



PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICV

Docente responsável: Prof. Dr. Ronalton Evandro Machado

Discente: Rafael Antonio Alves Leite

Título:

“Operação do Sistema Cantareira: Identificação de potenciais fatores que podem influenciar a inclinação da curva de depleção do escoamento superficial direto no posto de controle Captação Valinhos”

1. Introdução

A medida em que a população cresce, observa-se o aumento das suas demandas e necessidades em geral, evidenciando um cenário no qual a gestão dos recursos hídricos se torna cada vez mais indispensável, visto que a água é um bem natural e limitado. Para nortear essa gestão, no Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e estabeleceu como um de seus instrumentos, a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos. Este instrumento foi aplicado de maneira excepcional no processo em que se ratificou a renovação da outorga do Sistema Cantareira à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) através das resoluções conjuntas 925 e 926, de 29 de maio de 2017. Através dos referidos atos normativos, foram estabelecidas regras e condições de operação para a captação de água destinada a região metropolitana de São Paulo e para as vazões descarregadas para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá a jusante dos reservatórios. Durante as primeiras experiências por parte das bacias PCJ na operação de liberação das descargas do Sistema Cantareira, foi possível destacar as discussões entorno do decaimento abrupto das vazões monitoradas no posto de controle captação Valinhos. Tal comportamento verificado na fase do escoamento superficial dificulta a garantia das vazões médias mínimas estipuladas para o referido posto. Assim, a partir da identificação deste problema e frente a importância deste estudo, o trabalho que se pretende desenvolver tem como objetivo investigar os fatores que influenciam a inclinação da curva de depleção do escoamento superficial direto no ponto de controle Captação Valinhos localizado no Rio Atibaia.

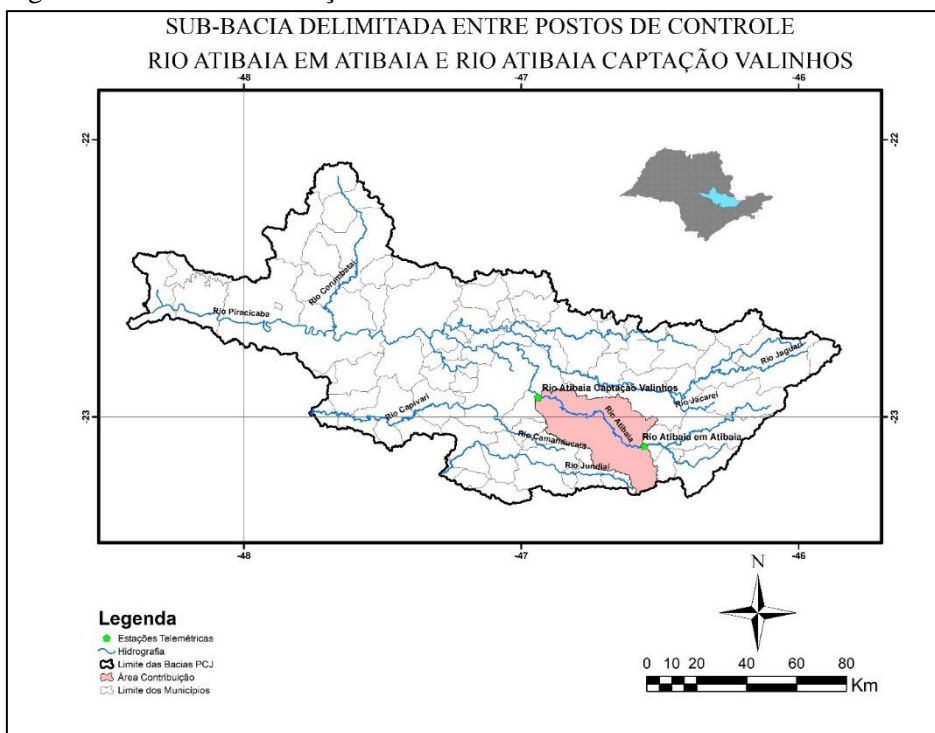


2. Material e método

2.1. Área de estudo

Para esta pesquisa o foco principal foi a área de contribuição do rio Atibaia onde está localizada a estação telemétrica Rio Atibaia Captação Valinhos - 3D-007T, conforme apresentado na Figura 1. Foi realizada delimitação de uma parcela da sub-bacia do rio Atibaia, de forma a obter uma sub-bacia com a cabeceira localizada na estação Rio Atibaia em Atibaia – 3E-063T e o exutório localizado na estação Rio Atibaia Captação Valinhos - 3D-007T.

Figura 1: Área de contribuição na sub-bacia do rio Atibaia



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

2.2. Ocupação e uso da terra

Na sub-bacia do rio Atibaia as áreas de campo se destacam com o predomínio do território, ocupando 34,77 % do total. Segundo o Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PRHBH-PCJ), a maior parte da cobertura campestre está localizada nos municípios de Campinas, Itatiba, Piracaia e Atibaia, sendo que as três primeiras possuem rebanhos bovinos com mais de 18.000 cabeças cada (PCJ, 2020 apud IBGE, 2015b). Em relação às áreas urbanizadas, essas ocupam 12,16 % do da sub-bacia do rio Atibaia e estão concentradas nas regiões centrais e oeste da sub-bacia, coincidindo com a área delimitada para pesquisa. Além disso, os



municípios de Campinas, Atibaia, Itatiba e Valinhos totalizam aproximadamente 70 % de todas as áreas urbanizadas sub-bacia (PCJ, 2020).

