Paiva)	400 m2	Substituir
Ponte 6	Rua Domingos Zanin	400 m2	Adequar Fundo
Ponte 7	Imaculada Conceição	360 m2	Substituir

Foram desenvolvidos:

- Projetos Estruturais contendo projetos de fundações, plantas, cortes, detalhes de armaduras e detalhes construtivos dos Canais;
- Projetos Estruturais contendo projetos de fundações, plantas, cortes, detalhes de armaduras e detalhes construtivos das Pontes;



Figura 30. Pontes que serão mantidas (com reforço de fundações) e pontes que serão substituídas conforme os projetos desenvolvidos, e travessia sob a SP-310 a ser ampliada.

Apresentam-se a seguir os estudos hidrológicos e hidráulicos, sendo os memoriais de cálculos estruturais das estruturas de pontes e canais, e da recuperação do Canal do Córrego da Servidão apresentados em documentos separados.

6. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

6.1. METODOLOGIA DE CÁLCULO – MÉTODO SCS

O método de cálculos hidrológicos utilizados para determinação das vazões de pico de chuvas críticas para a Bacia do Ribeirão do Ouro e seus afluentes em Araraquara foi o Método SCS (Soil Conservation Service), também conhecido como método SCS-CN (Curve Number). Essa metodologia é amplamente utilizada para o cálculo hidrológico de bacias hidrográficas baseada na determinação do número de curva (Curve Number - CN), que é uma medida da capacidade de infiltração do solo e da retenção de água na bacia hidrográfica.

O número de curva é uma classificação que varia de 0 a 100, representando a resposta hidrológica da bacia. Quanto maior o valor do CN, menor será a infiltração e maior será o escoamento superficial.

A determinação do número de curva (CN) envolve a análise de diferentes características da bacia hidrográfica, como tipo de solo, cobertura vegetal, umidade antecedente do solo e condições de armazenamento de água no solo. Esses fatores são avaliados e atribuídos a uma classe específica, que possui um número de curva associado.

O método SCS utiliza uma equação empírica para estimar o volume de escoamento superficial (Q) gerado por uma precipitação (P) na bacia hidrográfica. A equação é dada por:

$$Q = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S)$$

Onde:

Q: Volume de escoamento superficial

P: Precipitação

S: Capacidade máxima de retenção de água no solo antes do escoamento

A capacidade máxima de retenção de água no solo (S) é calculada com base no número de curva (CN), que depende do Uso e Ocupação do Solo da Bacia, das características do solo e do estado geral desse solo quanto a sua saturação.

Como o Uso e Ocupação do Solo e o terreno das Bacia estudada é heterogêneo, cada sub-bacia apresenta um CN específico buscando-se representar da melhor forma possível o escoamento das águas pluviais na bacia do Ribeirão do Ouro.

As sub-bacias são definidas conforme as seções de controle estabelecidas (locais nos quais se deseja saber a vazão de pico escoada), conforme apresentado na Figura 31.

As principais seções de controle estabelecidas são:

- **Córrego da Servidão**

Seção Ss1 – delimita a bacia da primeira parte do escoamento no canal de contorno fechado do Córrego da Servidão, no ponto em que a seção transversal do canal passa de 03 tubos paralelos de 1,20 m de diâmetro para 01 tubo ovoide de 2,17 m de altura por 1,75 m de largura e 02 tubos paralelos de 1,20 m de diâmetro;

Seção Ss2 – delimita a bacia até o local em que a seção do canal do Córrego da Servidão passa para uma seção de arco gótico de 4,49 m de base por 2,28 m de altura;

Seção Ss3 – delimita a bacia até o local em que a seção do canal do Córrego da Servidão passa para uma seção retangular de 4,10 m de base por 2,80 m de altura;

Seção Ss4 – delimita a bacia até final do Córrego da Servidão, na foz junto ao Ribeirão do Ouro.

- **Ribeirão do Ouro**

Seção Os1 – delimita a bacia do Ribeirão do Ouro entre sua nascente e a travessia da Rua Capitão José Sabino Sampaio - Saída da Fábrica da Cutrale

Seção Os2 – delimita a bacia do Ribeirão do Ouro até a junção com o Córrego da Servidão

Seção Os3 – delimita a bacia do Ribeirão do Ouro até a junção com o Córrego Capão do Paiva

Seção Os4 – delimita a bacia do Ribeirão do Ouro até a ponte de travessia da SP310

- **Córrego Capão do Paiva**

Seção Ps1 – delimita a bacia do Córrego Capão do Paiva até sua foz junto ao Ribeirão do Ouro

A figura a seguir apresenta as bacias delimitadas e as seções principais estudadas.

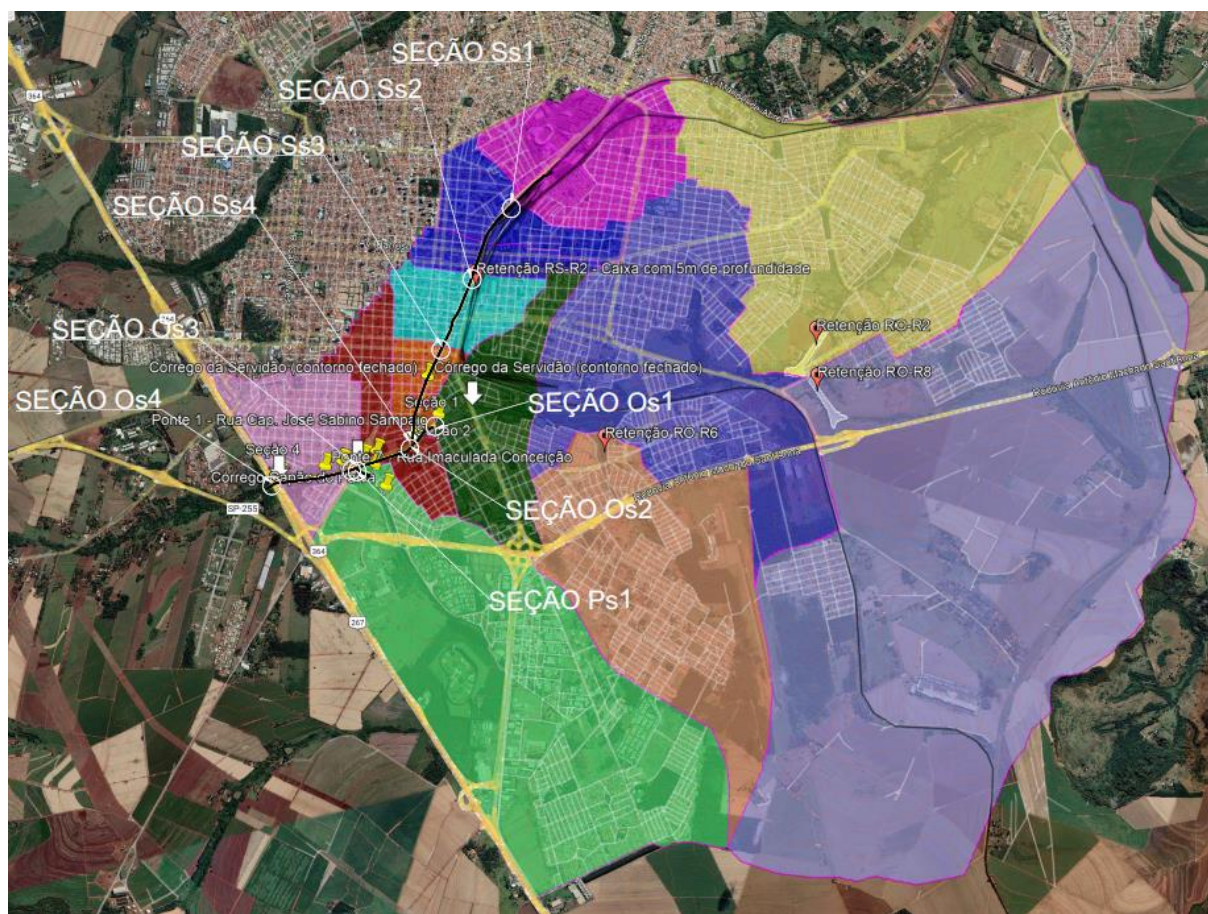


Figura 31. Identificação das seções principais de estudo e as bacias delimitadas por elas.

Verifica-se na figura acima que as bacias delimitadas têm subdivisões destacadas com outras cores dentro de uma mesma bacia principal (relacionada a uma seção principal estudada). Essas subdivisões indicam os locais nos quais foram estudados reservatórios de retenção de cheias, e, por este motivo, foram avaliadas as contribuições intermediárias e as capacidades de amortecimento nas áreas correspondentes, para que se pudesse verificar quais os reservatórios seriam mais efetivos na redução de picos de vazões, e ainda quais os que apresentaram relação “complexidade de implantação x vazão retida” mais adequadas, para que pudessem ser priorizados nestes estudos e nos projetos deles decorrentes.

Para todas as sub-bacias estudadas, foi então determinado através da avaliação do uso e ocupação do solo atual e futuro o CN, e também foram estudadas as curvas Cota x Volume dos reservatórios de forma a se compor a melhor alternativa para o sistema de macrodrenagem do Ribeirão do Ouro, Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva.

- Definição do Número da Curva de Runoff CN

Para determinação do Número da Curva de Runoff CN, utilizado pelo método do Soil Conservation Service (SCS), considerou-se o uso e ocupação do solo atual e futuro das áreas das bacias estudadas, de forma a se verificar a evolução da urbanização e os impactos dessa urbanização nas vazões de pico escoadas pelas bacias até as seções de controle.

Apresentam-se na Figura 32, as áreas de cobertura do solo traçadas sobre informações das imagens de satélite obtidas através do Google Satellite (imagens de janeiro/2022).



Figura 32. Traçado da bacia do Ribeirão do Ouro com identificação do uso e ocupação do solo atual. Destaque para as áreas pintadas de verde as quais por força de lei, permanecerão como Áreas Vegetadas – parques e reservas ambientais – e para a áreas pintadas de roxo, que já possuem projetos de urbanização com impermeabilização do solo pela própria Prefeitura de Araraquara. As demais áreas, exceto APPs de córregos, estão disponíveis para urbanização conforme a legislação municipal.

De acordo com as diretrizes do município de Araraquara, além de reuniões realizadas com a Secretaria de Planejamento e Finanças e a Secretaria de Obras e Serviços Públicos, verificou-se que as áreas disponíveis para desenvolvimento urbano (com consequente impermeabilização do solo) na bacia do Ribeirão do Ouro ainda são muitas.

Dessa forma, os projetos ora desenvolvidos consideram não somente as diretrizes atuais do Plano Diretor Municipal Lei Complementar nº 858, de 20 de outubro de 2014 e do Código de Obras do Município de Araraquara Lei Complementar N° 21, de 1° de julho de 1998, como o compromisso da Prefeitura de Araraquara em instituir regras mais rígidas para a manutenção da permeabilidade inicial do solo em novos empreendimentos, nos mesmos moldes de cidades como Ribeirão Preto, Campinas, e São Paulo, por exemplo.

Com isso, deve-se ter para novos empreendimentos as vazões de pico escoadas no empreendimento, ou lote individual, para Período de Retorno de 100 anos, a manutenção das condições de escoamento de pré-urbanização. Ou seja, somente poderão ser aprovados empreendimentos que disponham de medidas de contenção de vazões dentro do empreendimento ou lote, de forma a lançar no sistema de drenagem de águas pluviais municipal vazões iguais ou inferiores à do terreno permeável (situação atual).

Dessa maneira, na determinação dos CNs utilizados nestes projetos para a situação atual e para a situação futura, levou-se em consideração esse compromisso, adotando-se CN futuro ligeiramente acima do CN atual, de forma a propiciar o dimensionamento das bacias de detenção de cheias e canais considerando-se a correta gestão das águas pluviais pelo Poder Público.

Tecidas as considerações sobre a evolução da permeabilidade do solo, passou-se então à determinação dos CNs utilizados no projeto.

Na Tabela 2 são apresentados os tipos de solos classificados por Tucci (1993), contendo as quatro classificações de Porto (1995) referentes à capacidade mínima de infiltração de cada tipo de solo conforme SCS.

Tabela 2. Tipos de solos classificados por Tucci (1993).

Grupo de solo	Características do solo
A	solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
B	solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995) Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o tipo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
C	solos barrentos com teor total de argila de 20% a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
D	solos argilosos (30% a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade. Ou solos arenosos como do grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

O número da curva de runoff ou seja, do escoamento superficial, é também um índice que representa a combinação empírica de três fatores: grupo do solo, cobertura do solo e condições de umidade antecedente do solo.

A Tabela 3 apresenta o número CN da curva de runoff para conforme o uso do solo e a classificação do grupo hidrológico.

O SCS reconheceu a importância da condição antecedente do solo, pois, o mesmo poderá estar em condições normais (Condição II) ou muito seco (Condição I) ou muito úmido (Condição III). Como as tabelas para achar o número CN se referem as condições normais (Condição II), conforme o solo antecedente estiver seco ou úmido terá que ser feito as correções do número CN, as correções são feitas com base na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de CN para áreas urbanas e suburbanas (Tucci, 1993).

Utilização ou cobertura do solo	Grupo hidrológico de solos			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação do solo	72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Terrenos baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Floresta com cobertura boa	25	55	70	77
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais	77	85	90	92
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Vias asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Arruamentos em paralelepípedos	76	85	89	91
Terra exposta	72	82	87	89

Tabela 4. Ajuste do número CN da condição normal (II) para a condição I ou III.

Condição normal II do número CN	Número CN correspondente para a devida Condição	
	Condição I	Condição III
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

De acordo com as considerações realizadas e com a avaliação do território de cada sub-bacia delimitada conforme as seções de controle dos estudos, determinaram-se os CNs para cada sub-bacia, bem como sua área de contribuição para continuidade dos estudos hidrológicos com determinação das vazões atuais e futuras.

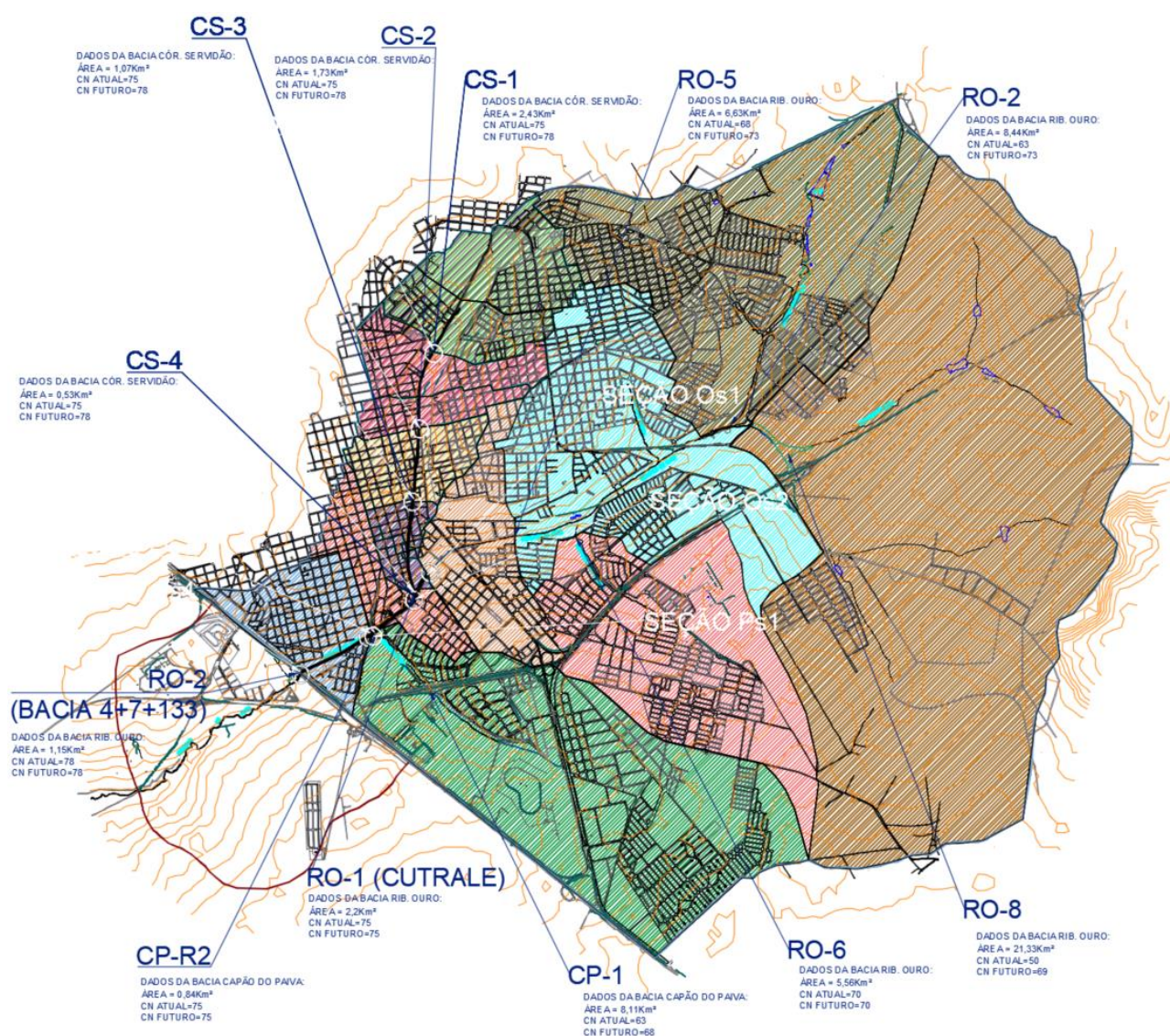


Figura 33. Seções de Sub-bacias estudadas, suas áreas e CNs atuais e futuros considerados nestes estudos.

De acordo com as áreas de contribuição e CNs determinados, passou-se à determinação do horizonte de projeto e da intensidade de chuva crítica conforme o Tr para determinação das vazões de pico em cada seção estudada.

6.2. PERÍODO DE RETORNO

O Período de Retorno T utilizado nestes estudos para dimensionamento dos canais é igual a 100 anos, o que corresponde a uma probabilidade de ocorrência de chuvas iguais ou superiores às estudadas, de 1%, utilizado para o dimensionamento de pontes e canais, conforme a IT-11/2017, do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE – do Estado de São Paulo.

6.3. INTENSIDADE DE CHUVA

Para a determinação da intensidade de precipitações foi utilizada a equação de chuva para o município de Araraquara, conforme publicação do DAAE – Departamento Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (2019), Martinez e Magni 1999, proposição do Prof. Dirceu Brasil Vieira, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

A Figura 34 apresenta os dados da equação de chuvas utilizada.

Nome da estação/ Entidade: Chibarro – C5-017R/ DAEE

Autor: Martinez e Magni (1999)

Coordenadas geográficas: Lat. 21° 53' 17'' S; Long. 48° 09' 06'' W

Altitude: 580 m

Duração da estação: 1931-

Períodos de dados: 1970; 1973-1991; 1993-1995; 1997 (24 anos).

