

I-013 – AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE ITU/SP

Thiago Francisco Martins⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Sorocaba. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Consultor Ambiental da GEMAAS – Geologia e Meio Ambiente Ltda.

Jodhi Jefferson Allonso⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Sorocaba – FACENS. Engenheiro do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE.

Sandro Donini Mancini⁽³⁾

Engenheiro de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Engenharia de Materiais e Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, ambos também pela UFSCar. Professor da Universidade Estadual Paulista – Unesp – Campus de Sorocaba.

Endereço⁽¹⁾: Alameda das Primaveras, 178 – Jardim Simus – Sorocaba – SP – CEP: 18055-170 – Brasil – +55 (15) 8117-6330 – e-mail: thiago.martins@gemaas.com.br

RESUMO

A grande preocupação pela água desperta a atenção de muitos pesquisadores, o que se soma à baixa conscientização ambiental e também a escassez hídrica enfrentada nos últimos anos por alguns municípios. O presente estudo analisou a disponibilidade hídrica no sistema de captação de água superficial para abastecimento público da região urbana no município de Itu-SP, caracterizando assim a hidrologia e seus parâmetros nestes locais. O sistema compreende um conjunto de captações em três diferentes bacias hidrográficas, as quais são: Córrego Braiaia, Ribeirão Pirapitingui/Taquaral e Ribeirão Itaim/Guaçu, das quais são retirados 40.176.000 litros por dia de água, o que representa aproximadamente 60% do abastecimento público municipal. A metodologia utilizada para o cálculo das vazões foi a da regionalização hidrológica – adotada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE). Calcularam-se as vazões máxima, média, mínima, firme e disponível, além do volume regularizado, em cada um dos três pontos de captação. A vazão firme, subtraída pela metade do valor da vazão mínima, foi adotada como sendo a vazão disponível em cada um dos diferentes pontos de captação. Esse valor, comparado com as respectivas vazões captadas, indica que as bacias do Córrego Braiaia, e Ribeirão Pirapitingui/Taquaral encontram-se com quadro de déficit hídrico. Pelo exposto, pode-se comprovar que, para não ocorrer um colapso do ponto de vista de abastecimento público de água, é necessário que seja adotado com urgência um novo manancial para captação de água, visto que os valores atuais não atendem a demanda.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Disponibilidade Hídrica, Abastecimento Público.

INTRODUÇÃO

A água é provavelmente, o único recurso natural que se relaciona com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos aprofundados na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, meio de vida de várias espécies vegetais e animais, elemento representativo de valores sociais e culturais e também fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

Nos dias atuais, a preocupação com este recurso natural é enorme, pois ainda que exista muita água no planeta, o maior volume, 97,5%, está nos oceanos e é salgada; apenas 2,5 % é doce, mas boa parte está concentrada nas regiões polares, ou seja, congelada. Dentro desta parcela, restam à humanidade, 0,7%, armazenada no subsolo e somente 0,007% em rios e lagos superficiais disponíveis de maneira economicamente viável para o consumo humano, uso industrial e irrigação (Tundisi, 2005).

A Comissão Mundial sobre a Água, apoiada pela UNESCO (2008) e Banco Mundial, estimou que o crescimento da população nos próximos 25 anos requererá 17% de aumento da disponibilidade de água para irrigação e 70% para abastecimento urbano, o que associado aos demais usos, deverá representar um acréscimo de 40% na demanda total.

Segundo Espíndola *et al.* (2000), o consumo de água ao longo do século XX cresceu entre 4 e 8% ao ano, em razão do acelerado crescimento econômico de algumas regiões. Por conseguinte, nos países mais ricos o uso industrial da água responde atualmente por mais da metade do consumo, enquanto que, na África, é o uso agrícola que responde por mais de 80% do consumo. De fato, apenas 8% da demanda mundial de água correspondem hoje às utilizações domésticas.

Com o acelerado crescimento demográfico de boa parte dos municípios brasileiros, acentua-se a necessidade de mais informações sobre recursos hídricos disponíveis para abastecimento. Diversos destes municípios já sofrem com déficit hídrico, muitas vezes causado por falta d'água para abastecer um número elevado de pessoas, ou então, por consequência do despreparo na educação da população, que polui e desperdiça este recurso natural. A escassez hídrica de algumas destas regiões e a adversidade das condições de suprimento de água à população urbana brasileira vem sendo objeto de estudos há anos, sem que, até o momento, tenham sido implantadas soluções globais que permitam equacionar em definitivo os frequentes déficits de abastecimento.

