



Periódico da Universidade Vale do Rio Verde

ISSN: 2526-690X

Edição especial | II SBHSF | 2018

Luciana de Souza Martins

Universidade de Franca – Unifran Parque
Universitário - Franca, SP
lucianasouza.engcivil@gmail.com

Daisy Lira Oliveira Cavalcanti

Doutora em Ciências: Hidráulica e Saneamento. Na época do desenvolvimento do trabalho:
Professora do curso de Engenharia Civil da
Universidade de Franca/SP
Atualmente Professora do Centro Universitário
de Maceió (CESMAC/AL)

Rafaela Leite das Chagas

Graduanda em Engenharia de Produção
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus
Bambuí-MG
raafaleite@gmail.com

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DISPONIBILIDADE E DEMANDA DE ÁGUA NA SUB-REGIÃO DO ALTO SÃO FRANCISCO, NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Resumo: A bacia hidrográfica do Rio São Francisco possui área de drenagem de 639.219 km², extensão de 2.700 km, vazão média de 2.850 m³/s. Devido a sua vasta extensão a bacia é dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Sub-médio e Baixo São Francisco. Este trabalho deu ênfase na sub-região do Alto São Francisco, que possui uma área de 100.076 km² e percorre da nascente do rio até a cidade de Pirapora (MG). O trabalho consistiu em determinar as características hidrológicas da bacia para a quantificação das demandas e análise da disponibilidade hídrica para o abastecimento humano. Para a análise da distribuição temporal da vazão foi realizada, através de softwares, buscas pelas séries históricas de cada estação fluviométrica. Foram analisadas 8 estações dentre as 63 encontradas. Para cada estação foi obtida uma hidrógrafa completa para a análise dos anos de maior ou menor vazão. A determinação da demanda desconsiderou a área de influência da estação e considerou apenas a população do município em que a estação fluviométrica se encontra. Observou-se que o balanço da disponibilidade hídrica versus demanda, para pequenas áreas de contribuição encontra-se em situações favoráveis, e para a área total, o balanço está em estado de atenção a crítico.

Palavras-chave: Abastecimento humano; vazão; balanço hídrico

ANALYSIS OF WATER AVAILABILITY AND DEMAND INDICES IN THE SÃO FRANCISCO HIGH BASIN IN THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN

Abstract: The hydrographic basin of São Francisco River has drainage area of 639.219 km², length 2.700 km, average discharge is 2.850m³/s. Due to its vast length, the basin is divided into four physiographic regions: High, Middle, Sub-Middle and Low São Francisco. This paper investigated the sub-region of High São Francisco, which has an area of 100.076 km² and flows from its source up to the city of Pirapora (MG). The paper aimed to determine the hydrological characteristics of the basin for the quantification of the demand and analysis of the hydric availability for the human supply. For the analysis of the time distribution of the flow, searches were made for the historical series of each fluvial gaging station. Eight stations out of 63 were analysed. For each station a complete hydrograph was obtained for the analysis of the years of greater or lesser flow. The determination of the demand disregarded the influence area of the station and considered only the city population in which the fluvial gaging station is located. It was

observed that the balance of water availability versus the demand for small areas of contribution is in favourable situations, and for the total area, the balance is in a status of attention to the critical.

Keywords: Human supplies; flow rate; Hydric balance

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco tem grande relevância para o país não apenas pelo volume de água conduzido em uma região semiárida, mas também pela capacidade hídrica suscetível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região. Em consequência de sua ampla extensão, a Bacia apresenta diversos biomas, abrangendo cerrado, caatinga, costeiros, e floresta atlântica. Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), o rio São Francisco é chamado de Velho Chico e suas águas são de grande importância para a população que vive em suas margens bem como para a nação brasileira.