$i_{t,T} = 32,46 (t+15)^{-0,8684} + 2,14 (t+15)^{-0,5482} \cdot [-0,4772 - 0,9010 \ln \ln(T/T-1)]$ para $10 \leq t \leq 105$

$i_{t,T} = 32,46 (t+15)^{-0,8684} + 18,47 (t+15)^{-0,9984} \cdot [-0,4772 - 0,9010 \ln \ln(T/T-1)]$ para $105 < t \leq 1440$

Onde: i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Figura 34. Equação de Chuvas de Araraquara.

6.4. DETERMINAÇÃO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE DO TALVEGUE

Para determinação das declividades equivalentes dos talvegues, efetuaram-se os levantamentos de cotas e distâncias medidas com base nas Cartas Aerofotogramétricas do ICG, na escala 1:10.000, dividindo-se o talvegue em trechos, nos pontos cortados pelas curvas de níveis e avaliando-se a cota do ponto, a diferença de altura entre os pontos para que se pudesse calcular a declividade de cada trecho através da média, pela seguinte equação:

$$I_{eq} = \frac{L}{L1/\sqrt{j1} + L2/\sqrt{j2} + L3/\sqrt{j3} + \dots + \sqrt{jn}}$$

Onde L é a soma dos trechos Ln e jn é a inclinação média de cada trecho.

Os resultados são apresentados na Tabela 5 e na Figura 35.

Tabela 5. Resultados da determinação da Declividade Equivalente do talvegue principal.

	Cota (m)	Extensão do trecho - Ln (m)	Extensão do trecho - Li (km)	Distância do Divisor (m)	Distância do Divisor (km)	Desnível no trecho - ΔH (m)	Declividade no trecho - Ji (m/km)	ji ^{0,5}	Li/ji ^{0,5}	Zi	Zeq
1	750,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,73	631,31
2	747,33	250,00	0,25	250,00	0,25	2,67	10,68	3,27	0,08	0,73	630,58
3	741,58	250,00	0,25	500,00	0,50	5,75	23,00	4,80	0,05	0,73	629,86
4	718,44	250,00	0,25	750,00	0,75	23,14	92,56	9,62	0,03	0,73	629,13
5	709,28	250,00	0,25	1000,00	1,00	9,16	36,64	6,05	0,04	0,73	628,41
6	695,32	250,00	0,25	1250,00	1,25	13,96	55,84	7,47	0,03	0,73	627,68
7	684,55	250,00	0,25	1500,00	1,50	10,77	43,08	6,56	0,04	0,73	626,96
8	677,84	250,00	0,25	1750,00	1,75	6,71	26,84	5,18	0,05	0,73	626,23
9	673,80	250,00	0,25	2000,00	2,00	4,04	16,16	4,02	0,06	0,73	625,50
10	670,00	250,00	0,25	2250,00	2,25	3,80	15,20	3,90	0,06	0,73	624,78
11	669,95	250,00	0,25	2500,00	2,50	0,05	0,20	0,45	0,56	0,73	624,05
12	669,90	250,00	0,25	2750,00	2,75	0,05	0,20	0,45	0,56	0,73	623,33
13	663,67	250,00	0,25	3000,00	3,00	6,23	24,92	4,99	0,05	0,73	622,60
14	658,91	250,00	0,25	3250,00	3,25	4,76	19,04	4,36	0,06	0,73	621,88
15	656,26	250,00	0,25	3500,00	3,50	2,65	10,60	3,26	0,08	0,73	621,15
16	653,60	250,00	0,25	3750,00	3,75	2,66	10,64	3,26	0,08	0,73	620,42
17	650,95	250,00	0,25	4000,00	4,00	2,65	10,60	3,26	0,08	0,73	619,70
18	644,87	250,00	0,25	4250,00	4,25	6,08	24,32	4,93	0,05	0,73	618,97
19	639,39	250,00	0,25	4500,00	4,50	5,48	21,92	4,68	0,05	0,73	618,25
20	638,00	250,00	0,25	4750,00	4,75	1,39	5,56	2,36	0,11	0,73	617,52
21	637,90	250,00	0,25	5000,00	5,00	0,10	0,40	0,63	0,40	0,73	616,79
22	636,76	250,00	0,25	5250,00	5,25	1,14	4,56	2,14	0,12	0,73	616,07
23	636,75	250,00	0,25	5500,00	5,50	0,01	0,04	0,20	1,25	0,73	615,34
24	633,48	250,00	0,25	5750,00	5,75	3,27	13,08	3,62	0,07	0,73	614,62
25	630,00	250,00	0,25	6000,00	6,00	3,48	13,92	3,73	0,07	0,73	613,89
26	628,05	250,00	0,25	6250,00	6,25	1,95	7,80	2,79	0,09	0,73	613,17
27	625,57	250,00	0,25	6500,00	6,50	2,48	9,92	3,15	0,08	0,73	612,44
28	624,27	250,00	0,25	6750,00	6,75	1,30	5,20	2,28	0,11	0,73	611,71
29	623,76	250,00	0,25	7000,00	7,00	0,51	2,04	1,43	0,18	0,73	610,99
30	623,00	250,00	0,25	7250,00	7,25	0,76	3,04	1,74	0,14	0,73	610,26
31	620,71	250,00	0,25	7500,00	7,50	2,29	9,16	3,03	0,08	0,73	609,54
32	620,00	250,00	0,25	7750,00	7,75	0,71	2,84	1,69	0,15	0,73	608,81
33	619,90	250,00	0,25	8000,00	8,00	0,10	0,40	0,63	0,40	0,73	608,09
34	619,00	250,00	0,25	8250,00	8,25	0,90	3,60	1,90	0,13	0,73	607,36
35	618,00	250,00	0,25	8500,00	8,50	1,00	4,00	2,00	0,13	0,73	606,63
36	617,90	250,00	0,25	8750,00	8,75	0,10	0,40	0,63	0,40	0,73	605,91
37	617,80	250,00	0,25	9000,00	9,00	0,10	0,40	0,63	0,40	0,73	605,18
38	615,19	250,00	0,25	9250,00	9,25	2,61	10,44	3,23	0,08	0,73	604,46
39	610,00	250,00	0,25	9500,00	9,50	27,90	111,60	10,56	0,02	0,73	603,73
	606,16	250,00	0,25	9750,00	9,75	30,60	122,40	11,06	0,02	0,73	603,01
	605,10	250,00	0,25	10000,00	10,00	31,65	126,60	11,25	0,02	0,73	602,28
	604,13	250,00	0,25	10250,00	10,25	29,35	117,40	10,84	0,02	0,73	601,55
	603,00	250,00	0,25	10500,00	10,50	27,00	108,00	10,39	0,02	0,73	600,83
	600,00	250,00	0,25	10750,00	10,75	28,05	112,20	10,59	0,02	0,73	600,10
	599,90	250,00	0,25	11000,00	11,00	25,67	102,68	10,13	0,02	0,38	599,38
40	599,00	129,65	0,13	11129,65	11,13	11,00	84,84	9,21	0,01	0,00	599,00
Bacia											
	Ieq		2,90		m/km						
	tc		241,81		min	4,030084	h				
	A				km²						
	L		11,13		km						

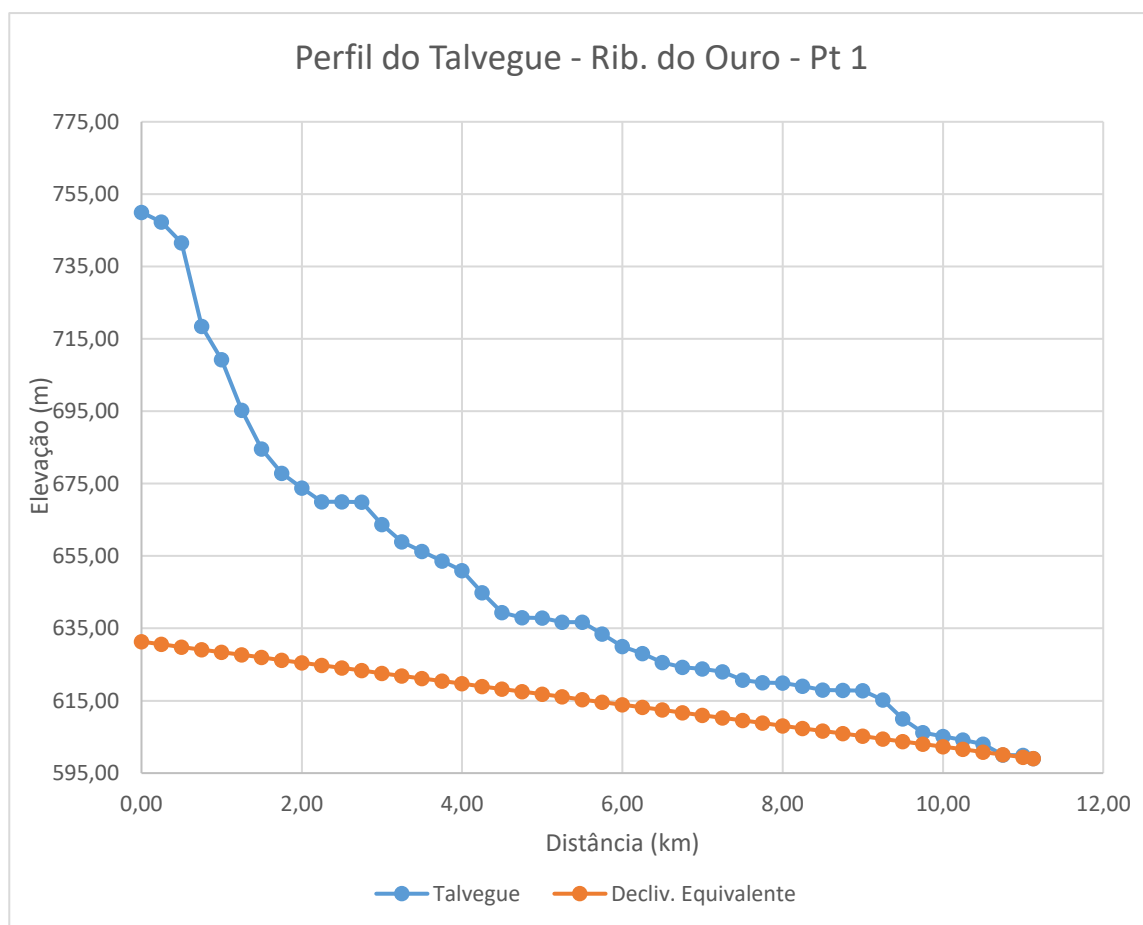


Figura 35. Perfil do Talvegue do Ribeirão do Ouro – Declividade real e declividade equivalente do talvegue, considerada nos cálculos.

6.5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (T_c)

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica corresponde ao tempo necessário para que toda área de drenagem passe a contribuir efetivamente na seção ou ponto do projeto. É o tempo em minutos, que uma gota d'água teórica leva para ir do ponto mais afastado da bacia de contribuição, até o ponto de concentração considerado.

Para este projeto, como estão envolvidas nos estudos, diversas bacias, utilizou-se para determinação do t_c a bacia de maiores dimensões, correspondente à Seção Os4, utilizando-se a declividade equivalente, do talvegue determinada anteriormente, e verificando-se as bacias contribuintes a cada uma das seções intermediárias estudadas para determinação das vazões de projeto e para a implantação dos reservatórios de retenção de cheias. A Figura 36 apresenta os dados utilizados, cujas sub-bacias foram extraídas do Plano Diretor de Macrodrenagem.

	Corpo hídrico	Área de drenagem Plano diretor (Km ²)	L talvegue (km)	L talvegue (m)	Desnível (m)	Ieq. talvegue (m/km)	TC (horas)	TD (horas)	Bacias do plano	Reserv. Det. Cheias	Observações:
Bacia total	Rib. Do Ouro		11219,7		151,00	2,90	4,030	4,03	total		tempo de concentração usado para determinar a duração da chuva
Sub-bacias	Corpo hídrico	Área de drenagem Plano diretor (Km ²)	L talvegue (km)	L talvegue (m)	Desnível (m)	Iméd. talvegue (m/km)	TC (horas)	TD (horas)	Bacias do plano	Reserv. Det. Cheias	Observações:
	Bacia R2								58+36+27+		
	Bacia R5	8,44	3,9935	3993,5	98	24,5	0,805		33+34+41+	R2	
	Bacia R6 (6+7)	4,86	4,055	4055	78	19,2	0,894		38+39+40	R5	
		5,56	4,633	4633	117	25,3	0,892		134+5+3	R6	
	Bacia R8	16,13	5,746	5746	102	17,8	1,206		6+144+15+141+18+14	R8	
	Bacia R1	1,38	2,247	2247	42	18,7	0,574		2+28+143		
Sub-bacias	Corpo hídrico	Área de drenagem Plano diretor (Km ²)	L talvegue (km)	L talvegue (m)	Desnível (m)	Ieq. talvegue (m/km)	TC (horas)	TD (horas)	Bacias do plano	Reserv. Det. Cheias	Observações:
	Bacia R2	2,77	1,49	1487	59	39,7	0,313				modelo de trânsito de cheia é diferente do talvegue usado para cálculo do Tc
	Bacia 3	1,59	1,28	1281	45	35,1	0,292				modelo de trânsito de cheia é diferente do talvegue usado para cálculo do Tc
	Bacia Rib. Ouro - B13+14	1,01	2,10	2102,17	73,00	25,80	0,482	4,03			declividade média do plano diretor
	Bacia CPR1	8,11	4,75	4750,00	118,75	25,00	0,913				declividade média do plano diretor
Sub-bacias	Corpo hídrico	Área de drenagem Plano diretor (Km ²)	L talvegue (km)	L talvegue (m)	Desnível (m)	Ieq. talvegue (m/km)	TC (horas)	TD (horas)	Bacias do plano	Reserv. Det. Cheias	Observações:
	Bacia CP	0,84	1,25	1250,00	43,75	35,00	0,287				declividade média do plano diretor
	Bacia Rib. Ouro - B7+4+133	2,07	1,26	1255,00	71,00	53,63	0,244	4,03			

Figura 36. Cálculos do tc e das sub-bacias para avaliação nas seções intermediárias nas quais foram estudados os reservatórios de detenção de cheias.

6.6. VAZÕES DE PROJETO – ANÁLISES INICIAIS

Conforme os dados obtidos para as sub-bacias, utilizou-se do Software ABC6, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, para a realização dos cálculos hidrológicos através do Método SCS, obtendo-se para cada seção de estudo, uma vazão de pico correspondente ao Período de Retorno de 100 anos adotado.

A Tabela 6 apresenta o resumo dos resultados obtidos e a Figura 37 apresenta um exemplo da janela de cálculos do software utilizado.

Tabela 6. Resumo dos resultados obtidos nas análises iniciais das vazões de pico.

Seção Estudada	Curso d'água	Situação Impermeabilização	Vazão de Pico p/ Tr = 100 anos (m³/s)
Ss1	Córrego da Servidão	Atual	35,59
		Futura	40,29
Ss2	Córrego da Servidão	Atual	58,51
		Futura	65,29
Ss3	Córrego da Servidão	Atual	67,83
		Futura	75,88
Ss4	Córrego da Servidão	Atual	68,71
		Futura	76,57
Os1	Ribeirão do Ouro	Atual	206,28
		Futura	331,11
Os2	Ribeirão do Ouro	Atual	243,27
		Futura	359,29
Os3	Ribeirão do Ouro	Atual	300,68
		Futura	417,97
Os4	Ribeirão do Ouro	Atual	308,26
		Futura	420,68
Ps4	Córrego Capão do Paiva	Atual	57,09
		Futura	72,66

Bacia: Bacia Rib Ouro RO-E1

Dados da Bacia | Precipitação | Infiltração

Características Físicas

Área (Km²): 2,200
 Área Impermeável (%): 0,0
 Área Diretamente Conectada (%): 0,0 } Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h): 0,42
 Calculado por: Usuário Equações Empíricas

Dados do Canal

Comprimento (m): 2317,0
 Velocidade (m/s): 2,30
 Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h): 0,28
 Coeficiente de Amortecimento (0<x<0,5): 0,25000

Ok Cancelar

Bacia: Bacia Rib Ouro RO-E1

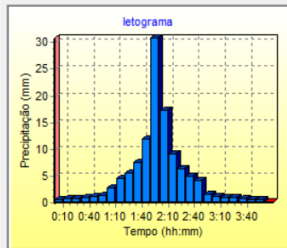
Dados da Bacia | **Precipitação** | Infiltração

Distribuição Temporal

	Tempo (hh:mm)	Precipitação (mm)
1	0:10	0,65
2	0:20	0,73
3	0:30	0,84
4	0:40	0,97
5	0:50	1,16
6	1:00	1,42
7	1:10	2,77
8	1:20	4,56
9	1:30	5,64
10	1:40	7,57
11	1:50	12,02
12	2:00	30,86
13	2:10	17,34

Carregar Curvas IDF
Ajuste Estatístico

Dados da Chuva



Localidade: Araraquara (SP)
 Duração (min): 242
 P.Retorno (anos): 100

Ok Cancelar

Bacia: Bacia Rib Ouro RO-E1

Dados da Bacia | Precipitação | **Infiltração**

Green e Ampt

Fator de Sucção-Armazenamento (mm): 41,00
 Condutividade Hidráulica do Solo (mm/h): 4,00 Relacionar CN

Horton

Taxa de Infiltração Inicial (mm/h): 254,00
 Taxa de Infiltração Final (mm/h): 25,00
 Infiltração Acumulada (mm): 48,00

Índice Fi

Índice Médio de Infiltração (mm/h): 5,00

SCS

Número da Curva da Área Permeável: 75 Curvas CN

Ok Cancelar

Equações IDF: Bacia Rib Ouro RO-E1

Curvas IDF

Estado: SP
 Localidade: Araraquara
 Fonte: CTH

Coefficientes:

A1:	32,462	A2:	32,462
B1:	15,000	B2:	15,000
C1:	-0,868	C2:	-0,868
D1:	2,143	D2:	18,468
E1:	15,000	E2:	15,000
F1:	-0,548	F2:	-0,998
G1:	-0,477	G2:	-0,477
H1:	-0,901	H2:	-0,901

Duração da Chuva (min): 242
 Coeficiente de Redução Espacial: 0,927

Ok Cancelar

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)	2317,0
A: área da bacia (Km²)	2,200
S: declividade (m/Km)	10,000
c: rugosidade de retardo	0,0070
h: diferença de cotas (m)	200,000
n: rugosidade de Manning	0,015
I: intensidade da precipitação (mm/h)	29,37
CN: número da curva (método SCS)	75

Tabela Rugosidades: Manning Composto Curvas IDF Curvas CN

Ok Cancelar

Figura 37. Exemplo das janelas de cálculo no Software ABC6 após a alimentação dos dados hidrológicos.

Durante a realização dos estudos hidrológicos para a situação atual e futura, foi possível observar que os valores obtidos estavam ultrapassando de forma significativa os valores desejados para que, conforme as diretrizes de projeto da Prefeitura e dos próprios programas de financiamento de obras por órgãos governamentais, sendo que, foram também estudadas as vazões de pico nas mesmas seções, considerando-se a implantação de diversos Reservatórios de Detenção de Cheias ao longo das bacias nos afluentes e no canal principal do Ribeirão do Ouro.