Itu, no estado de São Paulo, possui um histórico de problemas relacionados aos recursos hídricos, principalmente no que diz respeito ao abastecimento público de água. No ano 2000, por exemplo, os principais reservatórios da cidade de Itu ficaram reduzidos a níveis muito baixos, em torno de 5 a 10 % da oferta de água (Rodrigues, 2008).

Sabe-se que quanto maior a escassez de água e o nível de comprometimento qualitativo, maiores serão a necessidade e a importância da gestão e do gerenciamento dos recursos hídricos na promoção de uma distribuição equitativa das disponibilidades hídricas, entre os diversos usos e usuários, por vezes muito competitivos. Na análise do problema, é essencial a identificação dos fatores que fazem com que a água seja ou venha a ser um fator limitante para que sua disponibilidade seja assegurada tanto para a geração atual como para as futuras gerações (Salati, 2006).

O objetivo deste trabalho é analisar a disponibilidade hídrica do sistema de captação de água superficial para abastecimento público da região urbana do município de Itu-SP, caracterizando assim a hidrologia e seus parâmetros nestes locais. O atual sistema de obtenção de água para a região urbana compreende um conjunto de captações em três diferentes bacias hidrográficas, as quais são: Córrego Braiaíá, Ribeirão Pirapitingui/Taquaral e Ribeirão Itaim/Guaçu, de onde são retirados 40.176.000 litros por dia de água, o que representa aproximadamente 60% de todo o abastecimento público municipal. Os outros 40% restantes são abastecidos por meio de poços tubulares profundos espalhados pelo município – representando 25% -, além de mais três pequenas captações superficiais para abastecimento da população rural – representando 15% (Águas de Itu, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

As bacias hidrográficas avaliadas estão inseridas no município de Itu, localizado no Estado de São Paulo, distante aproximadamente 90 km da capital, a uma latitude de 23°26' sul e uma longitude de 47°29' oeste. O município apresenta-se hoje com uma população de 154.200 habitantes (IBGE, 2011) e limita-se com os municípios de Porto Feliz, Elias Fausto, Salto, Indaiatuba, Itupeva, Cabreúva, Araçatuba, São Roque, Mairinque e Sorocaba. A Figura 1 apresenta a localização do município, com indicação da sede municipal e do Distrito de Cidade Nova (Águas de Itu, 2011).

O município de Itu encontra-se na Unidade Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos n°. 10 (UGRHI-10), denominada Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, dividida em 5 sub-bacias: Médio Tietê Superior, Médio Tietê Inferior, Alto Sorocaba, Sorocaba/Pirabiju e Baixo Sorocaba-Sarapuí/Pirapora-Tatuí. A principal drenagem presente na área municipal de Itu é o Rio Tietê, sendo cursos importantes, afluentes desse,

os córregos Braiaia, Pirapitingui, Santo Antônio, Itaim-Guaçu e São José. Há ainda o Ribeirão Pirai, afluente do Rio Jundiá.