Devido aos conflitos pelo uso da água ocasionados pela crise hídrica decorrente do crescimento das demandas em consequência dos desordenados processos de industrialização e urbanização, sem um planejamento adequado, a justificativa deste trabalho consiste em identificar as características hidrológicas da bacia do Rio São

Francisco para quantificar as demandas e analisar a disponibilidade desta região para o abastecimento humano. O objetivo deste trabalho foi determinar as características hidrológicas para avaliação da disponibilidade hídrica no Alto do São Francisco utilizando os indicadores para gestão de Recursos Hídricos, disponibilizados pela Coordenadoria Estadual de Recursos Hídricos (CRHI).

REFERENCIAL TEÓRICO

Os recursos hídricos são limitados e têm uma importância significativa no desenvolvimento social e econômico de uma região. De acordo com Freitas et al., o Brasil no âmbito mundial é o país que possui maior disponibilidade hídrica. A consideração da disponibilidade de água, em termos de volume per capita, permite relacionar a população com a disponibilidade de água caracterizando em uma determinada região a pobreza ou a riqueza de água.

Segundo Oliveira; Oliveira (2015), “a estimativa de disponibilidade per capita não retrata a real situação da bacia – visto

que os outros usos da água (industrial, rural, entre outros) não são levados em consideração – porém é uma avaliação parcial da situação da bacia em termos de disponibilidade”.

A seguir serão apresentadas as principais variáveis do balanço hídrico. Estas variáveis influenciam diretamente na disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica. Em seguida serão apresentadas as principais demandas para o uso humano. E por fim, a análise de índices que avaliam as relações entre disponibilidade e demanda.

Balanço Hídrico

De acordo com Collischonn (2011), o balanço hídrico é caracterizado pelas entradas e saídas de água em uma bacia hidrográfica. As entradas de água em uma bacia são os eventos de precipitação, que ocasionam as saídas de água pelos eventos de escoamento e evapotranspiração. A condição de um balanço hídrico satisfaz a equação 1, num intervalo de tempo finito:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = P - E - Q \quad (1)$$

Sendo: ΔV a variação do volume de água armazenado na bacia (m^3); Δt o intervalo

de tempo considerado (s); P a precipitação ($m^3.s^{-1}$); E a evapotranspiração ($m^3.s^{-1}$); Q o escoamento ($m^3.s^{-1}$). No caso de grandes bacias hidrográficas estes são as variáveis com maior relevância no balanço hídrico.

Em intervalos de tempo longos, a variação do volume de água armazenado pode ser desprezada em algumas bacias hidrográficas. Dividindo os volumes pela área da bacia, a equação 1 pode ser reescrita em unidades $mm.ano^{-1}$.

$$P = E + Q \quad (2)$$

Precipitação: A precipitação é a água oriunda do meio atmosférico que se deposita na superfície terrestre na forma de chuva, orvalho, granizo, neblina, neve ou geada. De acordo com Cech (2013) a “precipitação ocorre quando a umidade da atmosfera se torna muito grande para que ela permaneça em suspensão nas nuvens. Dadas as condições necessárias, pequenas moléculas de água fragilmente associadas formam gotículas. Estas por sua vez, são submetidas ao processo de aglutinação, ou de associação e caem sob forma de chuva, neve, granizo ou virga (a chuva que evapora antes de chegar à superfície)”.

De acordo com Tucci (2013), a disponibilidade de precipitação numa bacia ao longo do ano é o fator decisivo para quantificar a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água industrial e doméstica. Para o controle de

inundações e erosão do solo, é importante a determinação da intensidade da precipitação. Collischonn; Tassi (2011), afirmam que no Brasil a chuva é a forma mais importante de precipitação.

Vazão: A vazão de um rio é determinada pelo efeito da interação entre a bacia e a precipitação, e depende das características da bacia que influenciam na infiltração, armazenamento e evapotranspiração. De acordo com Pinto (1976), vazão é o volume de água escoado em um dado período, numa dada seção do curso de água na bacia hidrográfica. De acordo com Collischonn (2011), a vazão de rios é expressar usualmente em metros cúbicos por segundo (m^3/s).