6.7. RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

De acordo com os resultados das vazões de pico obtidas durante os estudos hidrológicos para as bacias estudadas, verificou-se que as vazões futuras aumentam de forma significativa, mesmo considerando-se as alterações na legislação propostas anteriormente, e a adoção de medidas de drenagem sustentável pelos usuários das áreas inseridas na Bacia do Ribeirão do Ouro, Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva.

O manejo dessas vazões de grande monta exige a execução de obras dispendiosas e com grande impacto ambiental. Além disso, a execução de canais adequados para as vazões futuras, sem a previsão de redução das vazões escoadas para as localidades de jusante apenas agrava os problemas em outros mananciais localizados à jusante, sendo necessário o manejo correto do escoamento de chuvas intensas pelos mananciais, de forma a se buscar solução integrativa entre a redução de impactos dos picos de chuvas críticas, minimização dos impactos ambientais, otimização dos custos e viabilidade de obras de engenharia.

Verificou-se que, em todo o território da bacia do Ribeirão do Ouro, existem diversas áreas que possibilitam a implantação de reservatórios de detenção de cheias in line e off line, de forma a permitir a redução e retardo dos picos de vazão. Dessa forma, foram estudados diversos reservatórios, de diferentes dimensões e localizados em pontos estratégicos na bacia do Ribeirão do Ouro, conforme dispostos na Figura 38.



Figura 38. Reservatórios de Detenção de Cheias estudados.

Determinando-se as áreas disponíveis para implantação desses reservatórios e as alturas máximas de lâmina d'água para amortecimento de cheias em cada um deles através das ferramentas do Google Earth Pro, utilizou-se o Software ABC6 para calcular as capacidades de amortecimento de cada bacia considerada.

Consideraram-se nestas verificações, tanto áreas simplesmente alagadas, quanto áreas que requeiram escavações para maximizar o potencial volume de amortecimento da área utilizada.

Depois de verificadas as capacidades de cada bacia, estudaram-se através da verificação de alturas de barramentos e extensões de áreas alagadas (ou escavadas para reservação), quais as bacias que poderiam proporcionar as maiores efetividades de redução dos picos de vazão com as menores intervenções.

Por último, verificaram-se as interações entre essas bacias e o impacto final do acúmulo de vazões de todos os tributários na seção de controle Os4 (junto à travessia sob a SP-310, determinando-se os tempos de escoamento e a interação entre os picos de vazão de cada bacia com e sem os reservatórios de retenção estudados.

Com isso, foi possível observar, por exemplo, que, como o Córrego Capão do Paiva está localizado mais à jusante do sistema de Macrodrenagem estudado na Bacia do Ribeirão do Ouro, dadas as dimensões da bacia, seu pico de escoamento e sua localização, não haveria necessidade de se implantar um reservatório de retenção de cheias nessa bacia, pois, quando seu pico de vazão em uma chuva com T_r igual a 100 anos atingir a calha do Ribeirão do Ouro, os demais picos de vazão dos afluentes mais distantes ainda não terão atingido a mesma seção de controle, e, portanto, a seção do canal calculada para os picos de vazão do Ribeirão do Ouro (trajetos à montante da confluência com o Paiva) seria suficiente para escoar toda a água do Córrego Capão do Paiva.

Essa constatação, além de outras realizadas durante os estudos para implantação dos Reservatórios de Retenção de Cheias e as seções de canal para o Ribeirão do Ouro no trecho entre a saída da Cutrale (Seção Os1) e a SP-310 (Seção Os4), resultou na necessidade de execução de 04 Reservatórios de Retenção de Cheias ao longo da bacia do Ribeirão do Ouro à montante da área da Cutrale.

Essa configuração com a implantação de 03 reservatórios à montante da primeira seção principal do Ribeirão do Ouro (Seção Os1) e 01 reservatório à montante da segunda seção do Córrego da Servidão (Seção Ss2) permitiu o cálculo de seção de canal para o Ribeirão do Ouro com geometria otimizada, evitando-se avançar com o canal sobre o viário existente e até permitindo a manutenção de algumas das pontes existentes, conforme será demonstrado nos cálculos hidráulicos adiante.

Tem-se então, na Figura 39, a representação dos reservatórios de retenção de cheias considerados nestes estudos, e na Figura 40 os dados básicos desses reservatórios, que permitiram a determinação das vazões de pico nas seções principais estudadas.



Figura 39. Reservatórios estudados que permaneceram (destacados em amarelo) e que foram descartados (destacados em vermelho) para constituir a melhor alternativa técnica sob os aspectos ambiental, social, de engenharia e econômico.

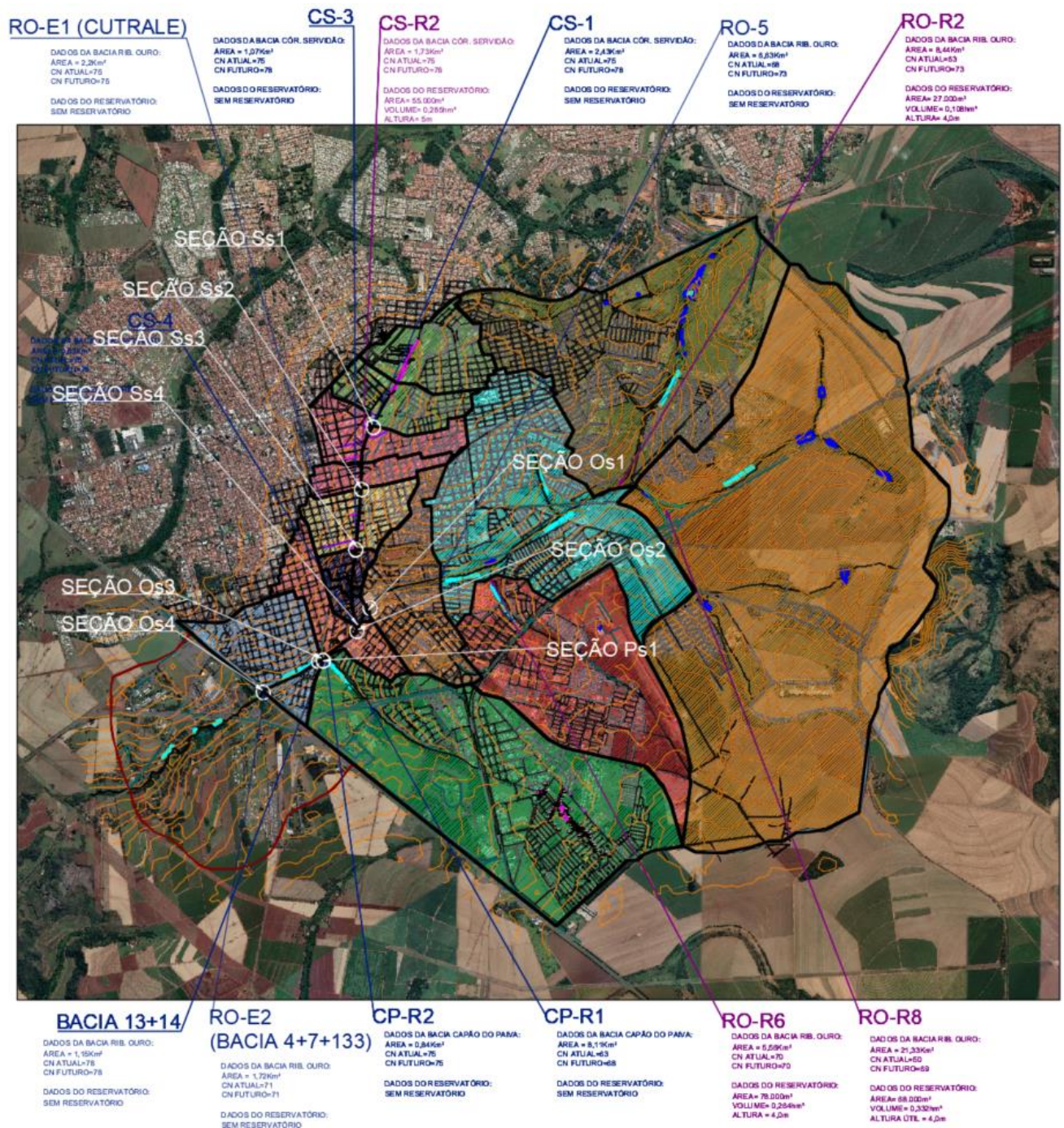


Figura 40. Identificação das seções estudadas que efetivamente compuseram a melhor alternativa estudada com os valores de CNs atuais e futuros, áreas de reservatórios, volumes reservados e alturas úteis dos reservatórios.

Apresentam-se nas figuras a seguir os Hidrogramas e curvas Cota x Volume dos Reservatórios de Detenção de Cheias que permaneceram após a finalização dos estudos de alternativas para a composição do sistema de macrodrenagem.

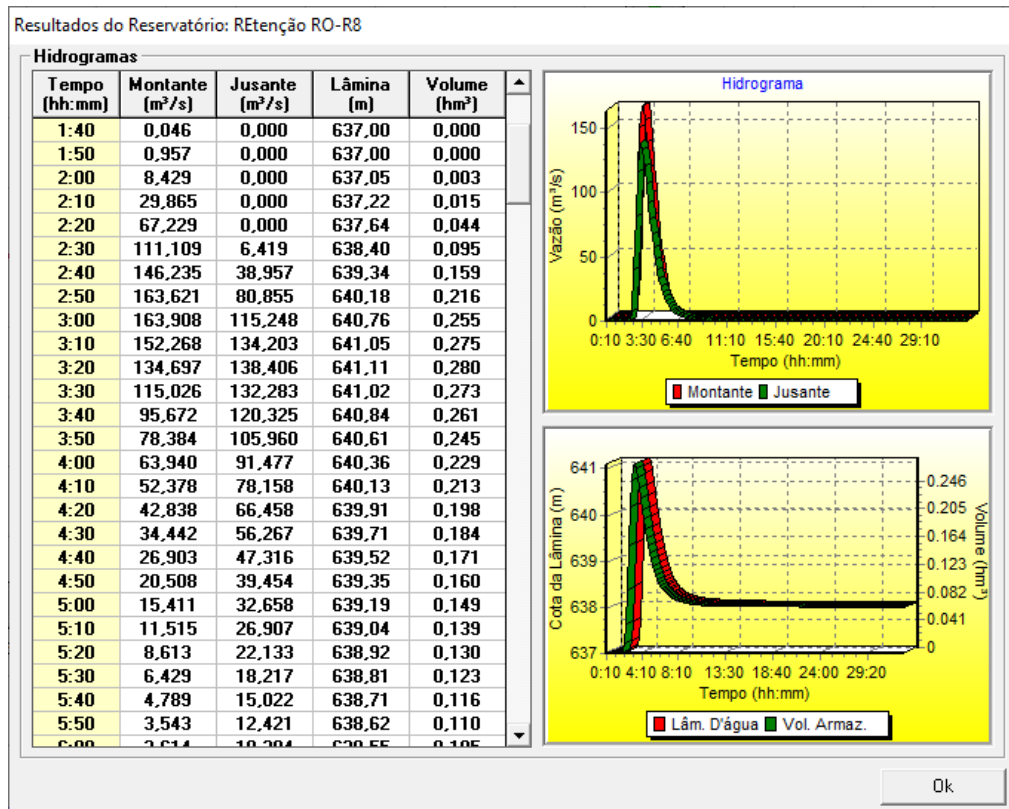


Figura 41. Hidrograma e curva Cota x Volume do Reservatórios RO-R8 – Rib. do Ouro.

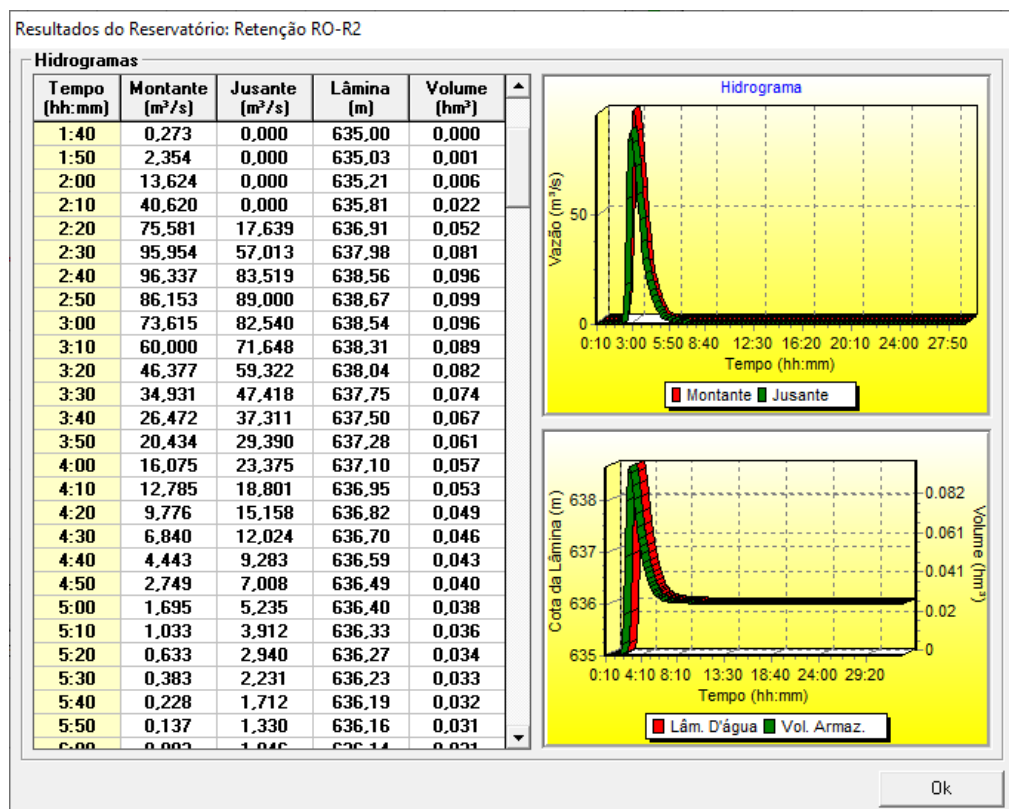


Figura 42. Hidrograma e curva Cota x Volume do Reservatórios RO-R2 – Rib. do Ouro.

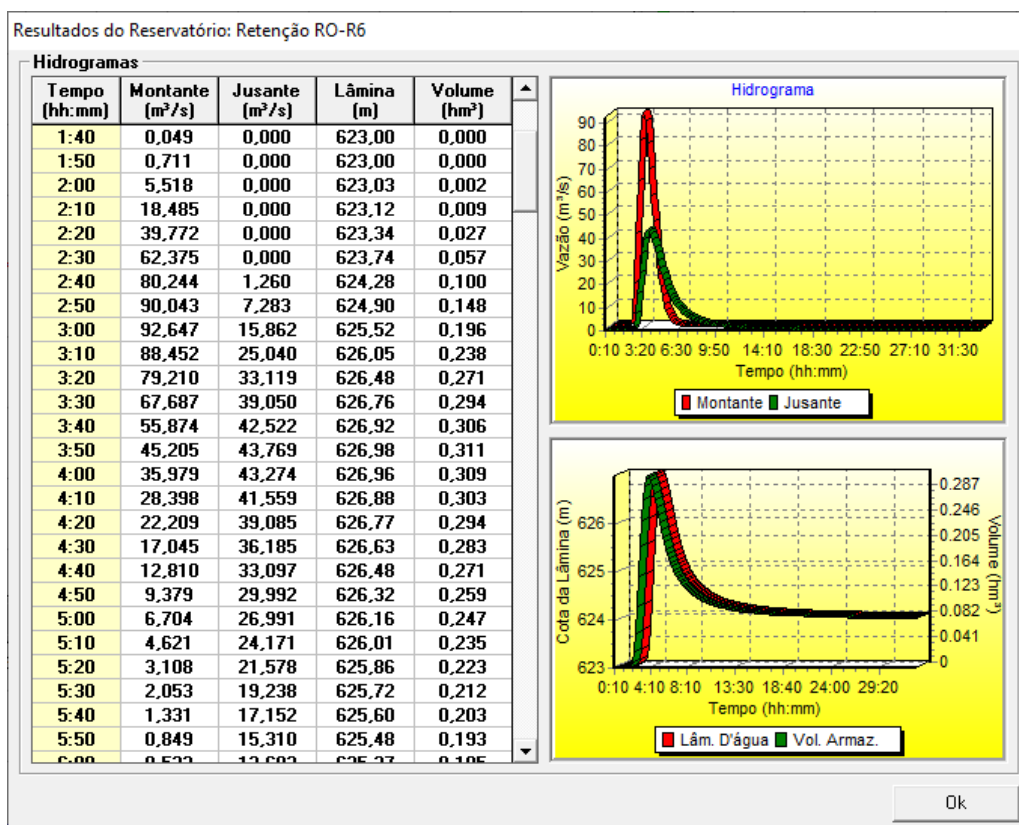


Figura 43. Hidrograma e curva Cota x Volume do Reservatórios RO-R6 – Rib. do Ouro.

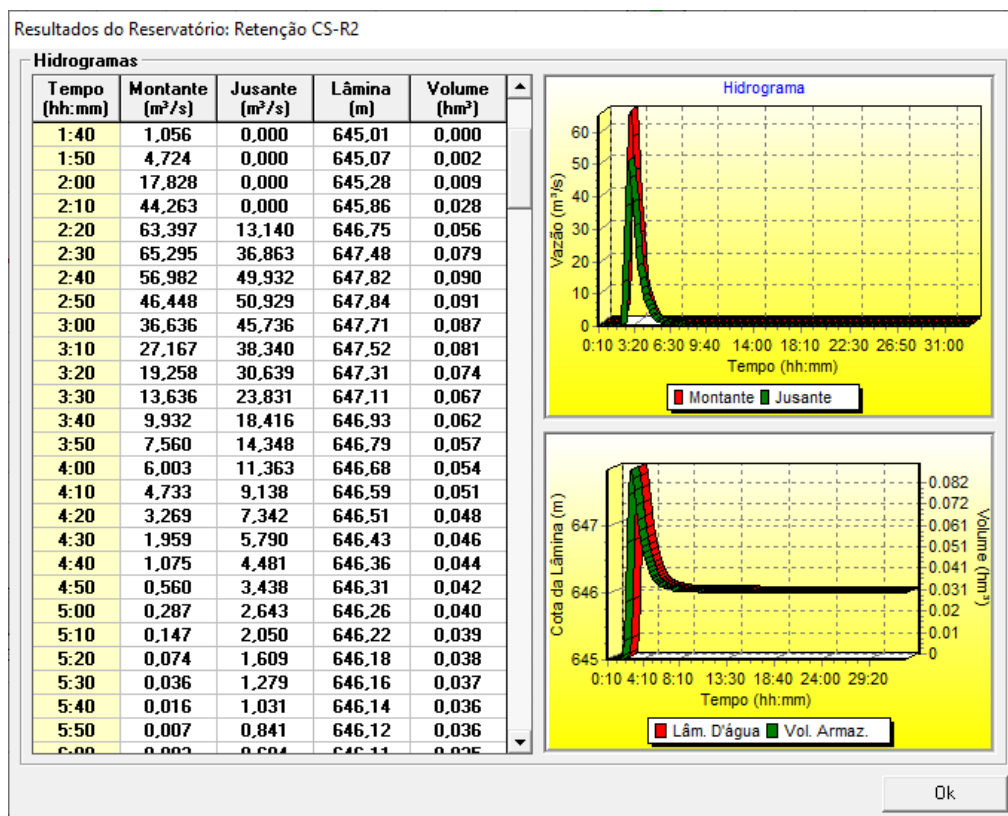


Figura 44. Hidrograma e curva Cota x Volume do Reservatórios CS-R2 – Corr. Servidão.