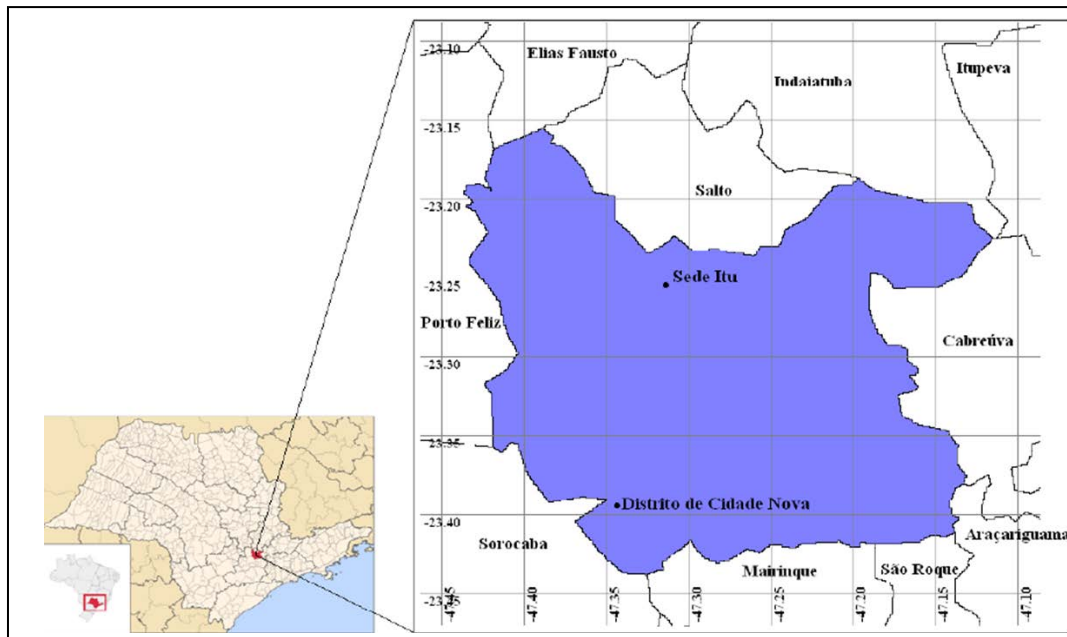


Figura 1. Localização do município de Itua/SP (Águas de Itua, 2011)

Atualmente, no sistema de abastecimento de água do município as três estações de tratamento funcionam com as águas captadas de seis bacias hidrográficas: Córregos São José, Gomes, Braiaia, Pirapitingui/Taquaral, Itaim/Guaçu e a do Ribeirão do Varejão. As delimitações dessas bacias estão apresentadas na Figura 2.

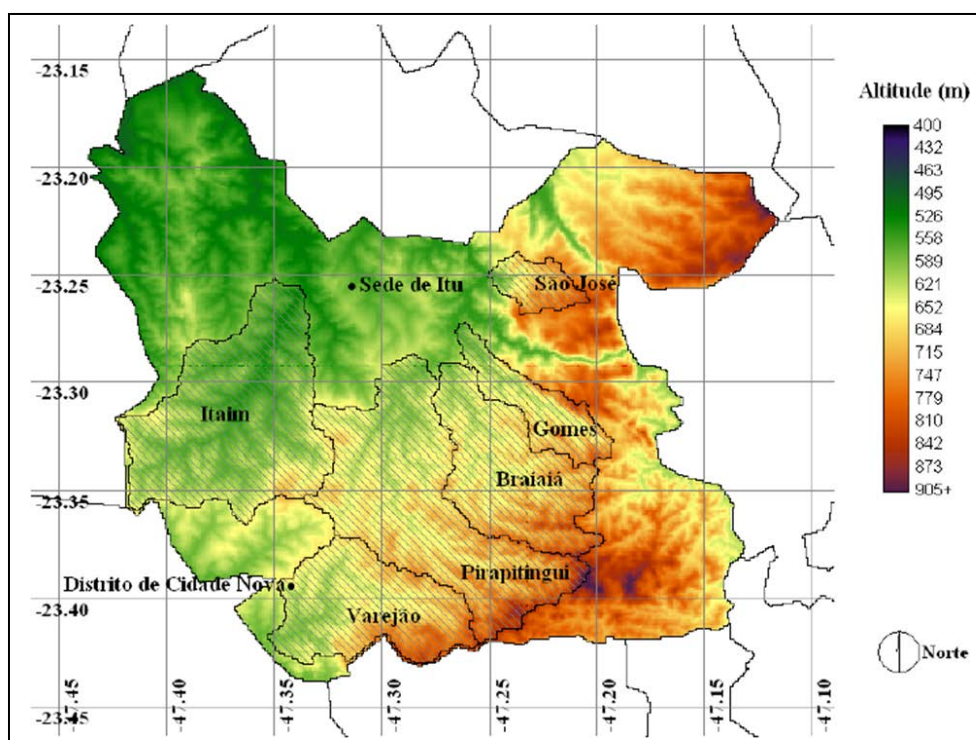


Figura 2. Modelo numérico do terreno e delimitação das bacias hidrográficas do estudo (Adaptado pelo Autor a partir de Labgeo, 2008)

Da bacia do Ribeirão do Varejão é captada água para o distrito de Cidade Nova e as outras cinco abastecem o restante do município. As três bacias avaliadas neste estudo (Córrego Braiaíá, Ribeirão Pirapitingui/Taquaral e Ribeirão Itaim/Guaçu,) abastecem a população da região urbana do município - em sua totalidade -, e as outras duas abastecem a população rural.

MÉTODOS

Os estudos foram realizados com base na 'regionalização hidrológica', metodologia desenvolvida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE, 1988), para avaliar a disponibilidade hídrica em qualquer curso de água do território paulista.