A representação gráfica de uma vazão em relação ao tempo numa dada seção do curso de água se dá pelo uso de uma hidrógrafa ou um hidrograma, que é entendido como uma sequência temporal de vazões relacionadas a um risco de ocorrência. Esta sequência de dados é necessária quando o valor máximo (pico do hidrograma), o volume e a distribuição temporal são importantes para o funcionamento da obra hidráulica.

De acordo com Tucci (2013), a determinação da vazão máxima e do hidrograma são necessários para o controle e intensidade das cheias numa determinada área e para o

dimensionamento de obras hidráulicas. A estimativa destes valores tem grande importância para a segurança e os custos nos projetos de engenharia.

A vazão máxima de um rio ($Q_{m\acute{a}x}$) consiste em um fluxo de água associado a um risco de ser igualado ou ultrapassado, ou seja, são valores extremos que podem provocar cheias nas margens. A estimativa da vazão máxima é muito útil na previsão de enchentes, além de permitir o cálculo do fluxo de entrada de água para obras hidráulicas, tais como galerias, barragens, canais, entre outras.

De acordo com Tucci (2013), a vazão máxima pode ser estimada com base: no ajuste de uma distribuição estatística; na regionalização de vazões; na precipitação. Geralmente estima-se a vazão máxima em de curto ou de longo prazo: a estimativa da vazão máxima em curto prazo é o acompanhamento de um evento em tempo real resultante de uma precipitação, e em longo prazo é a previsão estatística diária ou instantânea em qualquer ano (TUCCI, 2013).

A vazão média ($Q_{m\acute{e}d}$) anual dá-se pela média diária de todos os valores do ano hidrológico e permite caracterizar a disponibilidade hídrica de uma bacia juntamente com o seu potencial energético, dentre outros usos. As vazões mínimas ($Q_{m\acute{i}n}$) caracterizam-se pelos

menores valores das séries anuais e é associada a uma determinada duração. Segundo Tomaz (2012), existem três conceitos principais de vazão mínima: Vazão mínima estatística (Q7,10), ou vazão registrada em 7 dias consecutivos com o período de recorrência de 10 anos; Vazão mínima da curva de permanência (por exemplo, Q95%); e vazão mínima ecológica (garante a sobrevivência dos ecossistemas).

Evapotranspiração: De acordo com Cech (2013), a evapotranspiração é toda a evaporação originária da superfície terrestre (corpo hídrico e dos solos), além da transpiração das plantas. A evaporação é um processo físico pelo qual a água se transforma do estado líquido para o gasoso, por meio da radiação solar, ação do vento, pressão de vapor e temperatura. A transpiração é quando moléculas de água saem dos tecidos das plantas para a atmosfera. Ocorre também em animais, porém em uma menor proporção (CECH, 2013).

Demandas de água

A demanda por um bem ou serviço pode ser definida de acordo com Iunes (2016), como a quantidade do bem ou serviço que as pessoas consomem ou desejam consumir em um determinado

período, dadas as suas restrições orçamentárias. A demanda urbana de água é o volume requerido pelos usos urbanos para abastecimento público e comércio. A demanda industrial de água é o volume requerido pelos usos destinados exclusivamente para fins industriais. A demanda rural é o volume de água requerido exclusivamente para usos rurais, tais como irrigação na agricultura, pecuária e aquicultura. As demandas destinadas a lazer, paisagismos, etc., podem ser denominadas de demandas de outros usos.

A demanda total de água pode ser definida como o volume total de água superficial mais o volume total de água subterrânea requisitada por todos os tipos de usos: urbano, rural, industrial e outros tipos de uso. De acordo com Oliveira; Oliveira (2015), o conhecimento da demanda de água é de extrema importância para a gestão dos recursos hídricos, pois demonstra a pressão direta sobre a disponibilidade hídrica.