6.8. VAZÕES DE PROJETO – RESULTADOS

De acordo com os dados obtidos para as sub-bacias, tendo sido avaliados também os reservatórios de retenção de cheias, utilizou-se do Software ABC6, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, para a avaliação das vazões de pico nas seções principais de interesse, resultando nos valores apresentados na Tabela 7.

A modelação da alternativa escolhida para composição do sistema de Macrodrenagem do Ribeirão do Ouro, Córrego da Servidão e Córrego Capão do Paiva está apresentada na Figura 45.

Os hidrogramas obtidos para as seções principais de acordo com os estudos hidrológicos são apresentados no Anexo 2 deste Relatório.

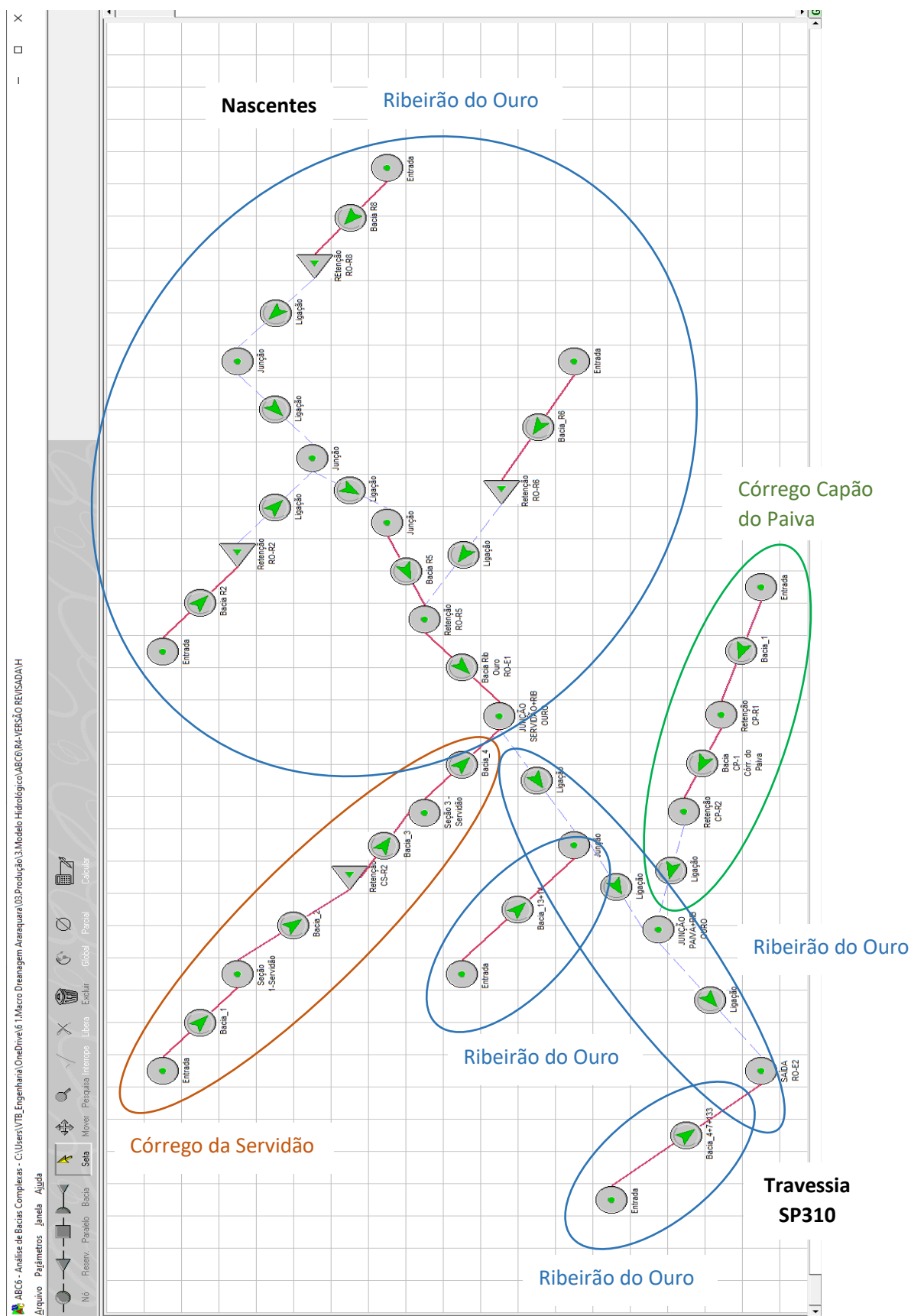
Os resultados apresentados na Tabela 7 foram utilizados no dimensionamento dos canais e seções transversais de pontes, através dos cálculos hidráulicos realizados no Item 6.

Apesar de não figurarem como escopo dos projetos ora desenvolvidos, os reservatórios de retenção previstos no sistema de macrodrenagem do Ribeirão do Ouro deverão ser projetados e construídos conforme os volumes utilizados nestes estudos para que as vazões utilizadas nos cálculos dos canais e pontes tenham validade, e as seções projetadas sejam adequadas ao escoamento de chuvas intensas com Tempo de Retorno de 100 anos.

O tempo de execução desses reservatórios não apresenta a mesma urgência dos canais, que já se encontram insuficientes atualmente, no entanto, para a situação futura, são fundamentais.

Tabela 7. Resumo dos resultados obtidos nas análises iniciais das vazões de pico.

Seção Estudada	Curso d'água	Situação Impermeabilização	Vazão de Pico p/ Tr = 100 anos (m³/s)
Ss1	Córrego da Servidão	Atual	35,59
		Futura	40,29
		Futura Sem Reservatório	40,29
Ss2	Córrego da Servidão	Atual	58,51
		Futura	65,29
		Futura Com Reservatório	50,93
Ss3	Córrego da Servidão	Atual	67,83
		Futura	75,88
		Futura Com Reservatório	56,43
Ss4	Córrego da Servidão	Atual	68,71
		Futura	76,57
		Futura Com Reservatório	56,11
Os1	Ribeirão do Ouro	Atual	206,28
		Futura	331,11
		Futura Com Reservatório	241,47
Os2	Ribeirão do Ouro	Atual	243,27
		Futura	359,29
		Futura Com Reservatório	260,73
Os3	Ribeirão do Ouro	Atual	300,68
		Futura	417,97
		Futura Com Reservatório	289,85
Os4	Ribeirão do Ouro	Atual	308,26
		Futura	420,68
		Futura Com Reservatório	291,45
Ps4	Córrego Capão do Paiva	Atual	57,09
		Futura	72,66
		Futura Sem Reservatório	72,66





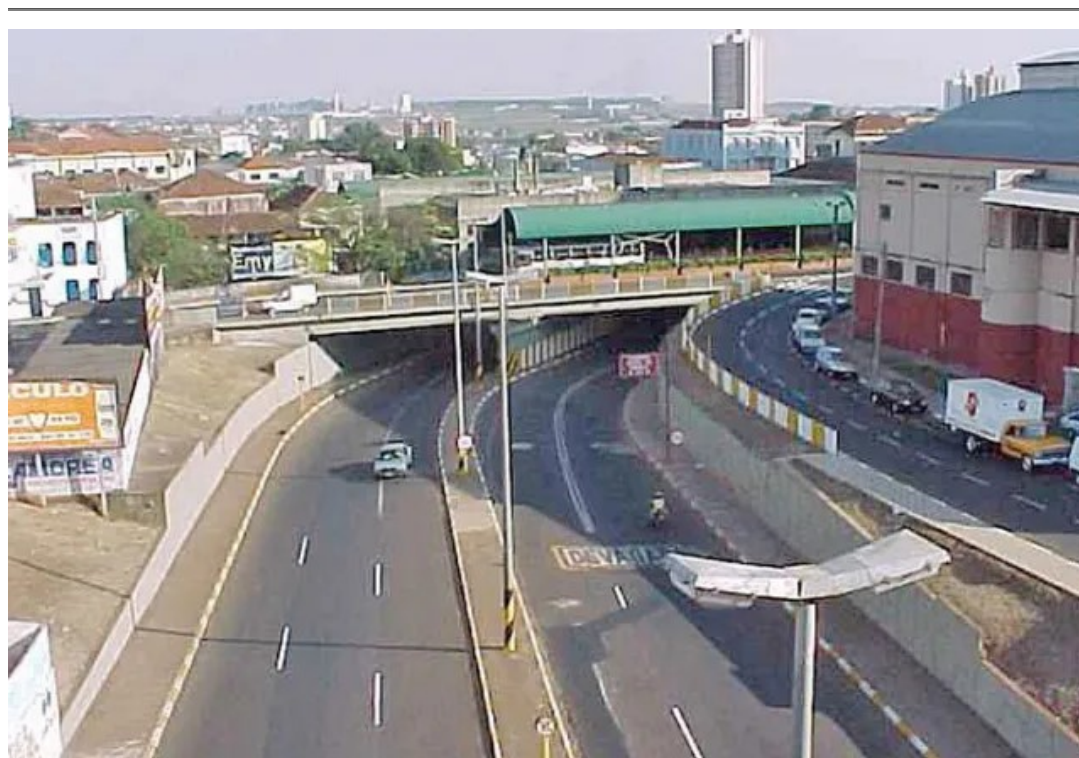
ANEXO 1 - COMPILADO DE MATÉRIAS DE IMPRENSA LOCAL, SOBRE AS INUNDAÇÕES E OCORRIDAS NOS TRECHOS ESTUDADOS E O HISTÓRICO DE COMUNICAÇÕES COM A DEFESA CIVIL MUNICIPAL

rciararaquara.com.br

Via Expressa: gargalos e histórias de uma obra subterrânea | RCIA Araraquara

Suze Timpani

7-9 minutos



Alguns trechos da Via Expressa correm risco de afundar

Há muitos anos a Via Expressa preocupa a população e as autoridades, sobretudo em tempos de chuva, quando alagamentos chegam a dois metros de altura na baixada na região do terminal de integração.

A inundação assusta, mas o que de fato é motivo de temor é o que ninguém (ou pouca gente) vê: a precariedade da canalização que passa debaixo dela. Tanto que o Ministério Público do Estado de São Paulo, por meio da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente, Habitação e Urbanismo de Araraquara, ajuizou uma Ação Civil

Pública para que a Prefeitura de Araraquara realize “obras emergenciais em alguns trechos” da Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira.

Segundo o MP, um laudo técnico constatou diversas irregularidades nas galerias que canalizam o Córrego da Servidão, sob a avenida. De acordo com o setor de engenharia e perícias do Ministério Público, que vistoriou o local, há a necessidade de obras emergenciais para se evitar o colapso dessas galerias.

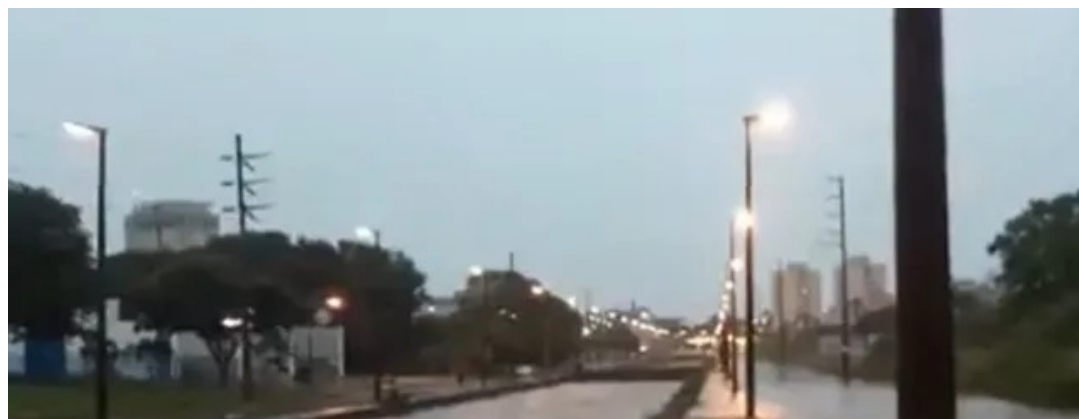
GARGALOS

Quem conhece a realidade da Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, sabe que não é prudente transitar por lá quando chove muito, principalmente no trecho entre o Terminal Central de Integração e a Rodoviária.

As águas das precipitações pluviométricas descem da Vila e do Centro e desembocam na baixada da Expressa. As tubulações debaixo da via, que fazem a canalização dos córregos da Servidão, de um lado, e do Ouro, do outro, chegam ao limite da vazão.

O córrego do Ouro transborda. A falta de permeabilidade daquela área, devido a obras urbanas, ao solo rochoso e à sujeira, que entope bueiros e bocas de lobo, contribuem para as inundações.

A prefeitura sabe das condições atuais da tubulação. Para evitar que a situação se agrave ainda mais, já que na última década o local tem sido cenário de enchentes que chegaram inclusive a deixar vítima fatal, a administração corre contra o tempo para criar um plano de recuperação.





Córrego do Ouro transborda durante fortes chuvas

O PIOR ESTÁ POR VIR?

Na última década, o araraquarense vem assistindo à situação se agravando. Em 2012, a cidade ficou estarrecida com o desaparecimento de uma mulher idosa, levada pela fúria das águas durante um temporal. Terezinha Mansur, de 79 anos, sumiu após as chuvas. Ela e outras cinco pessoas estavam em uma van, que foi arrastada pela correnteza, próximo ao Terminal Rodoviário, um dos locais mais afetados pela força das águas do Rio do Ouro, que transbordou. Seus restos mortais foram encontrados mais de dois anos depois.



Via Expressa em dia de chuva forte fica intransitável

Em abril de 2017, o asfalto cedeu em um dos pontos da Via Expressa. Na época, funcionários da Prefeitura de Araraquara realizaram uma inspeção subterrânea na parte canalizada do rio,

que passa debaixo da via, para avaliar suas condições.

Em março de 2018, parte do asfalto afundou novamente, abrindo um buraco em uma das faixas da Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, próximo ao pontilhão da Barroso, no sentido Centro-Zona Norte. Na época, descobriu-se um lançamento clandestino de água vinda dos trilhos. Feito o reparo, não houve mais esse tipo de ocorrência na via.

INTERDIÇÃO EM CASO DE CHUVA

Embora descarte o risco iminente de rompimento de parte da tubulação, a Prefeitura já definiu medidas preventivas junto à Defesa Civil. “Em todo caso de chuva forte, a gente interdita a Via Expressa da Avenida Feijó até o balão da Avenida Sete de Setembro, pelo grande volume de água que pode ocasionar algum problema”, explicou Pelícolla em 2021.

Enquanto a preocupante situação no subterrâneo da Via Expressa não é resolvida, algumas ideias vão sendo ventiladas para sanar definitivamente essa questão da inundação no local para um futuro próximo. “Com a retirada dos trilhos, a intenção é que se faça um projeto de uma rede paralela, captando toda a água proveniente da Vila Xavier e jogando essa água mais para a frente, para evitar esse ponto de alagamento”, concluiu Pelícolla.

Projeto de canalização foi feito em 1935 e executado a partir da década de 1960



Em meados da década de 1930, o então prefeito Heitor de Souza Pinheiro elaborou um relatório sobre como deveria ser a obra

De acordo com documentos de 1935, publicados em 1937, o então prefeito Heitor de Souza Pinheiro elaborou um relatório sobre como deveria ser a obra. A Via Expressa seria chamada Avenida Araraquara e haveria um projeto de retificação e canalização do córrego da Servidão e abertura das duas marginais.

A canalização resolveria também uma questão de higiene, pois já naquele tempo a população fazia descarte irregular de lixo às margens do córrego da Servidão.

A avenida projetada abrangeria uma faixa larga de 45 a 50 metros, sendo de 15 a 20 metros para o canal e taludes e 15 metros para cada uma das marginais, com 9,50m na parte carroçável, capaz de comportar quatro filas de carros. O comprimento da Avenida Araraquara iria do Campo de Aviação Bartholomeu de Gusmão até a estrada velha de Américo Brasiliense, nas proximidades da oficina da EFA. O projeto levaria de 6 a 8 anos para ser executado.



Clodoaldo Medina observa a obra de canalização do córrego, com 550m de comprimento, 8,4m de largura e 2,80m de altura

Porém, a canalização só teve início em 1963 com as obras do

córrego da Servidão, durante o mandato do prefeito Benedito de Oliveira. A continuidade dessa obra e a conclusão do projeto do córrego do Ouro se deram em 1973, na gestão de Clodoaldo Medina. O projeto inicial da Via Expressa também sofreu várias alterações, inclusive em seu trajeto.



Canalização dos córregos: início das obras do Servidão foi feita pelo prefeito Benedito de Oliveira em 1963; continuidade do Servidão e conclusão do projeto do Ouro ocorreram na gestão de Clodoaldo Medina em 1973

TIPOS DE TUBULAÇÃO

São vários os perfis de tubulação ao longo da Expressa: Em arco, retangulares, ovoides e tubos. Em arco, medem 4,30m x 3,40m e 3m x 4,40m. Os retangulares são cinco tipos: 4m x 3,40m; 2,80m x 4m; 4m x 3,35m; 3,20m x 3m; e 2m x 3,10m. A de tubo mede de 1,20m de diâmetro e a ovoide tem 2,30m de altura. Cada trecho da Via Expressa tem um tipo de perfil. Há trechos com paredes de concreto, de pedra e de tijolos.

“A Via Expressa não foi feita por uma administração só. Foi uma obra feita por trechos. Uma administração começava, fazia um trecho, a outra fazia outro trecho. Devido a isso, existe diferença de perfis e tipos de construção”, contou o secretário.

A vazão máxima que a tubulação suporta, segundo o engenheiro Marcos Oliveira, da área de drenagem da Prefeitura, é de 100 metros cúbicos por segundo (100m³/s).

Agora, com a ação do MP, resta uma esperança de solução definitiva que acaba de vez com o receio do araraquarense de transitar pela Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira. Mas até tudo se resolver definitivamente, muita água vai passar por debaixo da Expressa.

