

ANÁLISE DA POTENCIALIDADE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CABECEIRA COMPRIDA E SUA RELAÇÃO COM O ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO EM SANTA FÉ DO SUL - SP

Fábio Bispo XAVIER¹
Sandro Alves CORRÊA²

RESUMO

O aumento da população em áreas urbanas e o inconstante regime de precipitação observado recentemente fazem com que a disponibilidade de água para abastecimento urbano seja uma preocupação que permeia vários setores sociais. O nível da represa, fonte de captação de água para tratamento e abastecimento de Santa Fé do Sul, foco deste estudo, sofreu significativas baixas, podendo comprometer a normalidade do abastecimento a ponto de colocar a população em risco de racionamento de água. O abastecimento de água com captação por manancial superficial está diretamente condicionada à frequência de chuvas na bacia hidrográfica da região em questão. Dessa forma, é necessário que se conheça o potencial de captação de água da bacia hidrográfica do córrego que abastece a represa de captação (Cabeceira Comprida), o consumo de água *per capita* em Santa Fé do Sul, assim como a relação entre esses fatores. Este projeto justifica-se na medida em que busca criar subsídios para futuras ações e políticas públicas que visem à manutenção do abastecimento de água urbano considerando períodos de estiagem e regimes irregulares de precipitação. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre os volumes precipitados na região de Santa Fé do Sul -SP relacionando-os com o abastecimento da represa que fornece água para a cidade e o consumo de água pela população.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Precipitação. Captação de água. Abastecimento.

1 INTRODUÇÃO

A atual crise hídrica que ocorre no Brasil tem suscitado discussões acerca da utilização e da disponibilidade de água para consumo. Com o processo de urbanização acentuado nas últimas décadas no país e o conseqüente aumento no consumo de água potável, a ideia de que a água, um bem público, estava disponível em quantidade infinita começa a ser repensada.

A água abrange quase quatro quintos da superfície terrestre; desse total, 97,0% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Entre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano. Em consequência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta podem ser aproveitados para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios, lagos) e o restante, ou seja, 0,29%, em fontes subterrâneas (poços e nascentes). A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é

¹ Graduando em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul – SP, FUNEC, eu901@hotmail.com

² Docente das Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul – SP, FUNEC, sandro_bio@yahoo.com.br

acrescentada anualmente pelas chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente. A precipitação média anual, na terra, é de cerca de 860 milímetros. Entre 70% e 75% dessa precipitação voltam à atmosfera como evapotranspiração (FUNASA, 2006).

A interferência invasiva do homem no meio ambiente ao longo dos últimos tempos, associada a uma administração negligente dos recursos naturais, vem gerando, ao longo do tempo, uma insustentabilidade crescente e preocupante. O manejo irracional dos solos aliado à má distribuição dos recursos hídricos e baixas frequências pluviométricas tem comprometido o equilíbrio do abastecimento de água urbano.

A água é um recurso extremamente importante para o homem em todas suas formas de consumo e, quanto maior for população, a necessidade de água aumentará, sendo assim, indispensável a concepção de um Sistema de Abastecimento de Água que possa ser projetado para atender desde pequenas comunidades até grandes centros urbanos. A necessidade definirá o porte de suas instalações.

O aumento no consumo de água impulsionado pelo crescimento das cidades provoca um aumento no volume de esgotos que, muitas vezes, são lançados nos córregos, rios, represas e lagos próximos prejudicando, assim, a qualidade da água para consumo humano. Verifica-se um ciclo pernicioso no qual utilizamos água para diluição dos esgotos e investimos em sistemas mais eficientes de tratamento de água.

Segundo Heller e Pádua (2006), o abastecimento de água às comunidades humanas constitui uma questão de natureza nitidamente multidimensional. O cuidado com o provimento de água às populações acompanha a humanidade desde seu surgimento e passa a constituir uma condicionante para a localização e o desenvolvimento das comunidades, desde que o homem tornou-se um ser gregário.

Nos dias atuais, essa questão se transforma em um verdadeiro desafio com a inserção da multidimensionalidade inerente à questão que perpassa por fenômenos sociais e ambientais contemporâneos como o crescimento populacional, a urbanização, a sociedade de consumo, a crise ambiental, as mudanças climáticas, a globalização, os conflitos transfronteiriços, etc. A utilização da água para abastecimento da população deve ter prioridade sobre os demais usos dos recursos hídricos (PHILIPPI JUNIOR, 2005).