Índices de análise de disponibilidade versus demanda

Qualificar a intensidade da demanda é um meio de gerenciar o balanço entre a demanda e a disponibilidade hídrica. Além do que o

conhecimento do balanço entre a demanda e a disponibilidade é de fundamental importância para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que a instabilidade entre os usos de água pode acarretar conflitos.

A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta lei é um dos mecanismos que orienta a gestão das águas no Brasil. De acordo com Oliveira; Oliveira (2015) a demanda total de água é o volume de água capitada superficial e subterrânea requisitado por todos os tipos de uso: urbano, industrial, rural e outros.

Segundo Oliveira; Oliveira, o balanço hídrico entre a disponibilidade e demanda corresponde na relação entre a disponibilidade da vazão analisada e a demanda.

Bacia hidrográfica do Rio São Francisco

O Rio São Francisco de acordo com Silva (2009) nasce no chapadão da Zangaia, município de São Roque (MG) onde foi criado o Parque Nacional da Serra da Canastra, em 1972, no Estado de Minas Gerais. Atravessa cinco estados brasileiros com sua foz, no Oceano Atlântico Sul, entre os estados de Sergipe e Alagoas. No entanto, sua bacia hidrográfica percorre por sete estados,

sendo eles: Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Segundo Silva (2009), o São Francisco faz a ligação das regiões sudeste e nordeste, por isso é conhecido como rio da Integração Nacional.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF, 2011) afirma que, a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco abrange uma área de drenagem de 639.219 km², correspondente a 7,5% do país, e vazão média de 2.850 m³/s (2% do total do país), com extensão de 2.700 km. A bacia do rio São Francisco é tradicionalmente subdividida em quatro grandes trechos, ou regiões fisiográficas. As regiões são denominadas de montante para jusante de: Alto; Médio, Sub-médio e o Baixo São Francisco (FERNANDES, 2015; MEDEIROS, 2003).

A região do Alto São Francisco, que será objeto deste estudo, se estende da nascente, no município de São Roque de Minas, e percorre até a cidade de Pirapora (MG), com uma área de 100.076 km², que corresponde a 16% da área da bacia, com 702 quilômetros de extensão. De acordo com Medeiros (2003), nesse trecho se acumula 75% do suprimento de água, antes de percorrer 1.800 km na direção norte através de uma das regiões mais áridas do Brasil.

Segundo Junqueira (2000), a região possui clima tropical úmido, com chuvas no verão e inverno seco. As precipitações médias anuais variam de 1.000 a 1.500 mm e a temperatura média fica em torno de 23 °C.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o propósito de alcançar os objetivos estabelecidos indica-se a seguir a metodologia adotada para obtenção de dados e as análises realizadas.

Obtenção de séries hidrológicas

Para a análise estatística das séries hidrológicas e obtenção da curva de permanência, utilizou-se o aplicativo computacional chamado Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH 1.0). Este sistema utiliza como base de dados os arquivos nos formatos MDB e TXT, disponibilizados no site da Agência Nacional de Águas (ANA) e é estruturado para importação de arquivos de séries hidrológicas.

A localização das estações fluviométricas das quais foram obtidas as séries hidrológicas foram selecionadas com a utilização do software que utiliza o Sistema de Informações Geográficas (SIG), chamado ArcGis, no qual foi

possível produzir os arquivos em shapefile, criar mapas da área de estudo e selecionar as séries de importação para o Sistema Computacional (SisCAH 1.0).

A análise da distribuição temporal da vazão foi realizada através das séries históricas obtidas em 63 postos fluviométricos, sendo que destas, apenas oito obtiveram resultados consistentes. Para a análise estatística foram descartados os eventos mensais com mais de 20% de falhas e as séries analisadas tiveram início no mês de janeiro de 1939 e término no mês de dezembro de 2007.

As estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio São Francisco são mostradas na

Figura 1, ressaltando que, só foram estudadas estações da região do Alto São Francisco. A parte Alta da bacia do rio São Francisco foi delimitada através de um shapefile, disponibilizado no site da ANA (2010).