Através do uso dessa técnica, foi possível estimar variáveis hidrológicas tais como: tempo de concentração; declividade equivalente do talvegue; intensidade de chuva; precipitação média anual; fator de forma da bacia; vazão média de longo período; vazão mínima de sete dias associada à probabilidade de ocorrência e volume de armazenamento intra-anual necessário para atender certa demanda, sujeito a um risco conhecido.

O cálculo das áreas de drenagem de cada uma das bacias hidrográficas, foi determinado através da delimitação destas bacias a partir do ponto de captação para montante. Esta delimitação foi realizada com auxílio dos mapas cartográficos da área em escala 1:50.000, fornecidas pela empresa "Águas de Itu Exploração de Serviços de Água e Esgoto".

Como as captações são realizadas em barramentos, deve-se avaliar o volume de regularização intra-anual de cada barramento, isto é, estimar o volume de reserva intra-anual ou o armazenamento necessário para atender demandas com uma probabilidade pré-determinada de sucesso ou fracasso em um ano qualquer.

Demandas que superam sazonalmente as disponibilidades hídricas devem restringir-se às épocas de estiagens intra-aneais. Por isso, é importante salientar que a metodologia deve ser empregada apenas para durações críticas de no máximo seis meses, tempo considerado como um ciclo hidrológico.

O cálculo do volume de regularização utiliza-se de uma representação do volume necessário para atender uma demanda firme Q_f , e do volume disponível naturalmente para um determinado período de retorno T (ou probabilidade de ocorrência). A maior diferença entre a demanda e a disponibilidade (V_c), representa o volume de regularização intra-anual necessário para suprir a demanda Q_f , com um risco de $(100/T)\%$ de não atendimento em um ano qualquer. Algebricamente, obtém-se o volume de regularização (V_c) através da equação 1.

$$V_c = \frac{[Q_f - (X_T \cdot A \cdot Q_{méd.})]^2 \cdot k}{4 \cdot X_T \cdot B \cdot Q_{méd.}} \quad [m^3] \quad \text{equação (1)}$$

onde:

V_c = Volume de regularização, em m^3 ;

Q_f = Vazão firme a ser regularizada, em m^3/s ;

X_T = Fator relativo à probabilidade de sucesso. Para $T = 10$ anos, $X_T = 0,708$;

A e B = Coeficiente da reta de regressão da média das vazões mínimas; ($A = 0,4741$ e $B = 0,0342$);

$Q_{méd.}$ = Vazão média de longo período, em m^3/s ;

k = Número de segundos de um mês;

Em função do volume útil estimado, através de plantas topo-batimétricas fornecidas pela empresa "Águas de Itu Exploração de Serviços de Água e Esgoto" para cada barramento, calculou-se a vazão firme regularizada (Q_f).

Para determinar a vazão disponível para captação, subtrai-se deste valor de Q_f , a metade da vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de retorno ($Q_{7,10}$), a qual deve-se obrigatoriamente seguir a jusante - para manter o padrão de atividade e vida aquática no corpo d'água -, conforme demonstrado na equação 2.

$$Q_{\text{Disp.}} = Q_f - (0,5 \cdot Q_{7,10}) \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad \text{equação (2)}$$

onde:

Q_{Disp} = Vazão disponível no ponto de captação, em m^3/s ;

Q_f = Vazão firme regularizada, em m^3/s ;

$Q_{7,10}$ = Vazão Mínima de sete dias de duração e dez anos de retorno, em m^3/s ;

Para o cálculo da vazão disponível, deve-se subtrair do valor da vazão firme, a metade da vazão mínima, em virtude de ser esta a menor vazão a ser mantida no curso de água em seções de controle visando o atendimento aos usos múltiplos de recursos hídricos, dentre eles as necessidades hídricas ambientais. Ou seja, é a demanda necessária de água visando à manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, aspectos da paisagem e outros de interesse científico ou cultural.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os parâmetros físicos e os resultados dos cálculos das vazões máxima, média, mínima, firme e disponível em cada uma das três bacias hidrográficas, que balizam as discussões sobre a avaliação da disponibilidade hídrica do sistema de captação de água superficial para abastecimento público da região urbana no município de Itu/SP.

Tabela 1. Características hidrológicas nos pontos de captação para cada uma das bacias hidrográficas.