Do ponto de vista sanitário e social, o abastecimento de água contribui fundamentalmente para uma melhoria nas condições de saúde e expectativa de vida da população tais como o controle e prevenção de doenças, implantação da higiene da população, limpeza pública, maior possibilidade do desenvolvimento das práticas desportivas, conforto, bem estar, segurança, etc. (FUNASA, 2006).

Quanto ao aspecto econômico, o abastecimento de água tratada tem como objetivo o aumento da vida média e a redução da mortalidade, principalmente infantil, o aumento significativo no desempenho produtivo na vida do consumidor através da redução do tempo perdido com doenças, um maior desenvolvimento industrial e turístico (FUNASA, 2006).

Entretanto, quando falamos em disponibilidade de água para consumo humano, devemos considerar que a captação ocorre, em sua grande maioria, em mananciais superficiais quase sempre abastecidos e mantidos pelas precipitações, embora existam casos em que esses volumes hídricos mantêm comunicação com aquíferos, com os quais há uma troca de volume, movimento este denominado *fluxo de base*.

Os mananciais superficiais podem ser córregos, rios, lagos, represas e todos os meios de captação e contenção de águas pluviais. Dependendo da cota do manancial superficial, a captação pode ser feita com simples tomada de água em barragem de elevação de nível ou por meio de bombeamento da água. Antes de ser encaminhada ao sistema de tratamento, a água captada em mananciais superficiais passa por grades para retenção do material grosseiro, como folhas e pedaços de madeira e animais (PHILIPPI JUNIOR, 2005).

O manancial subterrâneo constitui importante reserva estratégica para suprimento de água. Geralmente essa água não precisa de tratamento para consumo, devido ao processo natural de filtragem do subsolo. Incluem os poços rasos e profundos, as nascentes e as galerias de infiltração. As camadas subterrâneas que podem conter água são chamadas de aquíferos, sendo formações geológicas com poros ou espaços abertos (fraturas ou fissuras) em seu interior (PHILIPPI JUNIOR, 2005).

Os recursos superficiais (represas) localizam-se em bacias hidrográficas que são áreas de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no exutório (TUCCI, 1997). Uma bacia hidrográfica possui como características fundamentais sua área, comprimento da drenagem principal e declividade.

O comprimento da drenagem principal está relacionado ao tempo de viagem da água ao longo de todo o sistema e ao tempo de concentração da água na bacia, isto é, o tempo de viagem da gota de água da chuva que atinge a região mais remota da bacia até o momento em que atinge o exutório. A declividade média da bacia e do curso d'água principal também são características que afetam diretamente o tempo de viagem da água ao longo do sistema. O tempo de concentração de uma bacia diminui com o aumento da declividade (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

Embora todas as características tenham influência sobre a potencialidade de uma bacia hidrográfica, a área é um dado fundamental, uma vez que a bacia é a região de captação da

água da chuva. Assim, a área da bacia multiplicada pela lâmina precipitada ao longo de um intervalo de tempo define o volume de água recebido ao longo deste intervalo de tempo. A área de uma bacia hidrográfica pode ser estimada a partir da delimitação dos divisores da bacia em um mapa topográfico (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

Outros tipos de características importantes de uma bacia que não estão especificamente relacionadas com seu relevo são sua própria geologia, o tipo de solo e seu uso e a vegetação. Os tipos de solos e a geologia são de extrema importância para determinar o grau de percolação dessa bacia, já a vegetação está ligada ao escoamento superficial e à evapotranspiração. Porém, o uso do solo tem capacidade de alterar as suas propriedades naturais, assim, impactando fortemente no comportamento hidrológico da bacia, por meio das modificações que ocorrerão no seu escoamento, percolação e evapotranspiração (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

As bacias hidrográficas que têm como finalidade o abastecimento humano devem ter especial atenção. Entre outros fatores, o uso e ocupação do solo e presença de vegetação ciliar são fatores determinantes na quantidade e qualidade da água que chega até à represa de captação já que determinarão a presença de moléculas químicas nocivas à saúde humana provenientes de agrotóxicos utilizados nas lavouras e o potencial de infiltração no solo.