Observando as séries com disponibilidade de dados, foi feito um estudo hidrológico para cada posto fluviométrico. Os postos fluviométricos (estações) com séries de dados estão listados na Tabela 1. A divisão dos municípios e as séries históricas utilizadas na análise de dados são mostradas na Figura 2.

População

A população total utilizada nos índices representa a totalidade dos indivíduos que residem em uma determinada localidade, incluindo a população urbana e a rural (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015). Este índice deve-se levar em consideração, especialmente, na avaliação e nas projeções dos indicadores de demanda de água.

De acordo com Matos (2007), a quantidade per capita de água para consumo humano, considerando aspectos físicos de projetos, varia entre 120 e 200 L/pessoa/dia. Neste trabalho o consumo per capita será considerado 180 L/pessoa/dia.

Para obtenção dos municípios e a quantificação da população do Alto São Francisco, foi realizado um estudo dos municípios junto ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) e ao IBGE (Censo 2010), respectivamente. A quantificação da população foi feita para cada um dos 243 municípios estudados. A população total estimada é de 11.758.491 milhões de habitantes. Para a determinação da demanda total de cada estação foi considerado a população do município em que a estação se localiza, desconsiderando

a área total de contribuição do ponto analisado.

Figura 1 – Localização das estações fluviométricas na bacia do Rio São Francisco

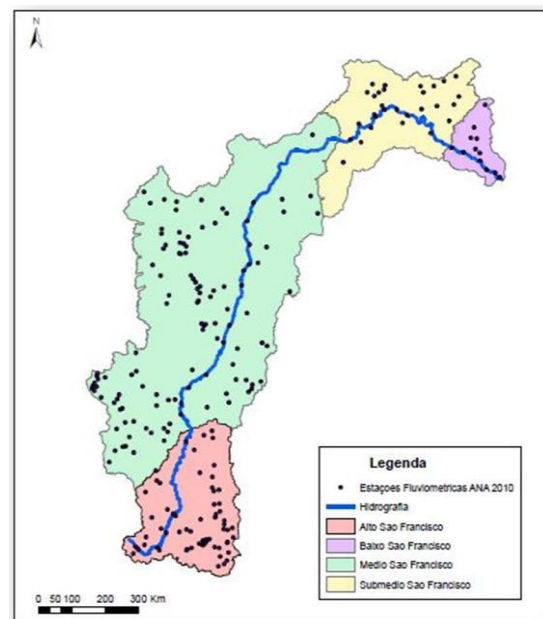


Figura 2 – Localização das estações fluviométricas utilizadas na análise dos dados (1939-2007) na bacia do Rio São Francisco

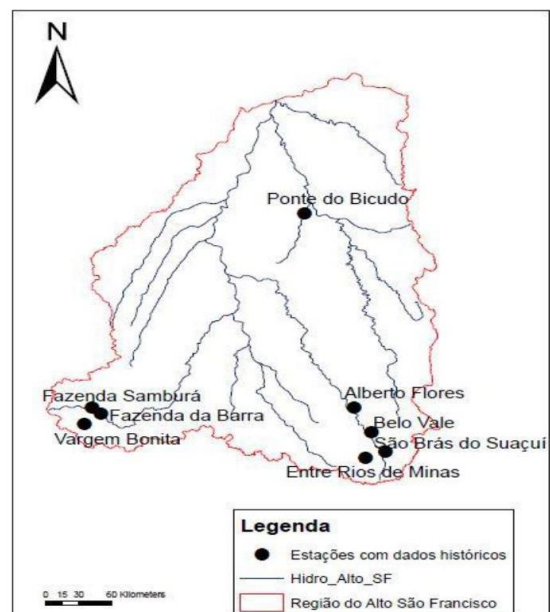


Tabela 1 - Postos fluviométricos utilizados na análise da série histórica (1939-2007) na parte alta da bacia do Rio São Francisco