Itens	Bacias Hidrográficas		
	Braiaiaí	Pirapitingui/ Taquaral	Itaim/ Guaçu
Área de Drenagem [km ²]	43,32	75,12	75,91
Precipitação Média Anual [mm/ano]	1.299,1	1.299,1	1.299,1
Declividade Equiv. do Talvegue [m/km]	7,79	6,56	2,13
Tempo de Concentração [min]	201,74	306,71	382,23
Intensidade de Chuva (mm/h)	35,29	25,11	20,90
Fator de Forma da Bacia [adimensional]	1,94	2,33	1,76
Vazão Mínima – $Q_{7,10}$ [m ³ /h]	323,00	560,20	566,10
Vazão Média Plurianual – $Q_{\text{méd.}}$ [m ³ /h]	1.542,00	2.673,00	2.701,00
Vazão Máxima para um período de retorno de 100 anos – $Q_{\text{máx.}}$ [m ³ /s]	65,60	72,78	64,07
Área Inundada do Reservatório [m ²]	18.146,00	34.630,00	28.550,00
Volume Útil no Reservatório [m ³]	63.511,00	80.100,00	97.900,00
Vazão Firme a ser Regularizada – Q_f [m ³ /h]	504,47	854,60	872,39

Observa-se pela Tabela 1 que as bacias do Ribeirão Pirapitingui/Taquaral e Itaim/Guaçu possuem áreas de drenagem com valores próximos, porém declividades equivalentes bem distintas, acarretando num retardamento no tempo de concentração de uma bacia para outra.

Cabe destacar, que a bacia com o reservatório de maior valor de área inundada é a do Ribeirão Pirapitingui/Taquaral. Porém, através das plantas topo-batimétricas nota-se que a profundidade média deste reservatório é pequena, fazendo com que ele tenha pouco volume de água útil para regularização e consequentemente menor eficiência.

Como nas três bacias estudadas as captações são realizadas em barramentos, tem-se que as variáveis hidrológicas - tempo de concentração, intensidade de chuva e fator de forma - não influenciam significativamente nas vazões disponíveis para captação. Isto porque as vazões regularizadas estão principalmente vinculadas aos fatores de precipitação média anual, vazão média plurianual, vazão mínima e volume útil reservado.

A Figura 3 apresenta o balanço hídrico das três bacias estudadas.

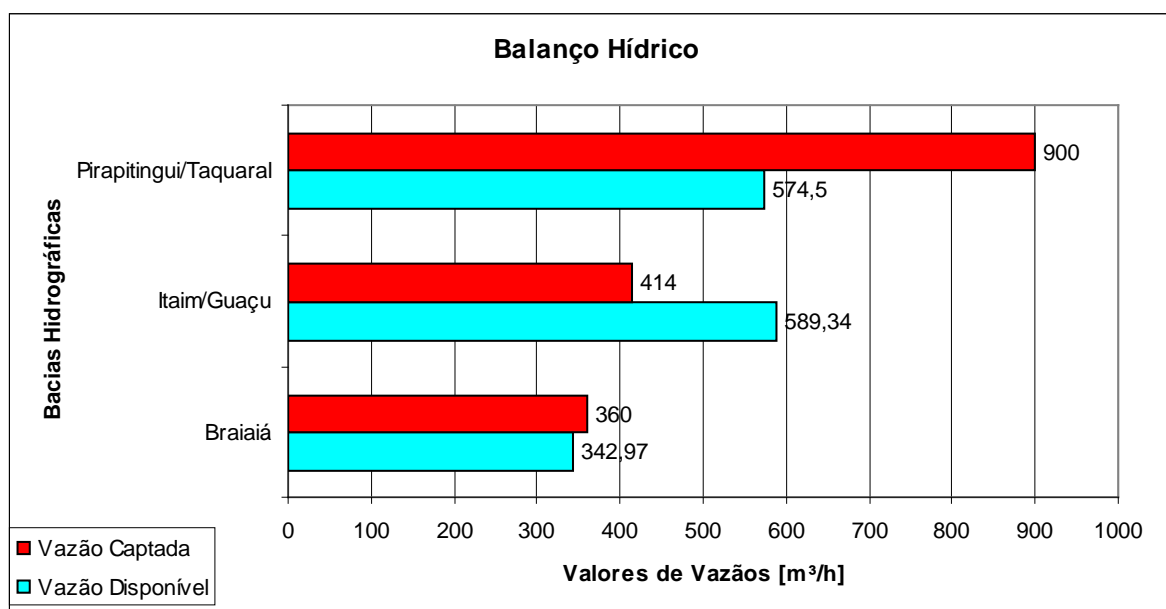


Figura 3. Balanço Hídrico nas Bacias Hidrográficas.