A água encontrada na natureza possui uma série de impurezas, que definem suas características físicas, químicas e biológicas. Essas impurezas podem torná-la imprópria para o consumo (BARROS, 1995). A presença de impurezas pode inviabilizar o uso de água para consumo ou tornar o sistema de tratamento oneroso.

Infiltração corresponde à água que atinge o subsolo formando os lençóis d'água. A água subterrânea é, em grande parte, responsável pela alimentação dos corpos d'água superficiais, principalmente nos períodos secos. Um solo coberto com vegetação é capaz de desempenhar melhor as seguintes funções: menor escoamento superficial (menor número e menor intensidade de enchentes nos períodos chuvosos); maior infiltração (maior alimentação dos rios nos períodos secos), menor carreamento de partículas do solo para os cursos d'água, reduzindo o seu assoreamento e a erosão do solo (BARROS, 1995).

No que diz respeito à conservação do solo, é inegável a proteção exercida pela cobertura vegetal viva e também pela morta (serrapilheira) e estas características podem ser empregadas no manejo de bacias hidrográficas para produção de água de boa qualidade (BALBINOT et al., 2008).

A qualidade da água de uma microbacia pode ser influenciada por diversos fatores e, dentre eles, estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o

uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (VAZHEMIN, 1972; PEREIRA, 1997). Segundo Arcova, Cesar e Cicco, (1998), os vários processos que controlam a qualidade da água de determinado manancial fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática na bacia hidrográfica podem modificar a sua qualidade.

Nas bacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975), sendo essas áreas muito importantes para manter o abastecimento de água de boa qualidade. Por outro lado, as práticas que se seguem após a retirada das árvores tendem a produzir intensa e prolongada degradação da qualidade da água (BROWN, 1988). Segundo o código florestal, em nascentes (mesmo intermitentes) e olhos d'água, a distância a ser preservada com mata é de 50m; no entanto, o que se observa, muitas vezes, é que as atividades agrícolas não respeitam essa distância.

O abastecimento de água com captação por manancial superficial está diretamente condicionado à frequência de chuvas na bacia hidrográfica da região em questão. Enquanto ocorre o aumento da população e a demanda por consumo de água, a frequência pluviométrica anual tende a se manter a mesma.

O aumento desta demanda nas áreas urbanas e o inconstante regime de precipitação observado recentemente fazem com que a disponibilidade de água para abastecimento urbano seja uma preocupação que permeia vários setores sociais.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre os volumes precipitados na região de Santa Fé do Sul relacionando-os com o abastecimento da represa que fornece água para a cidade e o consumo de água pela população.

2 MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com base em dados fornecidos pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente) e pela Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de Santa Fé do Sul-SP.

O município é abastecido por duas represas mantidas pelo córrego da microbacia hidrográfica do Cabeceira Comprida.

Foram analisadas as frequências pluviométricas na bacia do córrego cabeceira comprida dos últimos 39 anos. Os mesmos dados, de 2002 a outubro de 2014, foram recolhidos junto ao SAAE.