[acidadeon.com](https://www.acidadeon.com)

Chuva: Araraquara registra pontos de alagamento e destruição

ACidadeON Araraquara

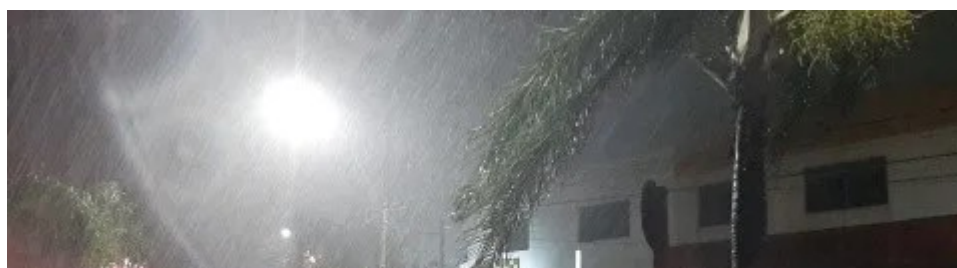
~2 minutos

Defesa Civil vem monitorando pontos de alagamento de Araraquara; conheça os pontos



Chuva provocou alagamento em vias importantes de Araraquara, como a Via Expressa (Foto: Walter Strozzi)

A forte chuva que caiu em Araraquara na noite desta quarta-feira (28) causou alagamento em diversos pontos da cidade, além de destruição.





O grande volume de água deixou as vias intransitáveis (Foto: Walter Strozzi)

Nas principais vias da cidade - Alameda Paulista, Via Expressa e Vaz Filho um grande volume de água se acumulou por toda a via.



O grande volume de chuva provocou ainda o transbordo da captação d'água.



Na entrada do Jardim Maria Luiza parte do asfalto cedeu, abrindo uma erosão no local e ‘engoliu’ um poste de sinalização.



O grande volume de chuva provocou destruiu parte do asfalto no Jardim Maria Luiza (Foto: Walter Strozzi)

A previsão é que a forte chuva continue até o final desta semana, por isso, fique atento aos pontos de alagamento:

- Via Expressa com a Rua Domingos Zanin, próximo ao córrego do Ouro;
- Via Expressa com a Rua Miguel Cortez;
- Via Expressa sob o Terminal de Integração;
- Rua Padre Manoel da Nóbrega com a Avenida Mário Zampieri, no acesso à fábrica Nestlé;
- Rua Napoleão Selmi Dei, na rotatória da captação de água das Cruzes;
- Avenida Padre José de Anchieta, no Córrego do Ouro.

portalmorada.com.br

Chuva volta a provocar alagamentos em Araraquara. Veja vídeo

Luis Antônio

~3 minutos

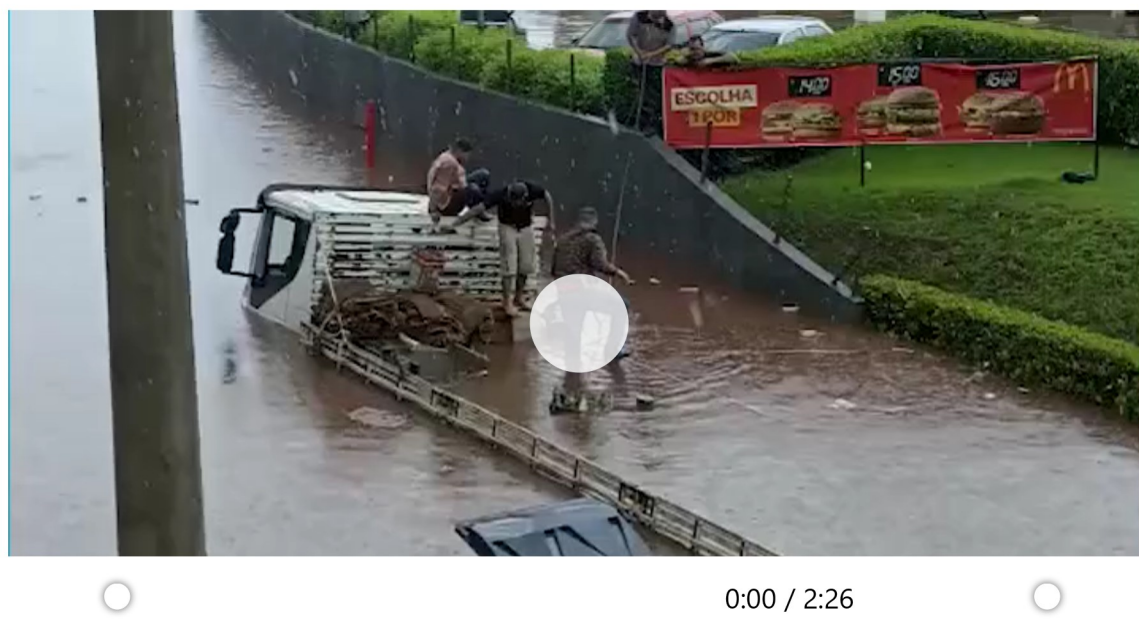
As chuvas voltaram a atingir Araraquara na tarde desta sexta-feira (30). Foram aproximadamente 60 minutos de uma chuva forte, o suficiente para provocar alagamentos em diversos pontos da cidade.

O trecho mais problemático voltou a ser a Via Expressa, na altura do Terminal Central de Integração, que foi tomada pela água. Um caminhão tentou passar e foi surpreendido pela água, que encobriu o veículo. Populares tentaram ajudar os homens que estavam na condução, mas eles deixaram o local nadando até a parte mais alta da via **(veja vídeo abaixo)**.

Na parte superior, o Terminal Central de Integração também foi invadido pela enxurrada. A plataforma de embarque e desembarque, por onde circulam os ônibus, também foi invadida pela água, o que dificultou a vida dos passageiros que tentavam se abrigar.

Próximo ao Terminal Rodoviário, novamente o nível do córrego subiu e alagou a pista, impedindo o trânsito. Um posto de combustíveis, no final da Alameda Paulista, também foi invadido pela água. O fluxo da correnteza atingiu a área de clientes e obrigou funcionários a protegerem mercadorias da

loja de conveniência.



Colaboração

Alagamentos também foram registrados em outros pontos da Via Expressa, na Avenida Francisco Vaz Filho e no “Pontilhão da Nestlé”. Também houve alagamento de trecho da Rodovia Nelson Barbieri, vicinal que liga Araraquara e Gavião Peixoto. A pista foi invadida pela água no trecho conhecido como “baixada do motel”, ainda no perímetro de Araraquara.

Chuvas provocaram tragédia

Na última quarta-feira (28), uma ponte desabou na Avenida 36, em Araraquara, e arrastou um carro com seis pessoas da mesma família para o Córrego das Cruzes. Cinco corpos foram resgatados na manhã seguinte, mas uma sexta pessoa – uma criança, de 10 anos – ainda não foi localizada pelas equipes de resgate.

Essa foi a maior tragédia já provocada pelas chuvas na história de Araraquara. Entre a tarde de quarta-feira (28) e a manhã de quinta (29) choveu quase 200 mm, volume maior do que toda a média prevista para o mês de dezembro. A chuva deu uma trégua entre a quinta e a manhã de sexta (30), mas voltou a

atingir a região no período da tarde.



Equipes atuam para reconstruir a ponte que desabou na última quarta-feira (28). Trecho continua interditado



9+



Família é resgatada em carro submerso na Via Expressa

Learn More

Agentes da Defesa civil foram verdadeiros heróis e salvaram família em carro submerso

Amanda Rocha | ACidadeON/Araraquara - 16/3/2022 20:19

16 de maio de 2022



Learn More

Família foi resgatada por agentes da Defesa Civil durante forte chuva em Araraquara(Foto: Amanda Rocha)



16 de maio de 2022



Defesa Civil de Araraquara

18 de março de 2022 · 🌐

OPERAÇÃO CHUVAS DE VERÃO 🌧️🚧

Enfrentando as fortes chuvas que caíram em nossa cidade no início da noite da última quarta-feira (16), agentes da Defesa Civil Municipal conseguiram resgatar uma família que estava dentro de um carro submerso, sob o Terminal Central de Integração.

Learn More

Confira a matéria completa, realizada pela @acidadeonararaquara, no portal da ACidade On Araraquara - <https://www.acidadeon.com/>

#DefesaCivilProtegeVocê

#DefesaCivilSomosTodosNós



11

9



Escreva um comentário...



[acidadeon.com](https://www.acidadeon.com)

Novo temporal causa alagamentos, quedas de árvores e interdições em Araraquara

ACidadeON Araraquara

~3 minutos

Chuva forte durou pouco mais de 40 minutos, nesta quarta-feira (29); estima-se que mais 40 árvores caíram



Chuva forte derrubou árvore e interditou Avenida Manoel de Abreu

Um novo temporal que atingiu [Araraquara](https://www.acidadeon.com), nesta quarta-feira (29), causou queda de árvores, pontos de alagamentos e interdições em vias da cidade. Informações preliminares da Defesa Civil apontou que choveu mais de 40 milímetros no início da noite de hoje na Morada do Sol.

VEJA TAMBÉM

[*Lugares incríveis em Araraquara que até o ChatGPT reconhece*](#)

A ocorrência mais grave registrada pelas autoridades foi na Rua Castro Alves, na região do Santana, onde uma árvore de grande porte caiu sobre um veículo Volkswagen Gol.

Felizmente, apesar do susto, ninguém ficou ferido e o Corpo de Bombeiros trabalha no local.



Árvore de grande porte caiu sobre veículo na Rua 16, em Araraquara (Foto: Defesa Civil)

Na Avenida Manoel de Abreu, que liga Araraquara a Américo Brasiliense, houve a queda de uma árvore de grande porte ocupando os dois sentidos da via e levando consigo os cabos de energia elétrica. Neste momento, a via está completamente interditada para veículos.

Equipes do Corpo de Bombeiros e da Defesa Civil atuam para a retirada da árvore. Ao mesmo tempo, técnicos da CPFL Energia trabalha para reestabelecer a energia elétrica na região. Até o fechamento da reportagem, não foi informado quanto tempo deve durar o serviço no local.

Durante a forte precipitação houve diferentes pontos de alagamentos espalhados pela cidade: na Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira (Via Expressa) sob o TCI (Terminal de Integração) e próximo à Rodoviária a água subiu, fechando o trânsito por cerca de uma hora.

Houve ainda registro de interdição parcial na Avenida Padre José de Anchieta, na região do Parque Alvorada, próximo a uma fábrica de sucos de laranja. No local, a água subiu rapidamente e demandou atenção dos condutores que retornavam para casa.

A Defesa Civil de Araraquara ainda contabiliza os estragos causados pelas chuvas, porém, estima que cerca de 50 árvores tenham caído em diferentes bairros. O quantitativo se junta a outra centena que havia caído nas chuvas do último domingo (26) e terça-feira (28).

[EM ATUALIZAÇÃO]

LEIA MAIS

[Nova fonte de água na Lua é descoberta por cientistas](#)

[acidadeon.com](https://www.acidadeon.com)

Temporal em Araraquara derrubou mais de 40 árvores

ACidadeON Araraquara

2–3 minutos

Vários bairros ficaram sem energia elétrica e parte do muro do Cemitério São Bento desabou



Rua Clovis Braga Pinto Ferraz registrou queda de árvore (Foto: Colaboração)

Mais de 40 árvores foram derrubadas devido a forte chuva que caiu em Araraquara na tarde de domingo (19).

O temporal causou pontos de alagamentos e interdição de várias vias e o desabamento de parte do muro do Cemitério São Bento. Ninguém ficou ferido.

Segundo a Defesa Civil, a queda de árvores na fiação deixou vários bairros sem energia elétrica.

“Esse é um serviço essencial e quando há muitos pontos espalhados pela cidade é muito preocupante por conta da situação”, disse Luiz Dall'Acqua, coordenador da Defesa Civil.

VEJA TAMBÉM

[Muro de cemitério desaba após forte tempestade em Araraquara](#)

Na estação de medição em Araraquara foram registrados apenas cinco milímetros de chuva. Mas, **segundo estimativa da Climatempo, em 24 horas pode ter chovido entre 50 e 100 milímetros em outros pontos da cidade**, com ventos de 60 km/h a 80 km/h.

TRANSTORNOS

O temporal começou por volta das 16h30 e durou cerca de 50 minutos. A força da água entre as ruas Professor Jorge Correa e Libaneses, na Vila Santana, assustou.

Outros pontos da cidade também ficaram alagados. Moradores também registraram chuva de granizo no Centro.

A Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira, a Via Expressa, precisou ser interditada próximo ao TCI (Terminal Central de Integração).

MURO DO CEMITÉRIO

Parte do muro do cemitério caiu na Rua Imaculada Conceição quase na esquina da Avenida Espanha.

“O trânsito ficou interditado, a equipe de Obras da prefeitura fez a limpeza e nesta segunda-feira faremos uma nova avaliação para planejar a reconstrução”, disse Dall'Acqua.

As equipes da prefeitura trabalham nesta manhã na limpeza da cidade e remoção de árvores em alguns pontos.

Segundo a Defesa Civil, não há nenhum ponto de interdição no município.



Muro do Cemitério do Britos desabou com o temporal desta tarde (foto: Colaboração Defesa Civil)

LEIA MAIS

[Outono começa nesta segunda-feira trazendo tempo mais seco](#)

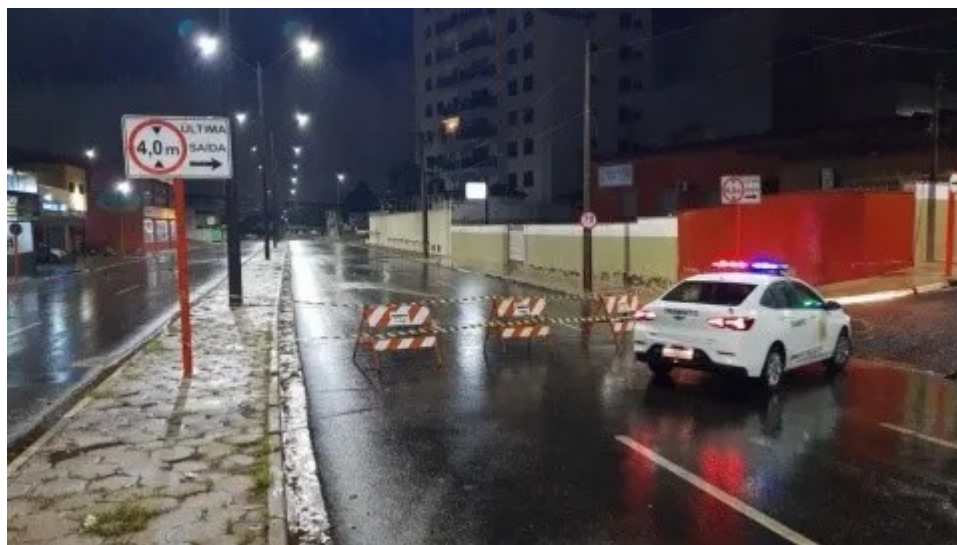
[acidadeon.com](https://www.acidadeon.com)

Veja quais pontos estão interditados após chuva em Araraquara

ACidadeON Araraquara

3–4 minutos

Chuva forte que atingiu a cidade nas últimas 24 horas castigou diferentes acessos



Via Expressa está interditada da Avenida Feijó até a Dom Pedro deste ontem a noite (Foto: Walter Strozzi)

*** ATUALIZAÇÃO 29/12 às 18h11 para incluir a liberação do trânsito na Avenida Manoel de Abreu.**

A forte chuva nas últimas 24 horas interditou ao menos oito pontos de Araraquara, nesta quinta-feira (29). Os locais são monitorados pela Defesa Civil local, que orientou motoristas e pedestres para evitarem pontos críticos de alagamentos.

Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemadem) listou a Morada do Sol foi a 2ª cidade do País com maior volume de chuva: 185 milímetros.

Em apenas seis horas, Araraquara registrou 130 milímetros de chuva, com diferentes estragos.

VEJA TAMBÉM

[**Quinta vítima de carro 'engolido' é localizada em Araraquara**](#)

O caso mais grave ocorreu na Avenida Padre Francisco Salles Coulturato (Avenida 36), próximo a um atacarejo, onde parte da ponte que passa sobre o córrego do Ouro cedeu com a força das águas. Um veículo foi “engolido” e a Polícia confirma, até o momento, cinco mortes.

Uma força-tarefa foi montada entre o Corpo de Bombeiros, Polícia Militar (PM), Guarda Civil Municipal (GCM) e Trânsito para auxiliar nas buscas por vítimas e isolar o local. **Uma sexta pessoa que estaria no veículo - uma adolescente de 11 anos -, ainda está desaparecida.**





Veículo ficou completamente destruído dentro de córrego de Araraquara (Foto: Colaboração)

Nos demais locais, equipes da Prefeitura também realizam as sinalizações dos pontos interditados e apoio à população. A Defesa Civil atendeu outros registros de pontos de alagamentos e quatro casas alagadas, mas sem pessoas desabrigadas.

VEJA A LISTA COMPLETA DE LOCAIS COM INTERDIÇÃO EM ARARAQUARA

- Avenida 36 próximo ao Tonin e Unip;
- Via Expressa sob o Terminal Central de Integração;
- Rua 9 de Julho na altura do Parque do Botânico;
- Rua Vereador Mário Ananias nos dois sentidos (próximo à Captação de Águas);
- Avenida Francisco Martins próximo ao número 790, no Parque São Paulo;
- Rua Álvaro Alves da Silva com a Orlando Schitini, no Jardim Maria Luiza;
- Rua Armando Salles de Oliveira com a Avenida Palomane Lepre.
- Avenida Bandeirantes com Avenida Romulo Lupo, no Parque Laranjeiras.

A Defesa Civil informou ainda que também foram registrados pontos de alagamento na Vicinal que liga a cidade ao distrito de Bueno de Andrade. **A Avenida Manoel de Abreu foi interditada, porém, liberada às 16h30 desta quinta (29).**

A previsão é que a chuva continue nesta quinta. Com isso, a orientação é que a população evite circular nesses pontos mais críticos.

As informações estão sendo atualizadas a qualquer momento e o **acidade on** acompanha.

Em caso de qualquer emergência acionar a Defesa Civil através do 199 ou o Corpo de Bombeiros pelo 193.



Trecho da Avenida Romulo Lupo é interditado em Araraquara
(Foto: Hannah Gomes/CBN)

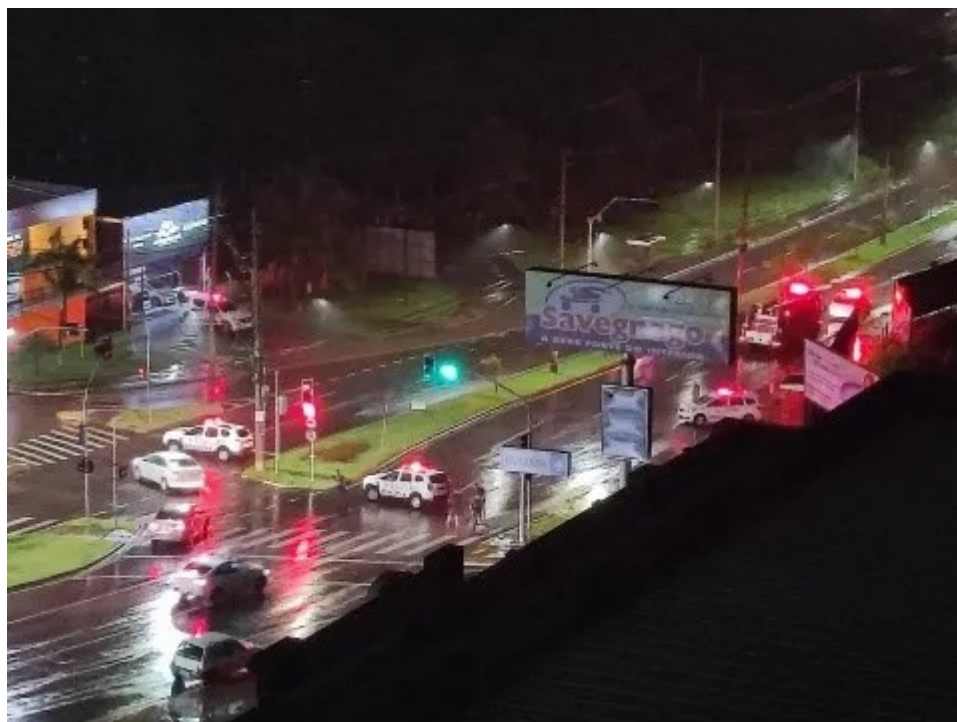
[acidadeon.com](https://www.acidadeon.com)

Araraquara ocupa 2º lugar entre cidades com mais chuvas em 24h

ACidadeON Araraquara

3–4 minutos

Forte chuva causou diferentes transtornos na Morada do Sol e volume chegou a 195 milímetros



Forte chuva abriu cratera em Avenida de Araraquara na noite de quarta-feira (28) (Foto: Colaboração)

Araraquara ficou em segundo lugar na lista divulgada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) das cidades com maior volume de chuvas nas últimas 24 horas em todo o estado de São

Paulo e o Brasil, com 195 milímetros.