Através da elaboração do balanço hídrico de cada uma das três bacias hidrográficas, apresentado na Figura 3, foi possível constatar que, matematicamente, nas bacias do Córrego Braiaia, e Ribeirão Pirapitingui/Taquaral os valores de vazão captada – fornecidos pela empresa “Águas de Itu Exploração de Serviços de Água e Esgoto”, - são maiores do que as disponíveis, segundo a legislação do Estado de São Paulo para este tema (DAEE, 1988). Nota-se também, que para estas duas bacias os valores das vazões captadas são 4,96% e 56,66% maiores, respectivamente, que os das vazões disponíveis. Somente na bacia do Ribeirão Itaim/Guaçu, ainda existe disponibilidade, porém, também caminhando à escassez hídrica, uma vez que 70,25% desse valor de disponibilidade, já estão comprometidos. Caso continue a expansão demográfica no município, valor este próximo de 1,78% ao ano (IBGE, 2011), será facilmente atingido o patamar de déficit hídrico também nesta bacia.

Dados estes números, e a necessidade de preservação dos ecossistemas aquáticos naturais - através da obrigatoriedade de passagem da vazão mínima, além da constatação ao longo dos últimos anos de racionamento de água em períodos de seca, o atual sistema ainda não se encontra em crise. Porém a situação já impõe a necessidade de um novo manancial com urgência, bem como a conscientização da população local com relação à diminuição do desperdício, e do poder público em elaborar planos e programas visando a gestão dos recursos hídricos. Segundo informações da empresa local, está sendo realizado um projeto de uma futura captação no Rio Pirajibu, com valores próximos a 420,00 m³/h, com previsão de conclusão para o final do ano de 2012.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que, para os pontos de captação nas bacias do Córrego Braiaiaí, e Ribeirão Pirapitingui/Taquaral, a demanda hídrica (vazão captada) está sendo superior ao valor da vazão total disponível, calculada de acordo com a legislação estadual. Ou seja, as bacias já estão enfrentando um quadro de déficit hídrico, assim como em outras diversas regiões urbanizadas. Já para a bacia do Ribeirão Itaim/Guaçu, ao menos para os valores atuais de captação, a demanda está sendo atendida.

Pelo exposto, pode-se comprovar que, para não ocorrer um colapso do ponto de vista de abastecimento público de água e também para uma manutenção do desenvolvimento sustentável nos níveis local e regional, é necessário que seja adotado um novo manancial para captação de água, visto que os valores atuais disponíveis não atendem a demanda.

Além da necessidade de um futuro manancial de abastecimento de água é necessário que seja preservado os atuais recursos hídricos que abastecem o município, tanto em quantidade como em qualidade, para que as futuras gerações possam ter as mesmas condições que as atuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁGUAS DE ITU – ÁGUAS DE ITU EXPLORAÇÃO DE SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO DE ITU. Disponível em <<http://www.aguasdeitu.com.br>>. Acesso em 20 abr. 2011.
2. DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Revista Água e Energia. São Paulo. 1988. Ano 05, n. 14. p. 05-10.
3. ESPÍNDOLA, E. L. G.; SILVA, J. S. V.; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. M.; A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho: Uma Abordagem Ecosistêmica e a Visão Interdisciplinar. São Carlos. Ed. Rima, 2000. 188 p.
4. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 21 abr. 2011.
5. LABGEO. Modelos digitais de elevação dos estados brasileiros. Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. (2008).
6. RODRIGUES, M. R. R.; A escassez de água para abastecimento público e seus reflexos socioeconômicos no município de Itu/SP. Tese de mestrado em geografia. Universidade de São Paulo. (FFLCH/USP), Dep. de Geografia. 149 p. 2008.
7. SALATI, E.; Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA B.; TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil. 3. ed. São Paulo. Ed. Escrituras, 2006. Cap.2 p. 38-39.
8. TUNDISI, J. G. Água no século XXI: Enfrentando a Escassez. 2. ed. São Carlos. Ed. RiMa, 2005. p. 228.
9. UNESCO. A água no mundo: há o bastante?. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Disponível em <<http://www.unesco.org.br>>. Acesso em 22 mar. 2011.