2.3. Características hidro geológicas

Nas bacias PCJ existe um predomínio de afloramentos de rochas do embasamento cristalino, correspondendo a 46% da superfície total. Já no âmbito da sub-bacia do rio Atibaia, a cobertura de rochas do embasamento cristalino chega a 87,11%, cobrindo na totalidade às áreas delimitadas para essa pesquisa (PCJ, 2020). As rochas cristalinas constituem os aquíferos fraturados e possuem a característica importante de serem compactas e não apresentarem espaços vazios entre os minerais de sua composição. Além disso, o potencial de produção de águas subterrâneas de aquíferos fraturados é mais baixo, quando comparados com aquíferos granulares (DAEE et al., 2005).

2.4. Dados hidrológicos

Para a pesquisa foram levantados e consolidados os dados de vazão e precipitação da estação telemétrica do DAEE Rio Atibaia Captação Valinhos (D3-051T/3D-007T). Em contato com o DAEE foi possível obter a série de dados que inicia em 01/09/1999 e termina em 31/08/2020.

2.5. Hidrograma

O hidrograma é um gráfico que expõe o comportamento das vazões no tempo. Desde o evento de precipitação até a geração de vazão em uma bacia, todo o comportamento e magnitude do escoamento estará diretamente relacionado à intensidade da chuva, permeabilidade do solo, duração da chuva, tipo de vegetação, área da bacia de drenagem, distribuição espacial do evento de precipitação, geometria dos canais dos cursos d'água, profundidade do nível das águas subterrâneas e declividade da superfície do solo (FEITOSA; FILHO, 2000).

2.6. Separação das fases de escoamento

Nesse trabalho, para a separação dos escoamentos superficial e de base foi utilizado a técnica de filtro digital.

As técnicas de filtro digital desenvolvidas por ARNOLD (2009) e ECKHARDT (2004) foram inseridas em uma interface Web (WHAT - Web-based Hydrograph Analysis Tool), o que possibilitou a fácil utilização dessa metodologia de separação do escoamento de base.

Após seleção de períodos com eventos significativos de chuva, incluindo períodos anteriores e posteriores a crise hídrica de 2014, foram inseridos os dados de vazão na interface WHAT e selecionada a configuração com parâmetros referentes a bacias de rios perenes com unidades de aquíferos cristalinos, seguindo as características hidrogeológicas do local de estudo.

3. Resultados e discussões

Através do processamento dos dados de vazão na interface WHAT, foi possível gerar gráficos com os resultados e extrair informações importantes. Os períodos de dados selecionados para rodar no filtro digital são todos referentes aos períodos secos de cada



ano, o que possibilitou verificar uma resposta evidente dos eventos de chuva. Além dessa seleção, a análise do escoamento foi feita com base em dados de escoamento de três momentos distintos. O primeiro que engloba períodos anteriores à crise hídrica, o segundo momento que abrange os anos marcados por eventos extremos de estiagem, e os anos seguintes.

Conforme é possível observar na Figura 2, os escoamentos gerados pelo filtro digital são bem nítidos nos hidrograma. Após os eventos significativos de chuva, verifica-se o gradual aumento das vazões até um ponto máximo, com predomínio do escoamento superficial direto. E após o pico do escoamento, a curva do hidrograma entra na fase de ressecção até atingir um determinado ponto de estabilização, quando a contribuição do escoamento de base aumenta.

Conforme a Figura 2-a, o escoamento total recebe contribuições predominantes do escoamento superficial direto e da chuva precipitada nas áreas de contribuição da sub-bacia. Isso ocorre devido à intensidade da chuva ser maior do que a taxa de infiltração no solo. Então, como o volume infiltrado não é capaz de preencher os espaços existentes nas fraturas a ponto de saturar esse solo, não ocorre recarga subterrânea (FEITOSA; FILHO, 2000).