Segundo o órgão nacional, a Morada do Sol ficou apenas atrás de São Carlos, que registrou 227 milímetros. **Tanto a Capital da Tecnologia, quanto outros municípios da região sofreram com alagamentos, falta de energia elétrica, queda de árvores e asfalto que se soltou das vias.**

VEJA TAMBÉM

[**Ponte que desabou em Araraquara foi vistoriada em outubro**](#)

No Jardim dos Manacás, região Oeste de Araraquara, uma cratera se formou na Avenida Padre Francisco Salles Coulturato (36), próximo a um atacarejo. Uma força-tarefa foi montada na região e, até o momento, localizaram cinco corpos de um veículo que foi “engolido” pela água.

Além da Avenida 36, outros pontos da cidade estão interditados preventivamente, ou que aguardam a ação de desobstrução e limpeza. Veja a lista completa:

- via Expressa sob o Terminal Central de Integração;
- rua 9 de Julho na altura do Parque do Botânico;
- rua Vereador Mário Ananias nos dois sentidos (próximo à Captação de Águas);
- Av. Francisco Martins próximo ao número 790, no Parque São Paulo;
- rua Álvaro Alves da Silva com a Orlando Schitini, no Jardim Maria Luiza;
- rua Armando Salles de Oliveira com a av. Palomane Lepre.

- av. Manoel de Abreu;
- av. Bandeirantes Romulo Lupo, no Parque Laranjeiras.



Cratera se abriu em plena Avenida 36, no Jardim dos Manacás
(Foto: Colaboração)

Também foram registrados pontos de alagamento na Vicinal
que liga a cidade ao distrito de Bueno de Andrade.

A previsão é que a chuva continue nesta quinta. Com isso, a
orientação da Defesa Civil é para que a população evite circular

pelos pontos mais críticos. Segundo a Prefeitura, as equipes permanecem nas ruas e ao longo do dia as informações serão atualizadas.

Em caso de qualquer emergência a orientação é acionar a Defesa Civil através do 199 ou o Corpo de Bombeiros pelo 193.



Via Expressa ficou cheia de lama após nível da água baixar na última quarta-feira (Foto: Walter Strozzi)

[acidadeon.com](https://www.acidadeon.com)

Chuva forte gera transtornos em Araraquara no final desta tarde

ACidadeON Araraquara

~2 minutos

Principais vias sofreram com alagamentos e interdição devido a forte chuva que caiu no final desta tarde (29)



Avenida Vaz Filho foi "inundada" pela chuva no final da tarde (Foto: Amanda Rocha)

A forte chuva que caiu no final da tarde desta terça-feira (29) causou transtornos em Araraquara.

Alguns estabelecimentos comerciais foram invadidos pela chuva na Avenida Vaz Filho, e comerciantes lutavam para tirar parte da água com um rodinho de mão.

LEIA TAMBÉM

[Volume de chuva chega a 55,4 milímetros em Araraquara](#)

[Graffiti de Aracê encanta pedestres no centro de Araraquara](#)

Segundo a Defesa Civil, dois pontos foram interditados na Via Expressa: próximo ao posto de Campanha e Córrego d'Ouro, conhecido ponto de alagamento de Araraquara, e na Avenida Feijó.

Os locais ficaram cerca de 30 minutos interditados.



Via Expressa ficou interditada devido alagamento (foto: Defesa Civil)

Outro ponto crítico com enxurrada foi na Avenida Maurício Galli, na Zona Norte.

ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com moradores da Vila Xavier, o bairro ficou sem energia elétrica das 16h às 18h.

Em nota, A CPFL Paulista informou que o temporal causou interrupções pontuais de energia. Porém, equipes foram mobilizadas e realizaram os reparos, religando a energia.

Uma árvore também caiu na Vila Xavier. Por sorte, ninguém ficou ferido.

[araraquara24horas.com.br](https://www.araraquara24horas.com.br)

URGENTE-ARARAQUARA REGISTRA DIVERSOS PONTOS DE ALAGAMENTOS

Araraquara24hrs

3-4 minutos

URGENTE-ARARAQUARA REGISTRA DIVERSOS PONTOS DE ALAGAMENTOS



🚨 URGENTE 🚨

ALERTA DE PONTOS DE ALAGAMENTOS ⚠️ 🌧️ 🌂

A Secretaria de Cooperação dos Assuntos de Segurança Pública informa que devido a forte chuva do começo dessa tarde a via Expressa está com pontos de alagamentos e deve ser interditada pela Defesa Civil. O trecho em frente à Rodoviária já está interditado.

O Plano de Contingência “Operação Chuvas de Verão”, que

envolve diversos órgãos da cidade, monitora diversos pontos críticos de alagamento da cidade e orienta que, em situação de fortes chuvas, sejam evitados os seguintes locais:

- 💧 Via Expressa x Avenida Domingos Zanin (córrego Capão do Paiva X córrego do Ouro);
- 💧 Via Expressa sob o Terminal de Integração;
- 💧 Estrada Abílio Augusto Correa, ponte sobre o córrego do Ouro.
- 💧 Avenida Padre José de Anchieta, no córrego do Ouro;
- 💧 Via expressa x Rua Miguel Cortez;
- 💧 Rua Padre Manoel da Nóbrega x Avenida Mário Zampieri;
- 💧 Via expressa x Avenida Adail Nunes da Silva;
- 💧 Rua Napoleão Selmi Dei, na rotatória da captação de água das Cruzes;
- 💧 Rua Manoel Rodrigues Jacob x rodoanel norte-oeste Dr. Otávio Arruda Camargo;
- 💧 Rua Maurício Galli, entre as avenidas Raimundo de Paula e Silva e Dr. Vital Brasil;
- 💧 Avenida Manoel de Abreu x Avenida Orlandino Terzo de Emílio;
- 💧 Avenida Santo Antônio, sob a ponte ferroviária da antiga estação;
- 💧 Avenida Padre Francisco de Salles Colturato sobre o córrego das Cruzes;
- 💧 Avenida Francisco Vaz Filho, altura do número 1982;
- 💧 Pontilhão no início da Alameda Paulista, sobre a linha férrea.

No momento das chuvas fortes e tempestades, não se exponha ao perigo. Nunca dirija em vias alagadas. Caso note que o seu carro pode ser arrastado pela correnteza, abandone imediatamente o veículo e procure local seguro. Não procure abrigo debaixo de árvores e postes, pois eles atraem raios.

Em casa, desligue aparelhos eletrônicos da tomada e fique atento a sinais de perigo, como quintais cômodos da residência alagados, muros e paredes rachados ou inclinados. Ao notar qualquer sinal de risco, abandone o local e procure ajuda.

Em casos de tombamento de árvores e postes, deslizamentos de terra ou inundações, entre imediatamente em contato com o 193 (Corpo de Bombeiros), 190 (Polícia Militar) e 153 (Guarda Civil Municipal).

Fique em casa!

13/03/2012 20h39 - Atualizado em 14/03/2012 11h14

Busca por idosa desaparecida após chuva é encerrada em Araraquara, SP

Mulher foi arrastada por enxurrada após temporal no dia 11 de fevereiro. Bombeiros esgotaram todas as possibilidades de resgate nesta terça-feira.

Do G1 Araraquara e Região



Moradores improvisam resgate de passageiros da van presa na enchente (Foto: Reprodução)

O Corpo de Bombeiros suspendeu nesta terça-feira (13) as buscas pela idosa de 80 anos, desaparecida no **temporal que atingiu Araraquara**, no interior de São Paulo, em 11 de fevereiro. Segundo a corporação, todas as tentativas de resgate possíveis foram realizadas.

A mulher voltava de uma festa e estava em uma van, quando foi levada pela correnteza do Rio do Ouro, próximo ao Terminal Rodoviário. No veículo estavam outros cinco passageiros que conseguiram ser socorridos.

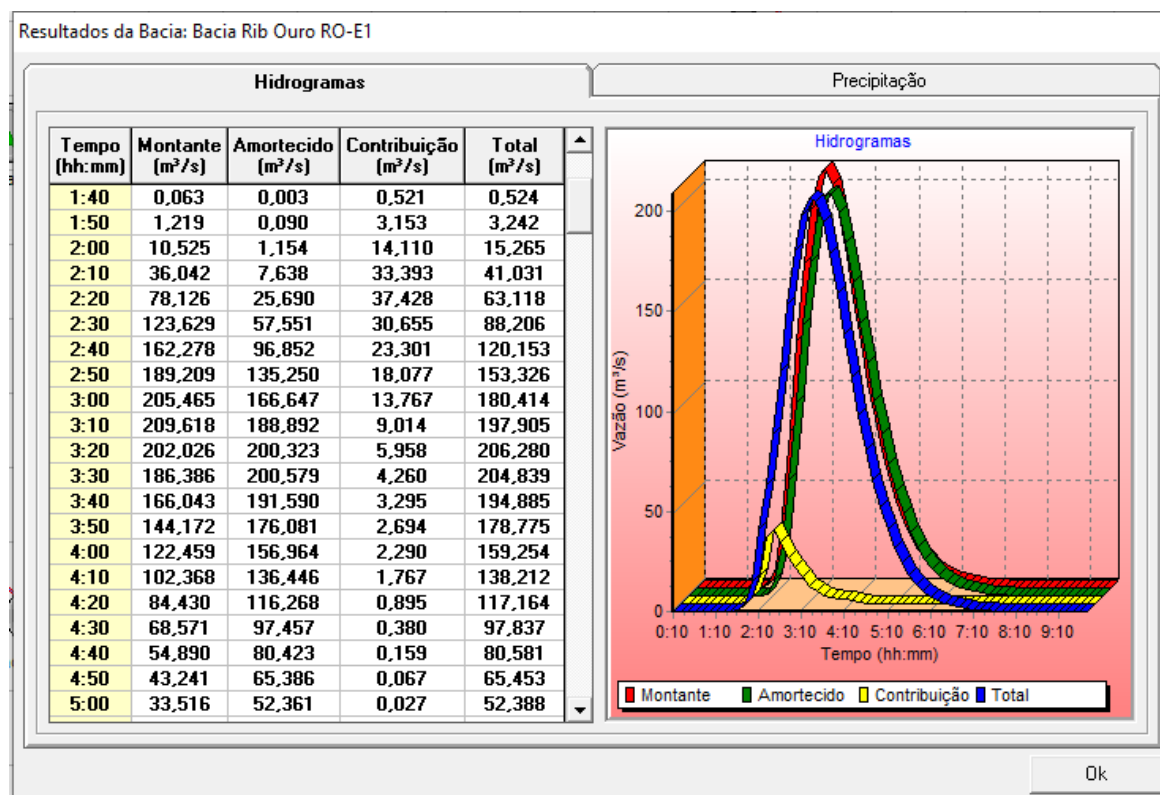
Durante as buscas, mais de 200 bombeiros de **Araraquara**, Ribeirão Preto, Taquaritinga, Matão e outras cidades da região participaram da operação para encontrar a vítima. Uma aeronave de pequeno porte e cães farejadores vindos da capital paulista também já auxiliaram nos trabalhos de buscas.



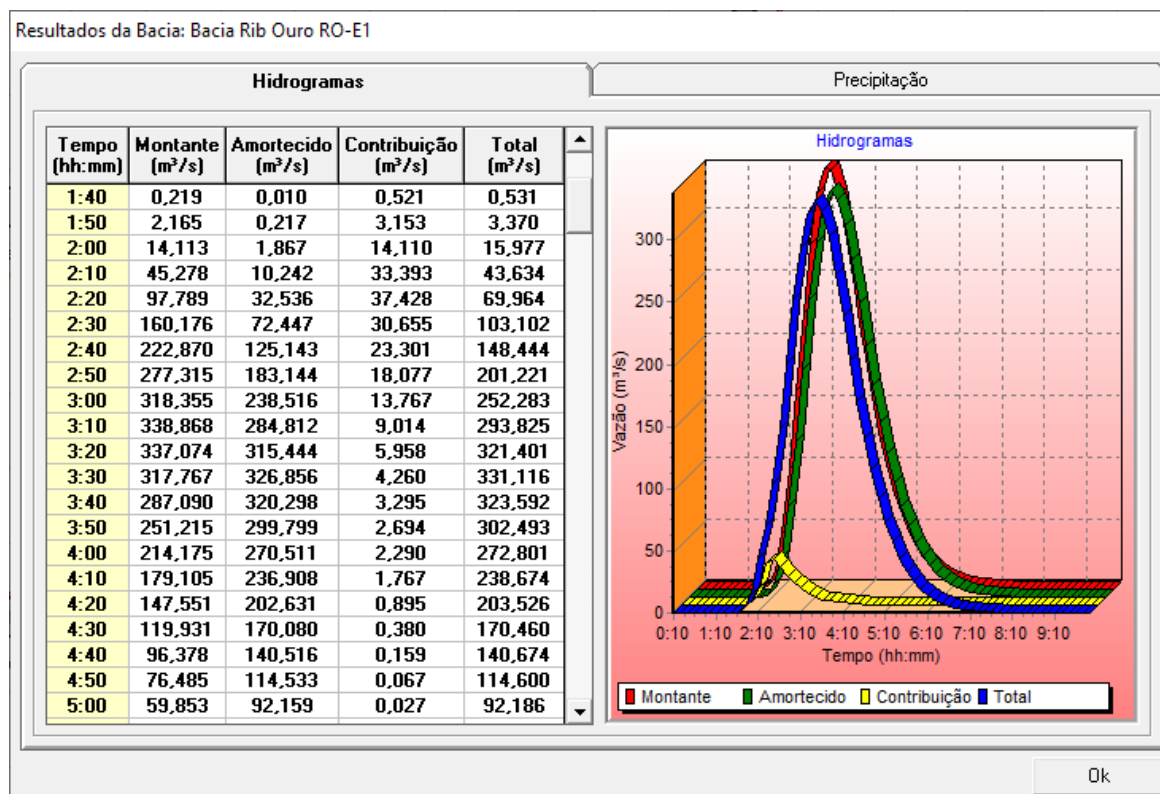
ANEXO 2 – HIDROGRAMAS OBTIDOS PARA AS SEÇÕES PRINCIPAIS DE ACORDO COM OS ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Seção 1

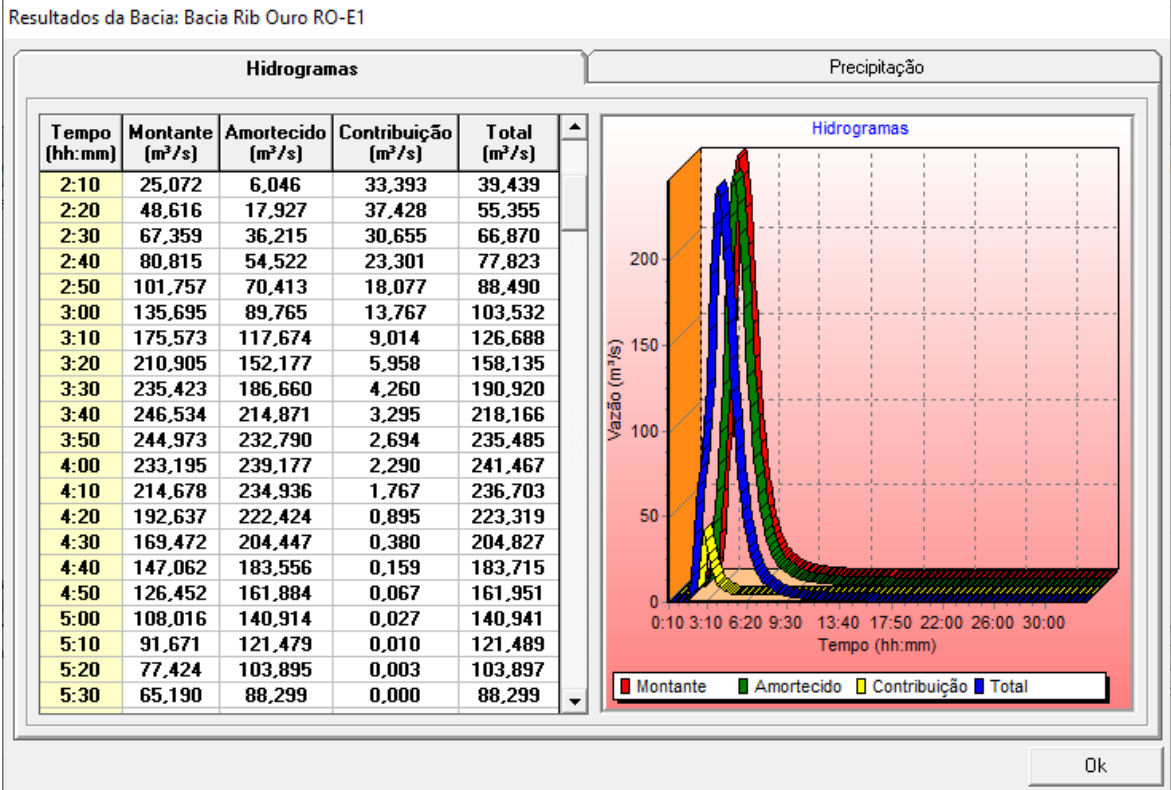
CN ATUAL:



CN FUTURO

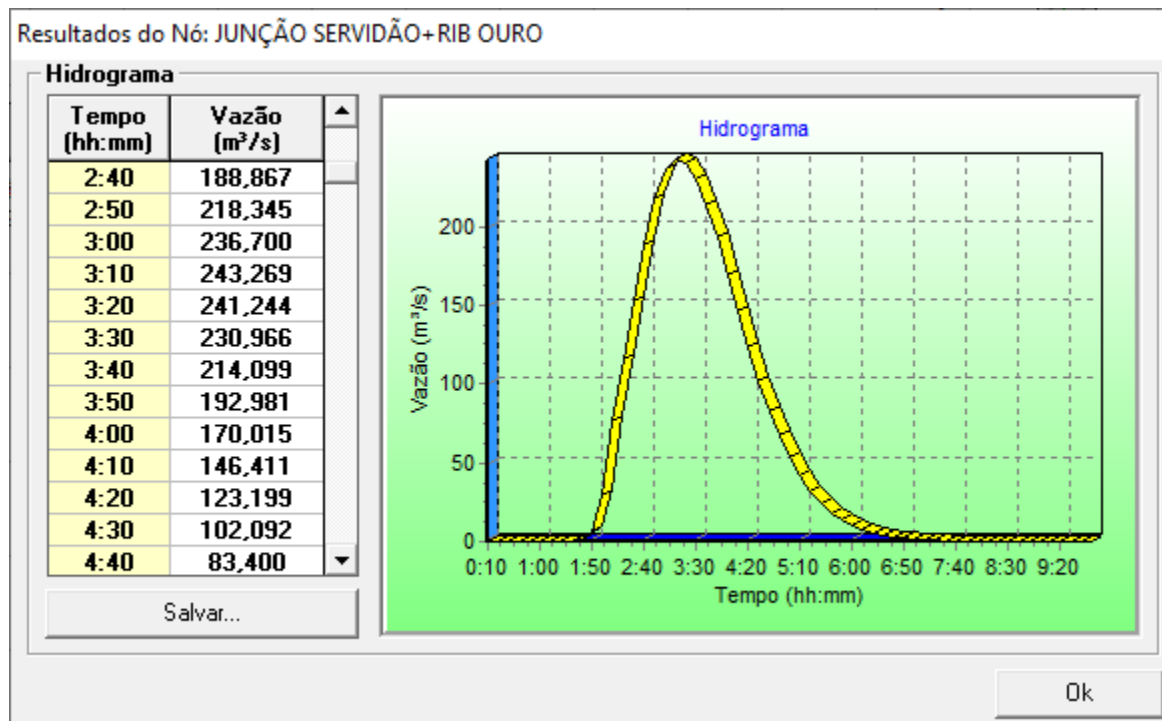


CN FUTURO + RESERVATÓRIO

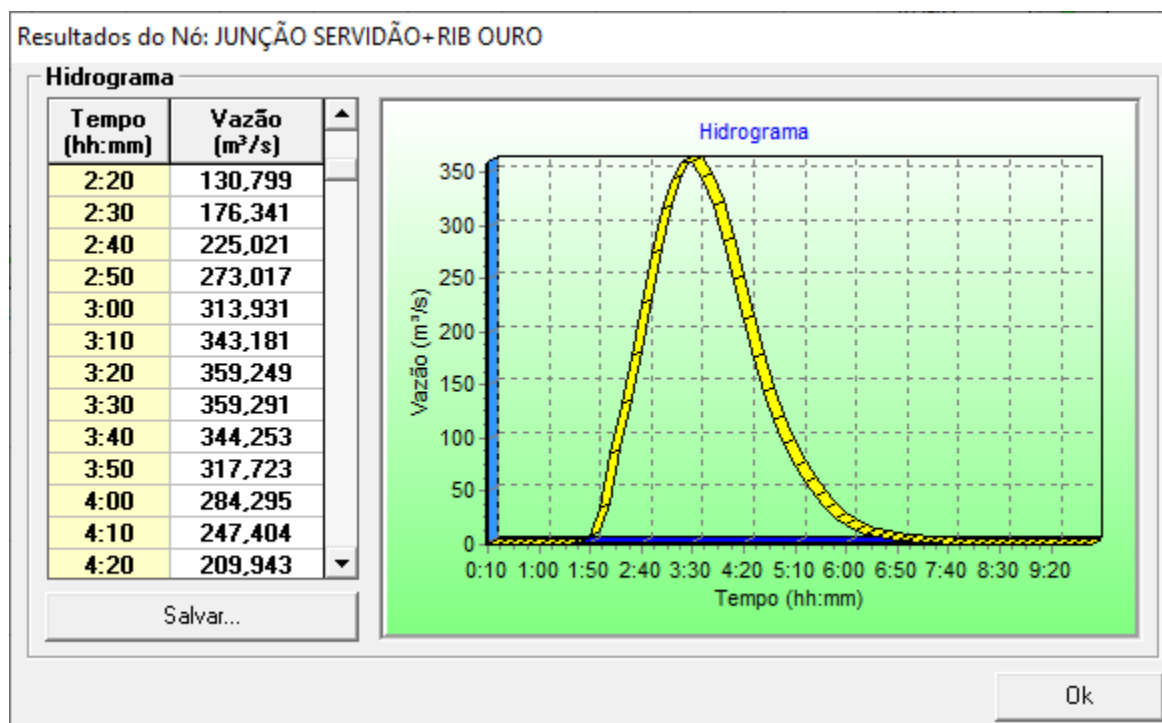


Seção 2

CN ATUAL:



CN FUTURO

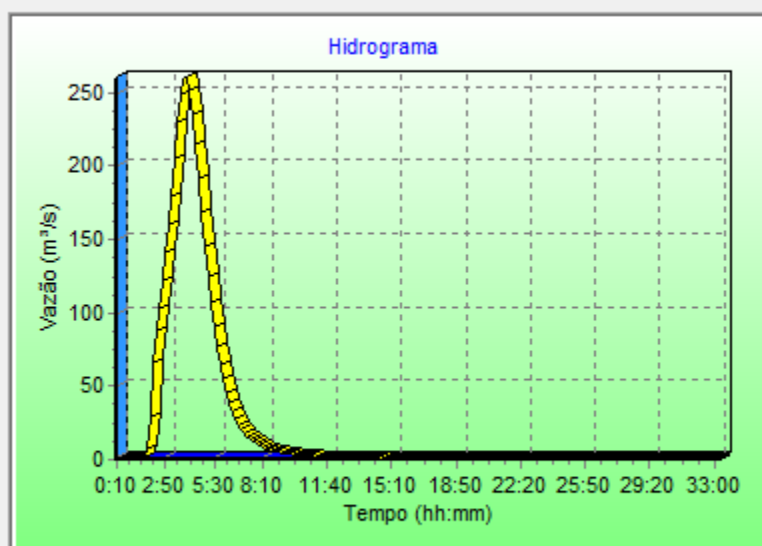


Resultados do Nó: JUNÇÃO SERVIDÃO+RIB OURO

Hidrograma

Tempo (hh:mm)	Vazão (m³/s)
2:40	121,344
2:50	141,286
3:00	159,639
3:10	179,396
3:20	204,098
3:30	229,164
3:40	248,994
3:50	259,903
4:00	260,734
4:10	251,789
4:20	234,969
4:30	213,861
4:40	190,763

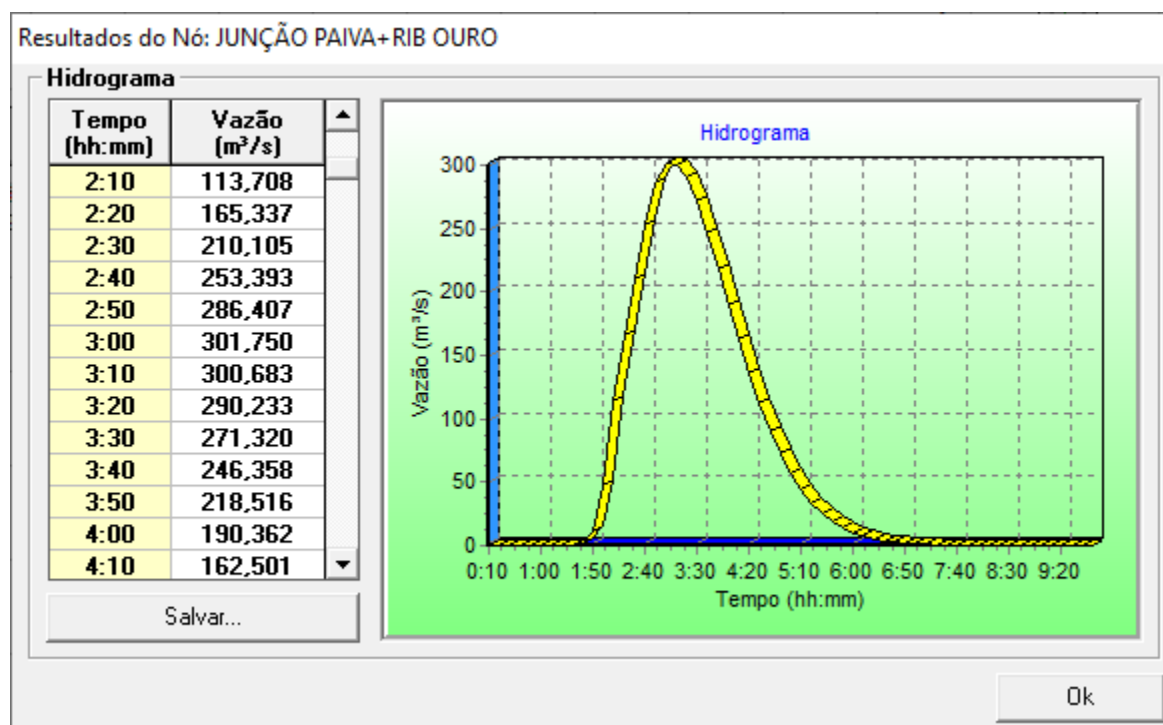
Salvar...



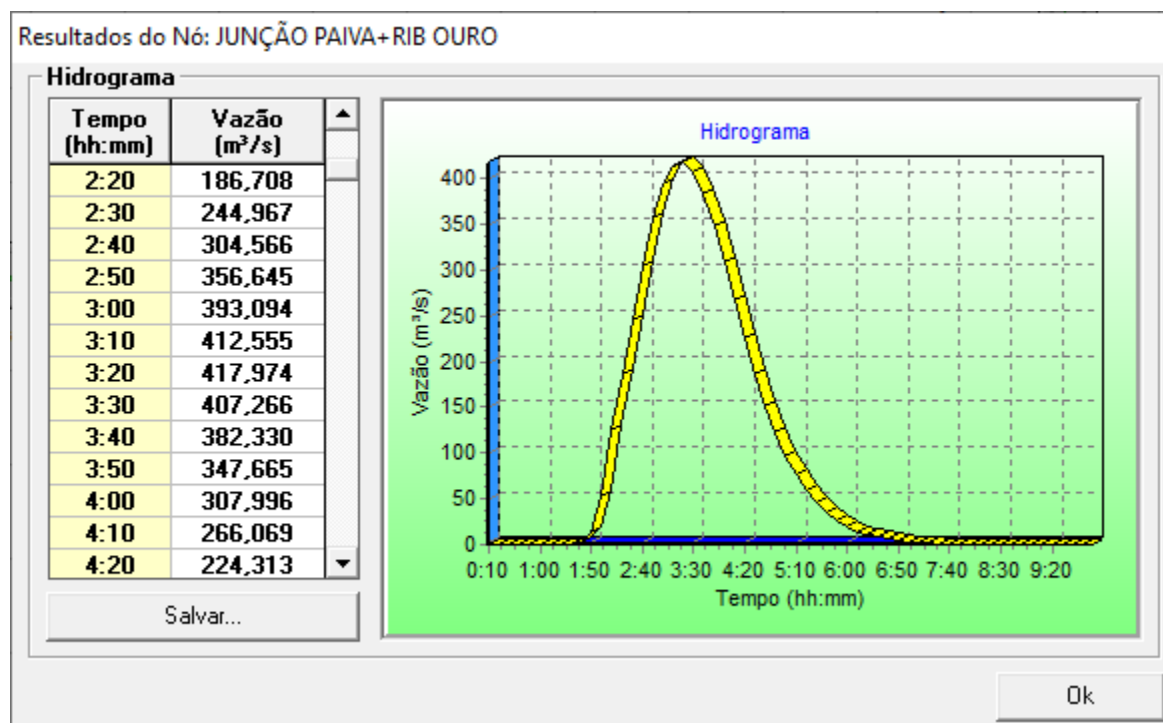
Ok

Seção 3

CN ATUAL:



CN FUTURO

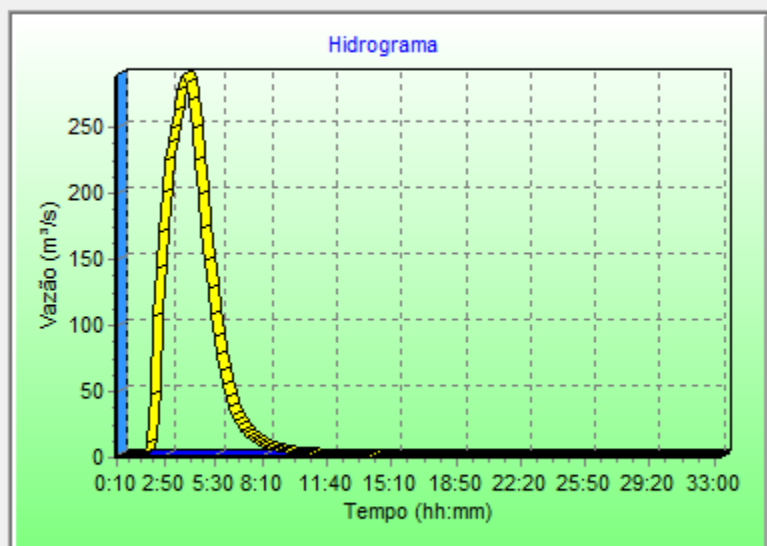


Resultados do Nó: JUNÇÃO PAIVA+RIB OURO

Hidrograma

Tempo (hh:mm)	Vazão (m³/s)
2:20	142,657
2:30	170,409
2:40	200,889
2:50	224,913
3:00	238,803
3:10	248,770
3:20	262,823
3:30	277,138
3:40	287,071
3:50	289,846
4:00	284,435
4:10	270,454
4:20	249,338

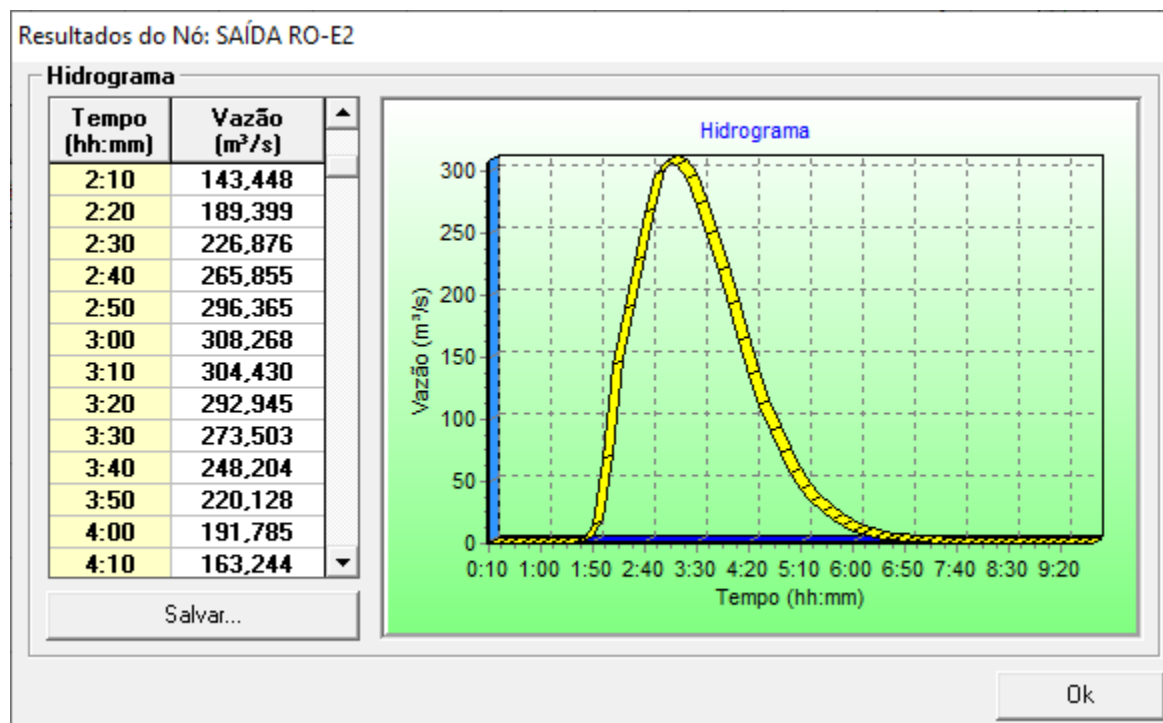
Salvar...



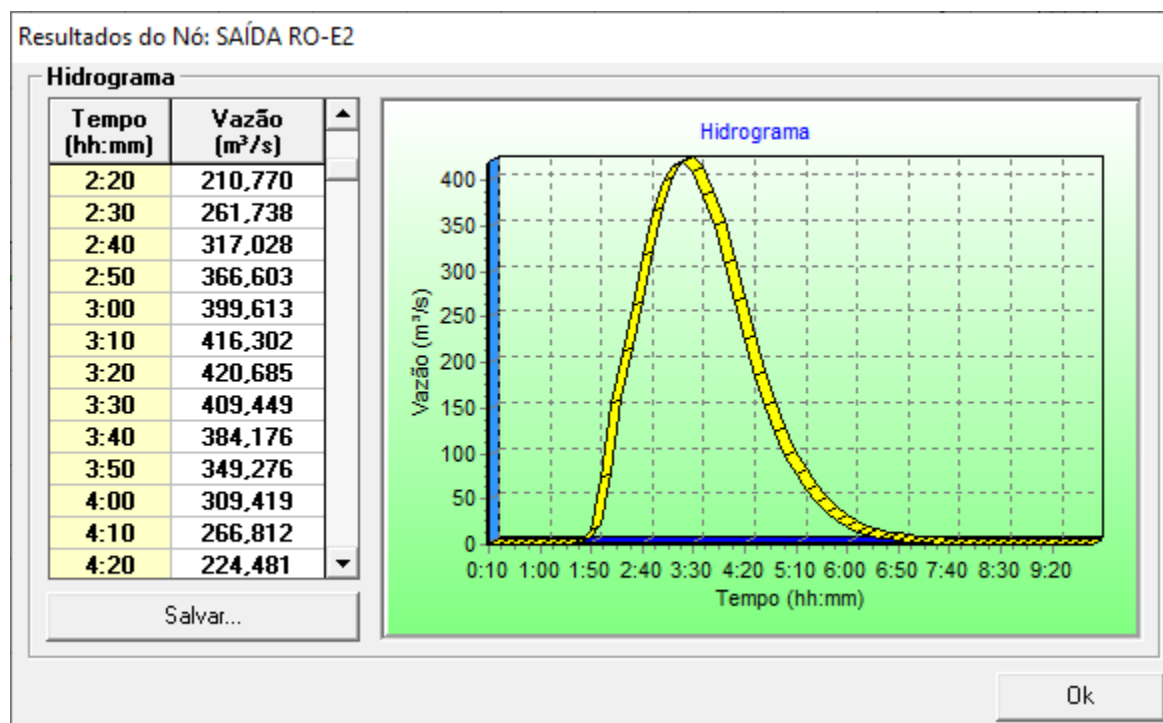
Ok

Seção 4

CN ATUAL:



CN FUTURO

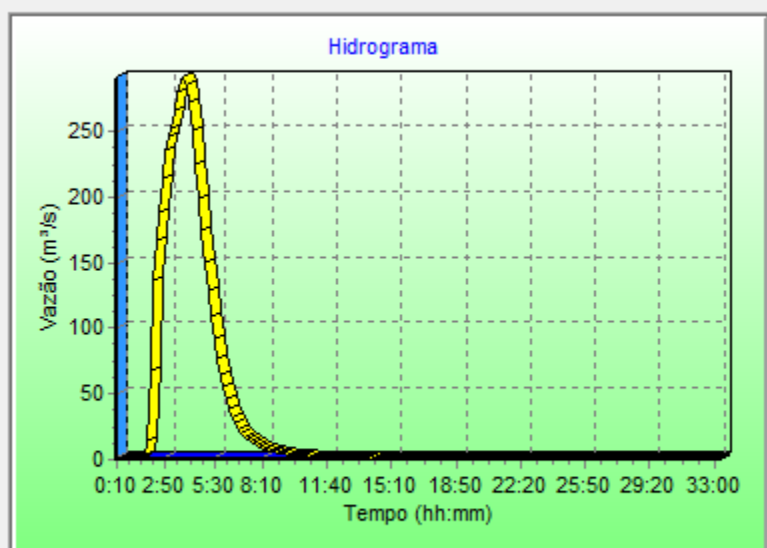


Resultados do Nó: SAÍDA RO-E2

Hidrograma

Tempo (hh:mm)	Vazão (m³/s)
2:40	213,351
2:50	234,871
3:00	245,322
3:10	252,517
3:20	265,534
3:30	279,322
3:40	288,917
3:50	291,457
4:00	285,858
4:10	271,197
4:20	249,506
4:30	224,884
4:40	198,942

Salvar...