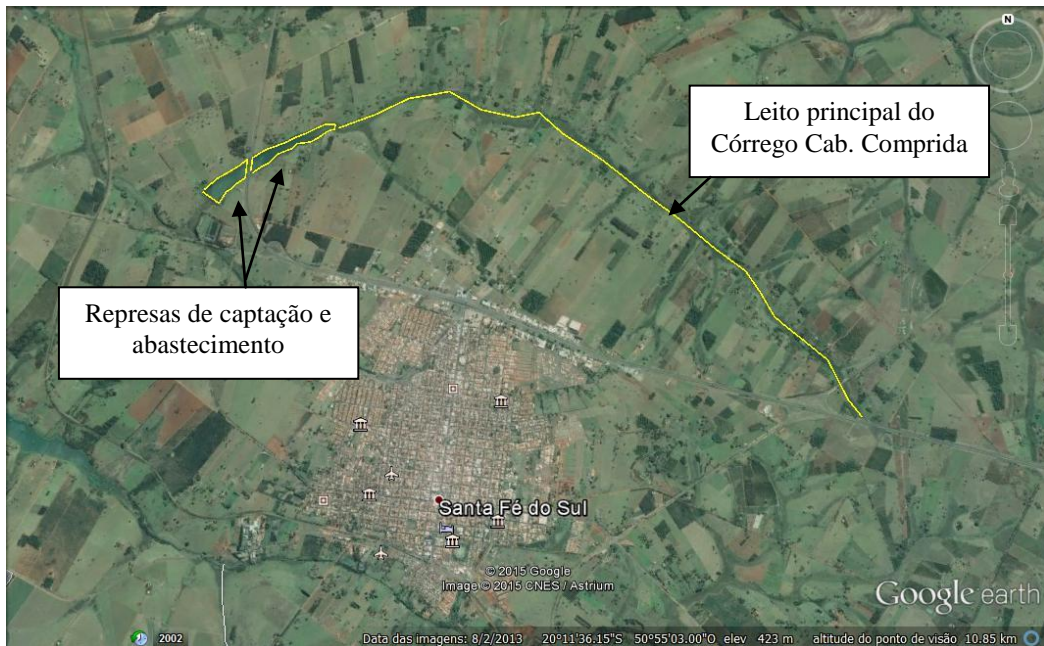
Em seguida, obteve-se o levantamento do consumo de água anual de 2010 a 2013 e o consumo parcial de alguns meses de 2014, junto ao SAAE. Também no SAAE, obtiveram-se dados referentes às perdas da saída da ETA (Estação de tratamento de água) até as residências. Já as informações a cerca da população da cidade de Santa Fé do Sul foram obtidas no site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

3 RESULTADOS

A microbacia hidrográfica do córrego Cabeceira Comprida possui 3.290 hectares e está localizada no município de Santa Fé do Sul-SP. Trata-se de uma microbacia onde predominam pequenos produtores (72% são pequenos produtores rurais), que têm como base de produção a bovinocultura mista e corte, cultivo de seringueira, eucalipto, milho, café, banana, citrus e uva. Aproximadamente 7% da área total da microbacia está ocupada com o Distrito Industrial, a Rodovia, as estradas rurais, a área de captação de água e a lagoa de tratamento dos esgotos da cidade.

As nascentes, afluentes do Cabeceira Comprida, existentes na microbacia são de baixa vazão e ocorre falta d'água na época da seca limitando seu uso para irrigação. O córrego possui extensão de, aproximadamente, 11km em seu leito principal com uso múltiplo (Figura 01).

Figura 1 - Leito principal do córrego Cabeceira Comprida e as represas de captação e abastecimento



Fonte: Google Earth.

O córrego possui pouca vegetação ciliar e alguns pontos com voçorocas (Figura 02), indicando alto grau de degradação. Na sua foz, existe o reservatório de captação de água para a cidade de Santa Fe do Sul-SP e logo abaixo, a aproximadamente 100 metros, localiza-se a lagoa de tratamento de efluentes urbanos, cuja descarga se dá no córrego São José.

Figura 2 – Voçoroca observada em afluente do Córrego Cabeceira Comprida

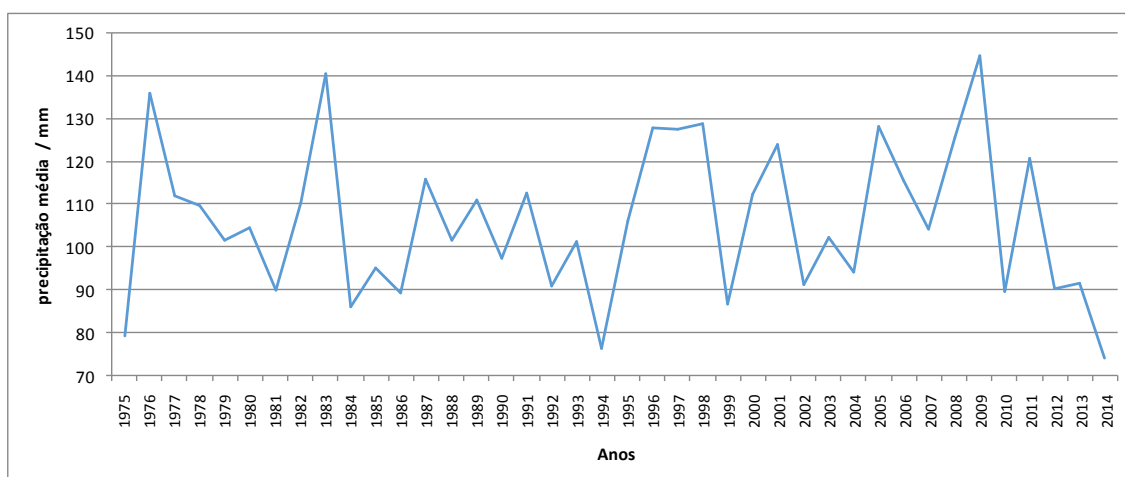


Fonte: Google Earth.