NOME DA ESTAÇÃO	CÓDIGO	UF	LATITUDE	LONGITUDE
Vargem Bonita	40025000	MG	-20,3272	-46,3661
Fazenda da Barra	40037000	MG	-20,2156	-46,2322
Fazenda Samburá	40032000	MG	-20,1508	-46,3033
Alberto Flores	40740000	MG	-20,1569	-44,1667
Belo Vale	40710000	MG	-20,4081	-44,0211
Entre Rios de Minas	40680000	MG	-20,6603	-44,0719
São Brás do Suaçuí-montante	40549998	MG	-20,6039	-43,9086
Ponte do Bicudo	41940000	MG	-18,1961	-44,5700

Demandas

A análise da demanda superficial foi realizada em relação às disponibilidades das vazões médias, mínimas Q7,10 e pela curva de permanência em 95%, em oito postos fluviométricos da região Alta da bacia do Rio São Francisco. Para o cálculo da demanda superficial, multiplicou-se a população de cada estação pelo consumo diário de água por pessoa (consumo per capita). Por simplificação não foi considerado a demanda subterrânea, logo, a demanda total foi estimada apenas pelo volume de água superficial (Tabela 2).

Índices de disponibilidade versus demanda

Para determinar o balanço hídrico nas faixas de referências dos índices de disponibilidade e demandas foram considerados os indicadores para gestão

dos recursos hídricos do estado de São Paulo (CRHI, 2014). Para facilitar o entendimento, os índices foram denominados de índice 1, índice 2, índice 3 e índice 4. O índice 1 apresenta a demanda superficial em relação à disponibilidade Q95%; o índice 2 apresenta a demanda superficial em relação à disponibilidade Q7,10; o índice 3 apresenta a demanda superficial em relação à disponibilidade da vazão média, $Q_{médio}$ e o índice 4 apresenta a disponibilidade per capita em relação à população total. As faixas de referências para disponibilidade per capita e demandas foram analisadas a partir da Tabela 3.

Para a determinação da vazão total da sub-bacia, foi realizada uma ponderação pela área. Foi realizada uma multiplicação entre as vazões Q95%, Q7,10 e $Q_{médio}$ e a relação da área total da sub-bacia e da estação fluviométrica

com maior área estudada (Estação Alberto Flores, área de 4.120 km²).

Tabela 2 - Demanda, em m³/s, por área de análise, considerando o consumo de 180 L/dia/hab

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO	DEMANDA TOTAL SUPERFICIAL
Vargem Bonita	Vargem Bonita	2.163	0,0045
Fazenda da Barra	São Roque de Minas	6.686	0,0139
Fazenda Samburá	Medeiros	3.444	0,0071
Alberto Flores	Brumadinho	33.973	0,0707
Belo Vale	Belo Vale	7.536	0,0157
Entre Rios de Minas	Entre Rios de Minas	14.242	0,0296
São Brás do Suaçuí	São Brás do Suaçuí	3.513	0,0073
Ponte do Bicudo	Corinto	23.914	0,0498
Sub-bacia do Alto São Francisco		11.758.491	24,4968

Tabela 3 - Valores de referência para disponibilidade *per capita* e demanda

Faixas de referência:	
Disponibilidade per capita - Qmédio em relação à população total	
>2500 m ³ /hab.ano	Boa
entre 1500 e 2500 m ³ /hab.ano	Atenção
<1500 m ³ /hab.ano	Crítica
Demanda superficial em relação à disponibilidade Q95%	
Demanda superficial em relação à vazão mínima Q7,10	
< 30%	Boa
30% a 50%	Atenção
< 50%	Crítica
Demanda superficial em relação à disponibilidade Qmédio	
< 10%	Boa
10 a 20%	Atenção
> 20%	Crítica

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada estação foi obtida uma hidrógrafa completa para a análise dos anos de maior ou menor vazão. Os anos hidrológicos variam para cada estação. E algumas séries históricas não apresentam

dados, o que dificultou análises mais precisas. Na Tabela 4 estão apresentadas as vazões nas estações fluviométricas, avaliadas utilizando o software SisCAH (2007).