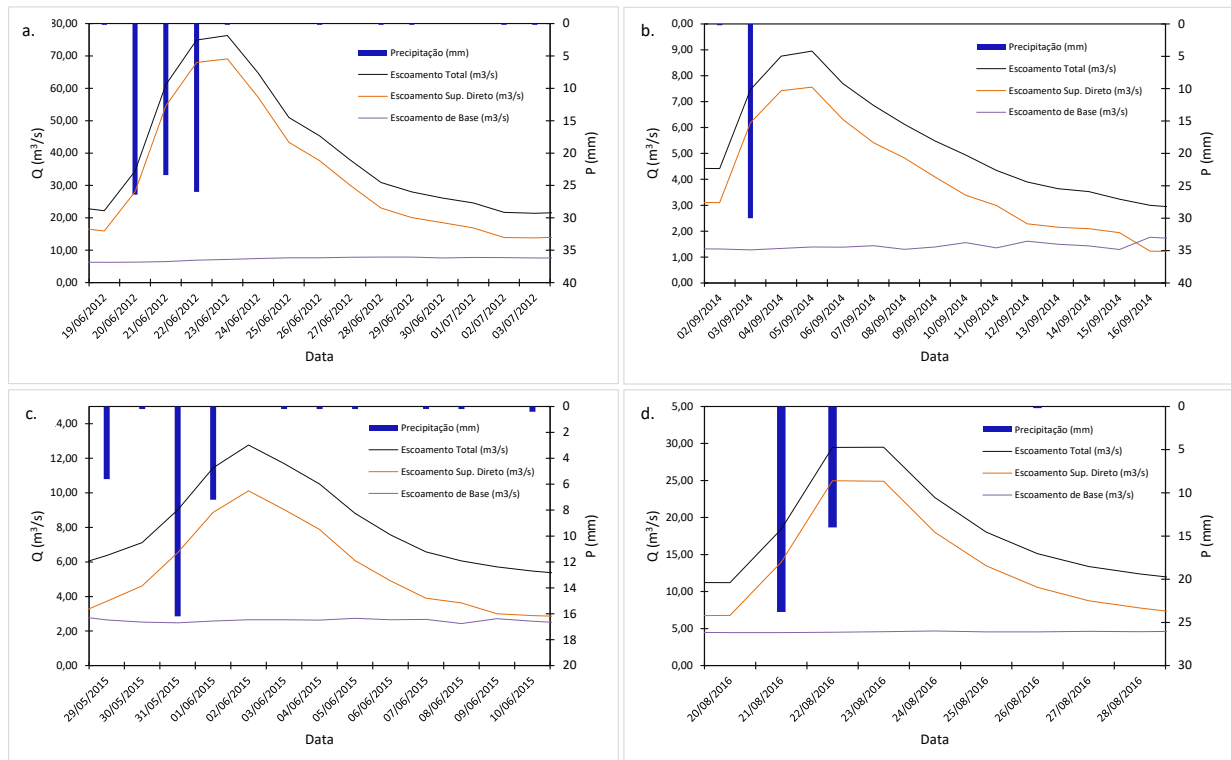
No ano de 2014 (Figura 2-b), percebeu-se que, devido aos longos períodos sem chuvas, o escoamento de base diminuiu significativamente, variando de 1,30 a 1,70 m³/s. Sendo possível destacar ainda que ao final do período analisado, existe um ponto de inflexão, a partir do qual o escoamento de base passou a representar uma maior parcela do escoamento total, causando o aumento do déficit de umidade do solo e o deplecionamento da água disponível nos solos compostos por rochas cristalinas.

Devido ao fim dos eventos extremos de escassez hídrica e à retomada de regimes pluviais característicos de cada estação, conforme observa-se nos hidrograma da Figura 2-d, o escoamento de base subiu para um patamar de aproximadamente 5 m³/s. Esse aumento pode estar relacionado à diminuição do déficit de umidade do solo, causada pela quantidade e constância dos eventos de precipitação a partir do ano de 2015.

Era esperado que os escoamentos de base e superficial apresentados acima sofressem influências nítidas por conta da crise hídrica ocorrida entre os anos de 2013 e 2015. Mas ao analisar os percentuais e os valores de escoamento, foi verificado que ocorreu uma recuperação das vazões de base e suas contribuições para o escoamento total voltaram a patamares próximos dos registrados anteriormente ao ano de 2013.



Figura 2: Hidrograma com precipitação. Período de 19 de junho a 03 de julho de 2012 (a), de 02 a 16 de setembro de 2014 (b), de 29 de maio a 10 de junho de 2015 (c), de 20 a 28 de agosto de 2016 (d).



4. Conclusão

Os resultados de todos escoamentos gerados pelo filtro digital constituíram hidrogramas muito característicos de áreas rurais com bacias alongadas, nas quais a cobertura vegetal e a extensão do canal tendem a retardar o escoamento (TUCCI, 2009). Entretanto, tendo em vista que a hidrogeologia da área de estudo é caracterizada pela cobertura de rochas do embasamento cristalino, a água escoada não é retida em processos de infiltração e de recarga subterrânea, influenciando bastante na inclinação da curva de depleção dos escoamentos. E outro ponto importante, é a influência dos volumes de água descarregados do Sistema Cantareira para a sub-bacias do rio Atibaia. Apesar da distância dos reservatórios, estes volumes descarregados são responsáveis pela manutenção do escoamento superficial em um determinado patamar, fazendo com que o rio não dependa exclusivamente dos baixos volumes de escoamento de base. Além disso, após análises de cenários anteriores e posteriores a crise hídrica verificou-se que este período de grande estiagem não influenciou a longo prazo o comportamento do escoamento superficial na área estudada. Esse fato contribuiu para ratificar que a curva de depleção do escoamento superficial direto é bastante influenciada por características hidro geológicas locais, pelo uso e ocupação da terra e pelas intensidades dos eventos precipitação.