Ok

BACIAS DE RETENÇÃO PRINCIPAIS

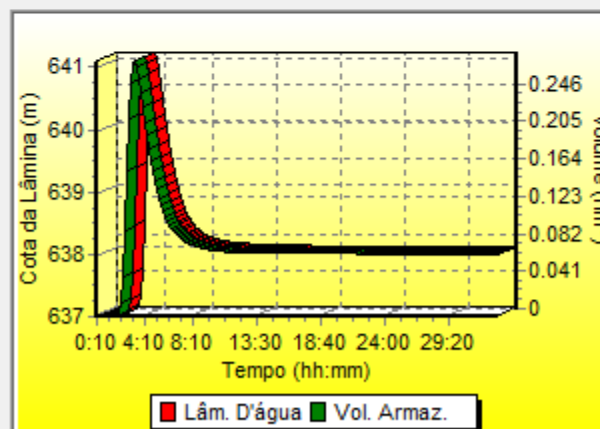
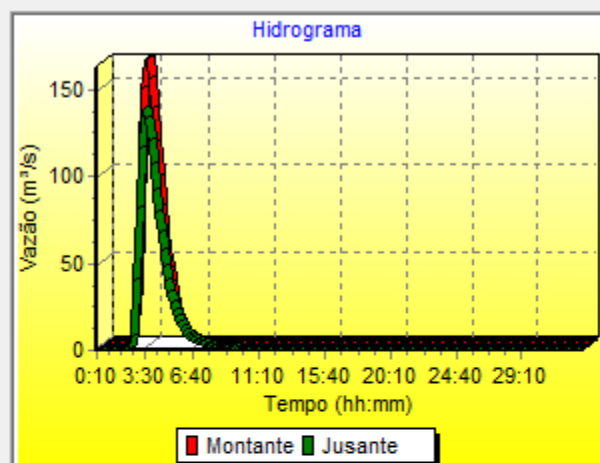
RIBEIRÃO DO OURO:

BACIA DE RETENÇÃO RO-R8

Resultados do Reservatório: RRetenção RO-R8

Hidrogramas

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Jusante (m³/s)	Lâmina (m)	Volume (hm³)
1:40	0,046	0,000	637,00	0,000
1:50	0,957	0,000	637,00	0,000
2:00	8,429	0,000	637,05	0,003
2:10	29,865	0,000	637,22	0,015
2:20	67,229	0,000	637,64	0,044
2:30	111,109	6,419	638,40	0,095
2:40	146,235	38,957	639,34	0,159
2:50	163,621	80,855	640,18	0,216
3:00	163,908	115,248	640,76	0,255
3:10	152,268	134,203	641,05	0,275
3:20	134,697	138,406	641,11	0,280
3:30	115,026	132,283	641,02	0,273
3:40	95,672	120,325	640,84	0,261
3:50	78,384	105,960	640,61	0,245
4:00	63,940	91,477	640,36	0,229
4:10	52,378	78,158	640,13	0,213
4:20	42,838	66,458	639,91	0,198
4:30	34,442	56,267	639,71	0,184
4:40	26,903	47,316	639,52	0,171
4:50	20,508	39,454	639,35	0,160
5:00	15,411	32,658	639,19	0,149
5:10	11,515	26,907	639,04	0,139
5:20	8,613	22,133	638,92	0,130
5:30	6,429	18,217	638,81	0,123
5:40	4,789	15,022	638,71	0,116
5:50	3,543	12,421	638,62	0,110
6:00	2,614	10,204	638,55	0,105



Ok

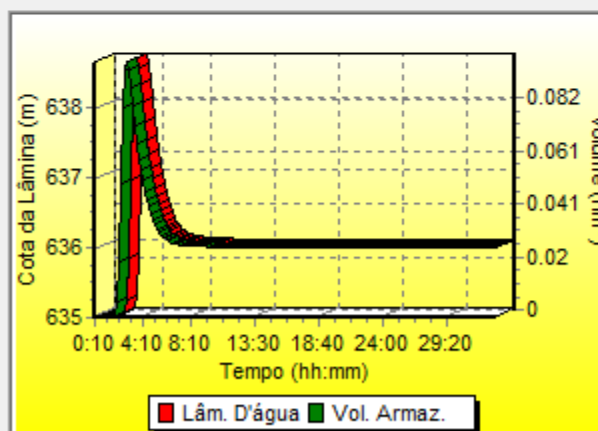
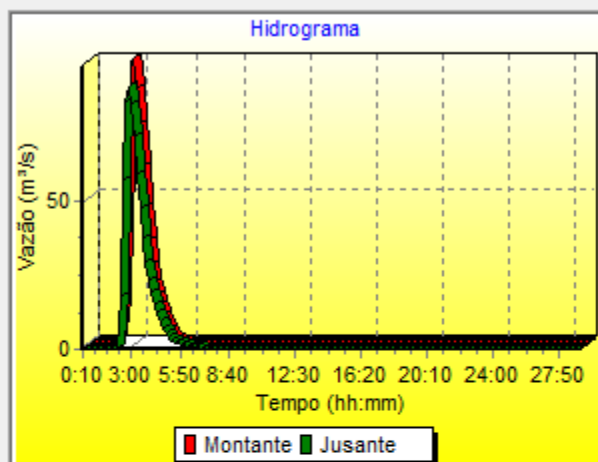
RIBEIRÃO DO OURO:

BACIA DE RETENÇÃO RO-R2

Resultados do Reservatório: Retenção RO-R2

Hidrogramas

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Jusante (m³/s)	Lâmina (m)	Volume (hm³)
1:40	0,273	0,000	635,00	0,000
1:50	2,354	0,000	635,03	0,001
2:00	13,624	0,000	635,21	0,006
2:10	40,620	0,000	635,81	0,022
2:20	75,581	17,639	636,91	0,052
2:30	95,954	57,013	637,98	0,081
2:40	96,337	83,519	638,56	0,096
2:50	86,153	89,000	638,67	0,099
3:00	73,615	82,540	638,54	0,096
3:10	60,000	71,648	638,31	0,089
3:20	46,377	59,322	638,04	0,082
3:30	34,931	47,418	637,75	0,074
3:40	26,472	37,311	637,50	0,067
3:50	20,434	29,390	637,28	0,061
4:00	16,075	23,375	637,10	0,057
4:10	12,785	18,801	636,95	0,053
4:20	9,776	15,158	636,82	0,049
4:30	6,840	12,024	636,70	0,046
4:40	4,443	9,283	636,59	0,043
4:50	2,749	7,008	636,49	0,040
5:00	1,695	5,235	636,40	0,038
5:10	1,033	3,912	636,33	0,036
5:20	0,633	2,940	636,27	0,034
5:30	0,383	2,231	636,23	0,033
5:40	0,228	1,712	636,19	0,032
5:50	0,137	1,330	636,16	0,031
6:00	0,083	1,046	636,14	0,031



Ok

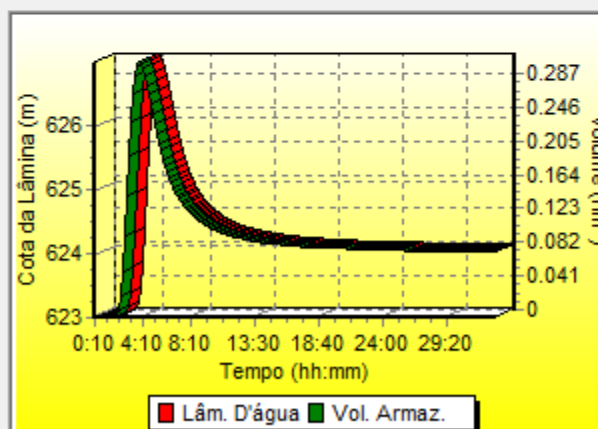
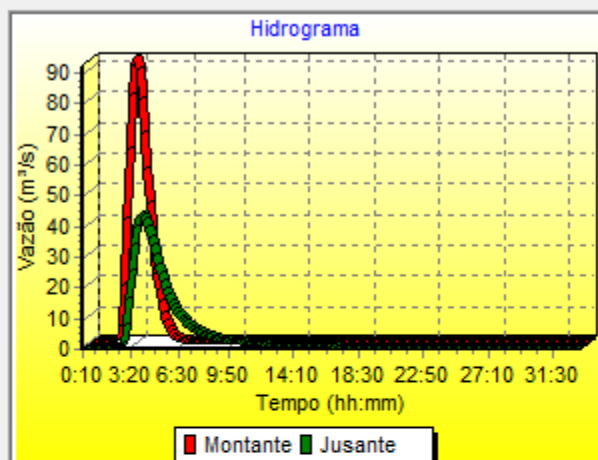
RIBEIRÃO DO OURO:

BACIA DE RETENÇÃO RO-R6

Resultados do Reservatório: Retenção RO-R6

Hidrogramas

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Jusante (m³/s)	Lâmina (m)	Volume (hm³)
1:40	0,049	0,000	623,00	0,000
1:50	0,711	0,000	623,00	0,000
2:00	5,518	0,000	623,03	0,002
2:10	18,485	0,000	623,12	0,009
2:20	39,772	0,000	623,34	0,027
2:30	62,375	0,000	623,74	0,057
2:40	80,244	1,260	624,28	0,100
2:50	90,043	7,283	624,90	0,148
3:00	92,647	15,862	625,52	0,196
3:10	88,452	25,040	626,05	0,238
3:20	79,210	33,119	626,48	0,271
3:30	67,687	39,050	626,76	0,294
3:40	55,874	42,522	626,92	0,306
3:50	45,205	43,769	626,98	0,311
4:00	35,979	43,274	626,96	0,309
4:10	28,398	41,559	626,88	0,303
4:20	22,209	39,085	626,77	0,294
4:30	17,045	36,185	626,63	0,283
4:40	12,810	33,097	626,48	0,271
4:50	9,379	29,992	626,32	0,259
5:00	6,704	26,991	626,16	0,247
5:10	4,621	24,171	626,01	0,235
5:20	3,108	21,578	625,86	0,223
5:30	2,053	19,238	625,72	0,212
5:40	1,331	17,152	625,60	0,203
5:50	0,849	15,310	625,48	0,193
6:00	0,533	13,603	625,37	0,185



Ok

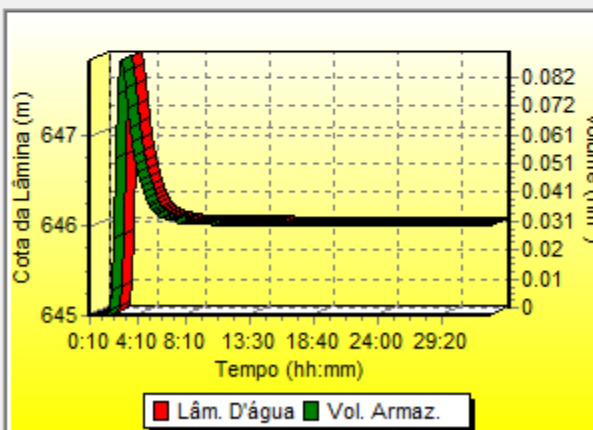
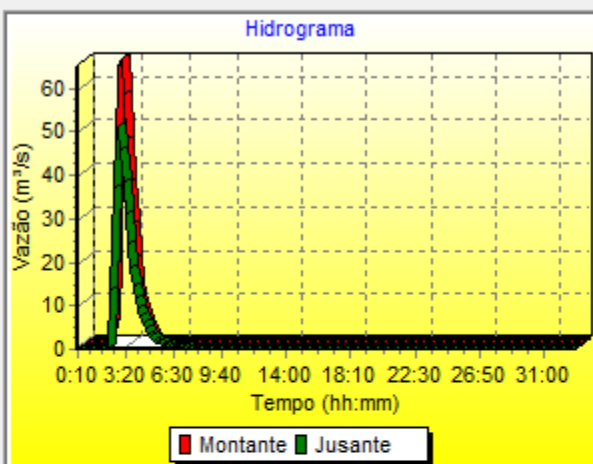
CÓRREGO SERVIDÃO

BACIA DE RETENÇÃO CS-R2

Resultados do Reservatório: Retenção CS-R2

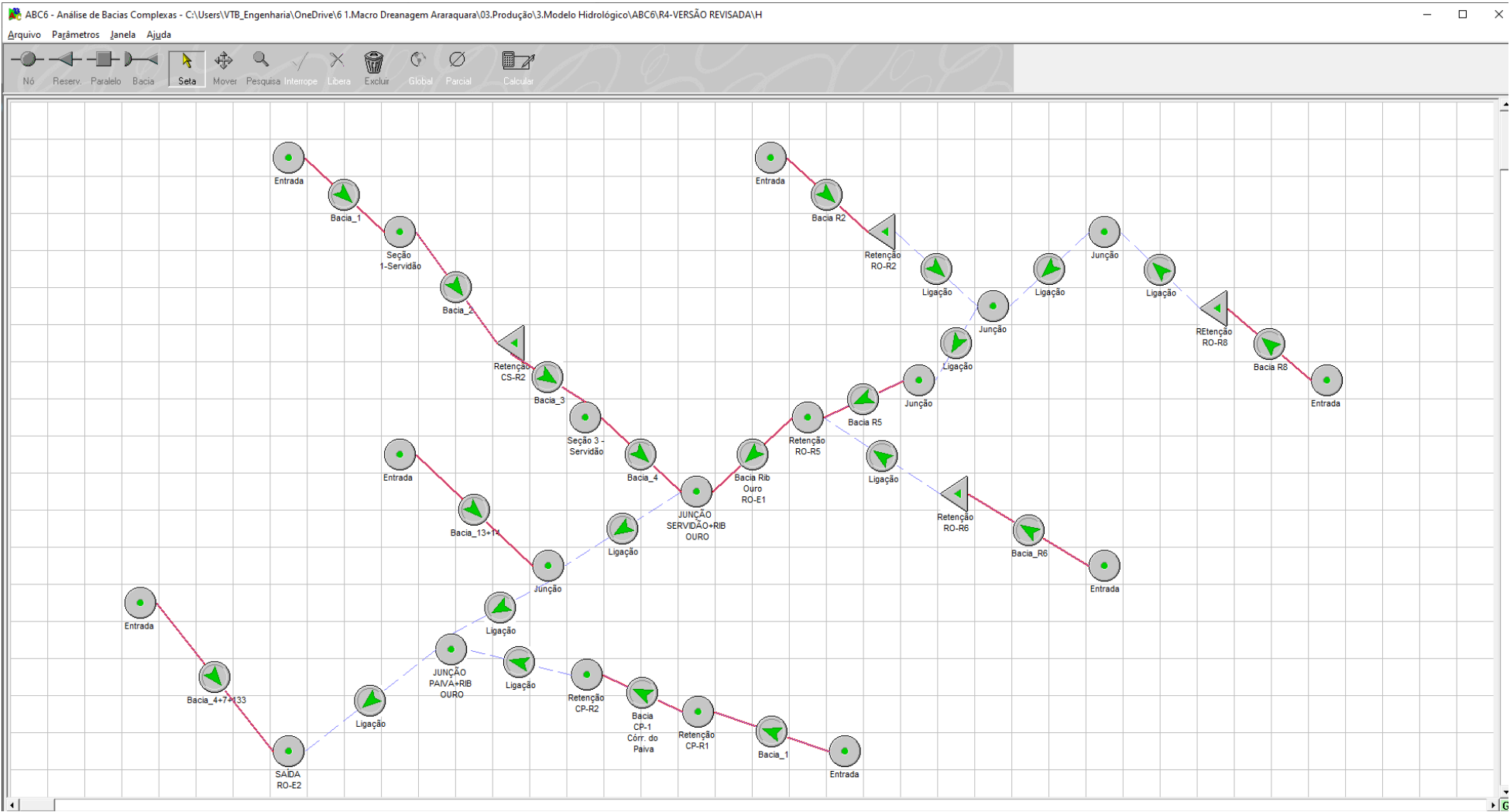
Hidrogramas

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Jusante (m³/s)	Lâmina (m)	Volume (hm³)
1:40	1,056	0,000	645,01	0,000
1:50	4,724	0,000	645,07	0,002
2:00	17,828	0,000	645,28	0,009
2:10	44,263	0,000	645,86	0,028
2:20	63,397	13,140	646,75	0,056
2:30	65,295	36,863	647,48	0,079
2:40	56,982	49,932	647,82	0,090
2:50	46,448	50,929	647,84	0,091
3:00	36,636	45,736	647,71	0,087
3:10	27,167	38,340	647,52	0,081
3:20	19,258	30,639	647,31	0,074
3:30	13,636	23,831	647,11	0,067
3:40	9,932	18,416	646,93	0,062
3:50	7,560	14,348	646,79	0,057
4:00	6,003	11,363	646,68	0,054
4:10	4,733	9,138	646,59	0,051
4:20	3,269	7,342	646,51	0,048
4:30	1,959	5,790	646,43	0,046
4:40	1,075	4,481	646,36	0,044
4:50	0,560	3,438	646,31	0,042
5:00	0,287	2,643	646,26	0,040
5:10	0,147	2,050	646,22	0,039
5:20	0,074	1,609	646,18	0,038
5:30	0,036	1,279	646,16	0,037
5:40	0,016	1,031	646,14	0,036
5:50	0,007	0,841	646,12	0,036
6:00	0,003	0,694	646,11	0,035



Ok

MODELO COM RESERVATÓRIO



MODELO SEM RESERVATÓRIO