As análises dos índices de disponibilidade e demandas são

apresentadas neste texto em estilo de tabelas. A Tabela 5 auxilia na visualização dos resultados, permitindo observar a distribuição das disponibilidades em função das demandas. Analisando as faixas de referências para os índices 1 e 2

observou-se que, tanto para os municípios quanto para a área total da bacia, a disponibilidade está em boa situação (ver Tabelas 3 e 5) para atender a demanda, pois, apresenta valor inferior à 30%.

Tabela 4. Vazões (em m³/s) nas estações fluviométricas

NOME DA ESTAÇÃO	Qmax	Qmed	Qmin	Q7,10	Q95 %
Vargem Bonita	282,10	8,7525	14,20	1,94	2,4900
Fazenda da Barra	476,52	23,3473	71,95	3,62	5,2278
Fazenda Samburá	198,94	18,7429	47,56	1,10	6,8527
Alberto Flores	1101,69	58,2369	24,99	9,95	18,3562
Belo Vale	1320,64	47,8507	141,67	10,13	14,8781
Entre Rios de Minas	434,01	9,2486	29,8	1,40	2,2000
São Brás do Suaçuí-montante	133,00	7,7723	26,12	1,25	2,1720
Ponte do Bicudo	319,17	18,1512	30,64	0,00	0,6262

No índice 3 observou-se que nas oito estações estudadas a demanda superficial em relação à disponibilidade da vazão média (Q_{médio}) enquadra-se em uma situação favorável, uma vez que, os índices são inferiores à 10%. Vale ressaltar que, as demandas foram consideradas de acordo com a população da cidade onde a estação está localizada. Na sub-bacia observa-se que a demanda superficial em relação à disponibilidade Q_{médio} apresenta valor entre 10 e 20%, admite-se então que a bacia, de acordo com as faixas de referências, encontra-se em situação de atenção (ver Tabelas 3 e 4).

Nas oito estações analisadas observou-se que, os resultados do índice 4 - disponibilidade per capita da vazão média (Q_{médio}) em relação à população - são superiores a 2.500 m³/hab.ano, portanto encontra-se em boa situação (ver Tabelas 3 e 5). Ao analisar a sub-bacia observa-se que a disponibilidade per capita da vazão média (Q_{médio}) em relação à população, índice 4, apresenta valor inferior a 1.500 m³/hab.ano, o que significa que a sub-bacia está em uma situação crítica.

Tabela 5. Índices. Fonte: Autores, 2018

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	ÍNDICE 1 (%)	ÍNDICE 2 (%)	ÍNDICE 3 (%)	ÍNDICE 4 m ³ /hab.ano
Vargem Bonita	Vargem Bonita	0,1809	0,2322	0,0514	127.609,2649
Fazenda da Barra	São Roque de Minas	0,2664	0,3847	0,0596	110.122,7121
Fazenda Samburá	Medeiros	0,1047	0,6522	0,0382	171.624,8822
Alberto Flores	Brumadinho	0,3855	0,7113	0,1215	54.059,3671
Belo Vale	Belo Vale	0,1055	0,1549	0,0328	200.241,4643
Entre Rios de Minas	Entre Rios de Minas	1,3486	2,1193	0,3208	20.479,1356
São Brás do Suaçuí	São Brás do Suaçuí	0,3369	0,5855	0,0941	66.771,4924
Ponte do Bicudo	Corinto	7,9560	0,0000	0,2744	23.936,4490
Sub bacia do Alto SF		5,4940	10,1357	12,7519	515,2141

CONCLUSÕES

A análise dos dados de disponibilidade hídrica no Alto São Francisco permitiu entender através da metodologia usada apenas a determinação da demanda considerando a população total do município em que a estação fluviométrica se encontra e não a população abastecida na área de influência da estação. Fator importante no que se refere ao fato de as disponibilidades, considerando as demandas em menores áreas, encontrarem-se em situações favoráveis.