Todo o abastecimento das propriedades rurais da região, assim como da população urbana, depende do regime de precipitações na microbacia do córrego Cabeceira Comprida. Verificou-se uma grande variabilidade nas médias anuais de precipitação, sendo a mínima em 1994, com 76.1, e a máxima, em 2009, com 144.6 milímetros. A média dos 39 anos analisados foi de 106.3 ± 17.5 (média/desvio padrão).

As médias de precipitação variaram ano a ano não apresentando um padrão de distribuição no período analisado. Embora o senso comum afirme que as chuvas têm diminuído nos últimos anos, não foi observada uma correlação entre períodos e precipitação. O ano de maior precipitação foi 2009 com média de 144.6 e o menor, 1994 com 76.1 milímetros. O gráfico 01 apresenta as médias anuais de precipitação no município de Santa Fé do Sul.

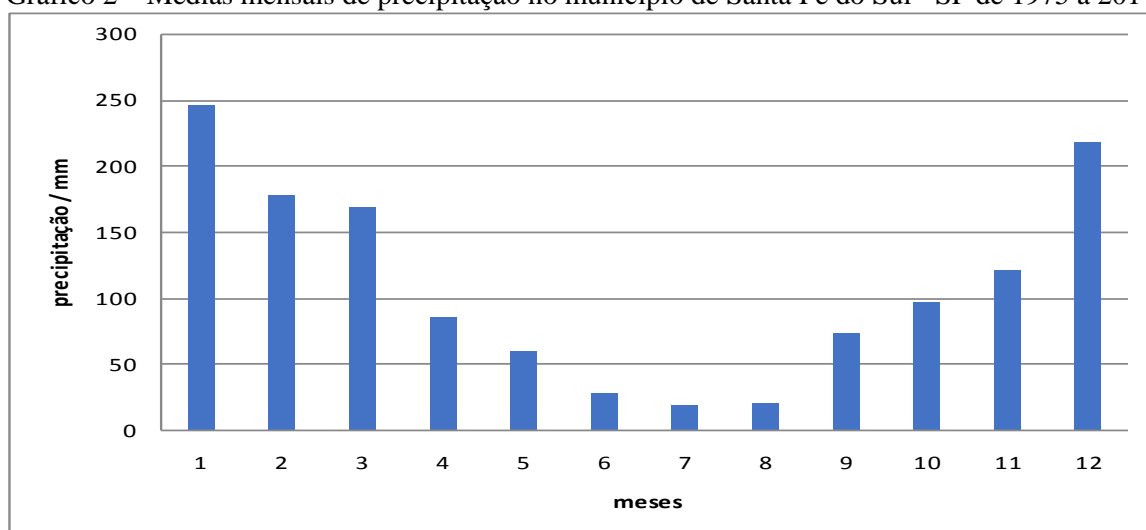
Gráfico 1 – Precipitação média (milímetros) anual no município de Santa Fé do Sul - SP de 1975 a 2014



Fonte: Dos próprios autores.

As médias mensais de precipitação apresentam um padrão conhecido com maiores volumes de outubro a março (Gráfico 01).

Gráfico 2 – Médias mensais de precipitação no município de Santa Fé do Sul - SP de 1975 a 2014



Fonte: Dos próprios autores.

Embora o padrão apresentado seja comum, a análise dos dados apresenta variações em alguns anos. Na Tabela 01, estão apresentados os dados referentes às maiores médias mensais de precipitação nos últimos 39 anos.