Ao analisar a área total da sub-bacia conclui-se que, nos índices 1 e 2 as disponibilidades estão em boa situação para atender a demanda; no índice 3 a disponibilidade está em alerta; e no índice 4 a disponibilidade está em situação crítica. Pode-se concluir que o balanço da disponibilidade hídrica versus demanda,

está satisfatório em áreas de pequena contribuição, e para a área total, o balanço está em estado de atenção à crítico.

Conclui-se que há uma limitação de dados hidrológicos para um estudo minucioso da disponibilidade hídrica na bacia do Rio São Francisco. Motivo pelo qual foi adotado os indicadores para gestão de Recursos Hídricos, disponibilizados pela Coordenadoria Estadual de Recursos Hídricos.

Incentiva-se a melhoria de estudos técnicos dos recursos hídricos para a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, com a finalidade de aumentar e preservar a disponibilidade hídrica. Recomenda-se a realização de estudos mais detalhados das sub-bacias, analisando as informações das reservas de água subterrânea e as outorgas para abastecimento, uso industrial e uso rural.

REFERÊNCIAS

ANA, 2010. Agência Nacional de Águas: banco de dados, obtenção shapefile <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CECH, T. V.; **Recursos hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. Introduzindo hidrologia. 8. ed. 2011. CBHSF, 2011. Comitê da bacia hidrográfica do rio São Francisco: banco de dados. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/o-cbhsf/>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

CRHI, 2014. Indicadores para Gestão dos recursos hídricos do estado de São Paulo. São Paulo: banco de dados. Disponível em: <<https://www.dropbox.com/sh/5rh5v5pskq6q0q6/AADJEyFW2DoMPjNHVY8u0fran?dl=0>> Acesso em: 18 de out. de 2016.

FERNANDES, J. G. Estimativa de vazão e produção de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, utilizando o modelo SWAT. 185f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

FREITAS, M. A. V. de; RANGEL, D. M. F. V.; DUTRA, L. E. D. Gestão de recursos hídricos no Brasil: a experiência da Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encue/feitas.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2016.

IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: banco de dados. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/sobre-censo.html>>. Acesso em 15 de mar. De 2016.

IUNES, R. F. 2016. Demanda e demanda em

saúde: banco de dados. Disponível em: <<http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/CAP4.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2016.

JUNQUEIRA, R. A. de C. Mapeamento temático de uso da terra no baixo São Francisco. ANA/GEF/PNUMA/OEA, Brasília. DF, 2000.

MATOS, J. C. C. T. de. Proposição de método para a definição de cotas per capita mínimas de água para consumo humano. 122f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Publicação MTARD. DM-102/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2007.

MEDEIROS, P. R. P. Aporte fluvial, transformação e dispersão da matéria em suspensão e nutrientes no estuário do Rio São Francisco, após a construção da Usina Hidroelétrica do Xingó (AL/SE). Tese (Doutorado em Geociências), - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2003.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. J. de.; OLIVEIRA, M. H. de S. Análise de consumo e demanda de água no município de Cristais Paulista. 2015. 61f. Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Franca.

PINTO, N. L. de S. et al. **Hidrologia básica**. [s.ed.]. São Paulo: Blucher, 1976.

SILVA, W. F. Determinação da carga de material em suspensão no Rio São Francisco: ano hidrológico. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (em Geografia). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

TOMAZ, Plínio. 2012. Vazão base e vazão mínima ecológica: banco de dados. Disponível em:

<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo105_vazao_ecologica.pdf>.
Acesso em 25 ago. 2016.

TUCCI, C. E. M. (Org.). et al. **Hidrologia ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: ed. da Universidade: ABRH: UFRGS, 2013.