Tabela 01 – Maiores médias de precipitações dos últimos 39 anos no município de Santa Fé do Sul – SP

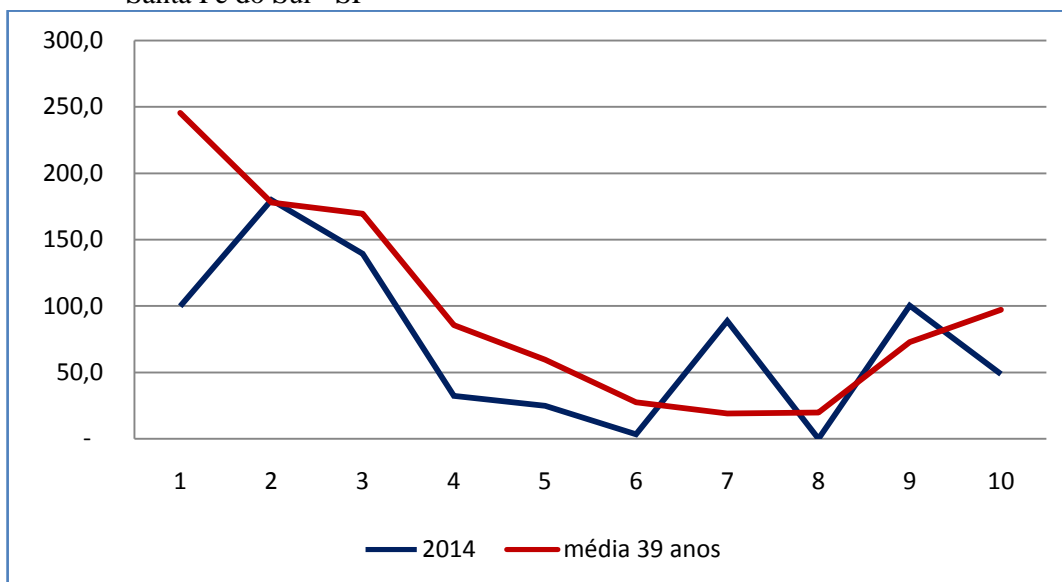
| Meses | Ano | Média mensal de precipitação (milímetros) |
|-----------|------|---|
| Janeiro | 2005 | 601.2 |
| Fevereiro | 1995 | 477.9 |
| Março | 2011 | 563.2 |
| Abril | 1988 | 193.7 |
| Mai | 2001 | 194.8 |
| Junho | 2012 | 155.3 |
| Julho | 2014 | 88.6 |
| Agosto | 1976 | 138 |
| Setembro | 2009 | 283.4 |
| Outubro | 2009 | 227.2 |
| Novembro | 1996 | 242.7 |
| Dezembro | 1977 | 400 |

Fonte: Dos próprios autores.

Verifica-se que embora os recentes problemas de escassez de água sejam decorrentes dos baixos volumes precipitados em 2014, houve, neste ano, o maior volume precipitado no mês de julho nos últimos 39 anos. Comparando o ano de 2014 com as médias do período

analisado (39 anos), verifica-se que a média de precipitação em 2014 foi maior nos meses de julho e setembro (Gráfico 03). Os dados obtidos junto aos órgãos vão até outubro de 2014.

Gráfico 3– Média de precipitação mensal dos últimos 39 anos e do ano de 2014 no município de Santa Fé do Sul - SP



Fonte: Dos próprios autores.

No que se refere ao consumo de água pela população, os dados apontam para um desperdício ou consumo excessivo no município. Foram analisados dados entre os anos 2000 e 2013. Verificou-se que a ETA disponibiliza 2.943.841m³/ano. A cidade de Santa Fé do Sul tem 31.113 habitantes, segundo dados do IBGE (atualizado 2014). Sendo assim, a média do consumo anual por habitante, no período entre 2000 e 2013, é de 95m³/habitante. Segundo dados da Sabesp, o brasileiro gasta em torno de 0,2 m³ de água por dia, ou seja, 72 m³ de água ao ano. Nota-se que a população de Santa Fé do Sul consome 32% a mais do que a média brasileira.

Outro dado significativo é que a capacidade máxima de captação anual é de 3.485.894 m³ e a capacidade máxima anual de tratamento da ETA é de 3.784.320 m³. É importante salientar que, aproximadamente, 10% da captação da água da ETA já é feita através de poços artesianos.

Pode-se notar que o consumo com os dados obtidos acima já atinge 84,45% da capacidade de captação e 77,79% da capacidade de tratamento da ETA. Porém, no trajeto da ETA até às residências, perdem-se em torno de 40% de água tratada com vazamentos, consumos ilegais (gatos), entre outros fatores.

Analisando pontualmente os dados disponibilizados, verificou-se que, no ano de 2000, o consumo anual foi de 2.777.887 m³ de água, ou seja, 73,41% da capacidade de tratamento da ETA, já em 2013, o consumo anual foi de 3.370.538 m³ de água tratada, ou seja, 89,07% da capacidade de tratamento da ETA. O aumento populacional associado aos desperdícios aponta para uma ampliação do sistema em médio prazo.

4 CONCLUSÃO

Foi possível observar que a normalidade do abastecimento urbano de água da cidade de Santa Fé do Sul está diretamente relacionada às frequências pluviométricas, já que 90% da água captada para tratamento vêm de mananciais superficiais, no caso de Santa Fé do Sul, a bacia hidrográfica do córrego Cabeceira Comprida.

Embora nos últimos dois anos o problema com abastecimento de água tenha sido comum em todo o Brasil, a cidade de Santa Fé do Sul - SP não ficou desabastecida, entretanto, medidas emergenciais, como abertura de poços profundos, tiveram que ser implementadas.

Pela inconstância dos regimes pluviométricos, é importante não depender unicamente de uma bacia hidrográfica para o abastecimento de uma cidade que está em crescimento regular e uniforme. Enquanto as taxas pluviométricas são irregulares e imprevisíveis, vistos os períodos de seca ao longo dos 39 anos observados, o crescimento populacional segue ascendente. No entanto, é possível observar que, em reação aos períodos de estiagens recentes, os novos bairros já são abastecidos com água captada de mananciais subterrâneos visando não atingir uma situação de racionamento de água.

A ampliação do volume de água tratada fornecida requer também uma ampliação dos sistemas de captação de água bruta e de tratamento. Embora o sistema tenha conseguido suprir as necessidades atuais, é importante que haja um planejamento, considerando o crescimento populacional e um processo educativo acerca da utilização correta e parcimoniosa desse bem indispensável.

**ANALYSIS OF THE WATER POTENTIAL OF THE HYDROGRAPHIC BASIN
IN CABECEIRA COMPRIDA AND ITS RELATIONSHIP WITH URBAN
WATER SUPPLY IN SANTA FÉ DO SUL**

ABSTRACT

The increase of population in urban areas and the inconstant precipitation regime observed recently make the availability of water for urban supply a concern that permeates various social sectors. The level of the dam, water intake source for treatment and supply of Santa Fé do Sul, focus of this study, suffered significant casualties, and may affect the normal supply to the point of putting the population at risk of water rationing. The water supply with capture by surface source is directly subject to the frequency of rainfall in the watershed of the region concerned. Thus, it is necessary to know potential water catchment of the watershed that supplies the catchment dam (Cabeceira Comprida), water consumption per capita in Santa Fé do Sul, as well as the relationship between these factors. This project is justified in that it seeks to create a basis for future actions and public policies aimed at maintenance of urban water supply considering periods of drought and erratic rainfall regimes. The aim of this study is to conduct a study on the precipitated volumes in the region of Santa Fé do Sul relating to the supply of the dam that supplies water to the city and water consumption by the population.

Keywords: Watershed. Rainfall. Water capture. Supply.

REFERÊNCIAS

- ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCIO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v.10, n.2, p.185-96, 1998.
- BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.4, n.1, p.131-49, 2008.
- BARROS, R. T. et al. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para Municípios**, Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. V.2.
- BROWN, G.W. **Forestry and water quality**. Second edition Corvallis: *Oregon State University*, 1988.
- COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. **Introduzindo hidrologia**. Rio Grande do Sul: IPH UFRGS, 2008.
- FUNASA. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- HELLER, L., DE PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.
- PEREIRA, V. P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica**. Jaboticabal: FCAV, 1997.
- PHILIPPI JÚNIOR, A. (Ed.). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção ambiental, 2).

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.4, n.1, p.24-9, 1975.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

VAZHEMIN, I. G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. Soviet Soil Science, **Silver Spring**, v.4, n.1, p.90-101, 1972.

Recebido em 05 de janeiro de 2016.

Aceito em 11 de maio de 2016.