

## **CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA EM TUPÃ**

MARIANO, Gabriela de Pontes<sup>1</sup>  
RAYMUNDO, Izabela Veloso<sup>1</sup>  
PRADO, Gustavo Belardo do<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Neste artigo foi abordado como funciona a captação e o tratamento de água na cidade de Tupã-SP. Para que fosse possível ter conhecimento das etapas realizadas no tratamento, foi necessário realizar uma visita junto a empresa responsável, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Nessa visita foram coletados os dados e entendidos os processos executados por ela. A empresa faz a captação de águas subterrâneas, por meio de poços artesianos. O tratamento é realizado mediante a determinação dos parâmetros mínimos e máximos exigidos pela legislação. Com auxílio das bombas dosadoras é calculado a quantidade de ácido fluossilícico e de hipoclorito de sódio que são dispostos na água para que se torne potável e própria para o consumo humano. Pode-se observar que após a execução dos processos, a água chega as residências com ótima qualidade.

**Palavras-chave:** Água. Captação. Tratamento. Qualidade.

### **INTRODUÇÃO**

A água está se tornando, a cada dia mais, um bem escasso e a sua qualidade vem se deteriorando ao longo do tempo. Apesar de todos os esforços para armazenar e reduzir o seu consumo, ela continua sendo um problema de questão mundial (CETESB, 2022).

De acordo com Freitas e Almeida (1998) as principais fontes de contaminação de águas subterrâneas pelo homem são de despejos de efluentes domésticos, industriais, agrícolas e chorume devido aos aterros de lixo. Devido a esses e outros fatores, a água é um importante fator na propagação de diversas doenças como

---

<sup>1</sup> Discentes do quarto ano do curso de engenharia civil da Faculdade da Alta Paulista (FAP), sob registros acadêmicos números 229914 e 230468

<sup>2</sup> Engenheiro civil; Mestre em estruturas e construção civil; docente do curso de engenharia civil da Faculdade da Alta Paulista (FAP).

parasitoses, hepatite A, leptospirose, entre outros, por isso a importância de um saneamento básico correto.

Relacionado à poluição das águas e à falta de um saneamento básico, se faz necessário um tratamento de água adequado para o consumo humano, onde todos os componentes prejudiciais à saúde devem ser eliminados. No presente trabalho iremos entender melhor como é a captação e o tratamento de uma cidade do interior de São Paulo (JUVENASSI, 2021).

O objetivo desse trabalho é compreender e conhecer o funcionamento da captação de água na cidade, bem como o tratamento e os controles que são necessários para uma melhor qualidade da água. Ele tem o intuito de alcançar melhor o entendimento dos conceitos estudados em sala de aula do quarto período do curso de engenharia civil, na disciplina de Saneamento Básico, analisando os procedimentos realizados no tratamento e na captação de água.

O método utilizado tem uma abordagem quali-quantitativo, onde além de serem coletados dados numéricos, foi realizado um levantamento também do funcionamento da estrutura da SABESP, em Tupã, bem como os procedimentos realizados por eles. A pesquisa tem como objetivo ser explicativa, onde será exposto como funciona o sistema da cidade.

O procedimento utilizado foi o de pesquisa bibliográfica através de normas, portarias e artigos publicados eletronicamente, além de um levantamento de dados *in loco* sobre os controles realizados pela empresa.

## **LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO AQUÍFERO ONDE É FEITA A CAPTAÇÃO DA ÁGUA**

O município de Tupã é um dos 645 municípios do Estado de São Paulo, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A população estimada para 2021 é de 65.615 habitantes, com uma densidade demográfica de 100,99 habitantes por quilômetro quadrado e ocupa uma área de 628,5  $km^2$ , situado a 530m de altitude, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 21°56'18" a sul e longitude de 50°30'50" a oeste, sendo que o município está inserido no bioma Mata Atlântica e na região hidrográfica do Paraná.

O prestador de serviços do município é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2020, o fornecimento de água era de 100% da população, o consumo é de 185,3 l/hab. dia, com perdas na distribuição de 14%, apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Consumo e eficiência na utilização da água.**

<b>CONSUMO E EFICIÊNCIA</b>			
	Município	Estado	País
Consumo médio <i>per capita</i>	185,30l/hab. dia	176,03l/hab. dia	152,13l/hab. dia
Tarifa média de água	3,56R\$/m <sup>3</sup>	3,41R\$/m <sup>3</sup>	4,55R\$/m <sup>3</sup>
Índice de hidrometração	100%	99,24%	91,33%
Índice de perdas na distribuição	14%	34,39%	40,14%

Fonte: SNIS (2020)

A cidade de Tupã-SP faz a captação da água, dependendo da região topográfica em que o poço está localizado, mas os aquíferos predominantes são: Bauru/ Serra Geral, Botucatu/Guarani e Adamantina.

O Aquífero Guarani que é constituído pelas formações Botucatu e Piramboia, é o maior manancial de água doce subterrânea do mundo, ocupando uma área de 1,2 milhões de quilômetros quadrados, em que cerca de dois terços estão localizados no Brasil entre os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, o restante está nos países Argentina, Paraguai e Uruguai, como mostra a Figura 1.

As águas deste aquífero são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e apresentam temperaturas de 22 a 27°C, pH de 5,4 a 9,2 e salinidade inferior a 50 mg/l, na área aflorante. Na área confinada, a temperatura varia de 22 a 59,7°C, o pH de 6,3 a 9,8 e a salinidade de 50 a 500 mg/l. Os valores de temperatura, pH, salinidade, e de íons cloreto, sulfato e sódio aumentam no sentido do confinamento (CETESB, apud DAEE et al., 2005).

**Figura 1: Localização Aquífero Guarani**



Fonte: CETESB [2006?]

A captação e distribuição de água da cidade de Tupã é composto por 17 poços entre quatro sistemas e três distritos, como se pode observar na Figura 2.

**Figura 2: Localização dos poços artesianos.**



Fonte: Disponibilizado pela SABESP (2022)

O principal poço de captação é o PPS-29, localizado na malha central do sistema, recebe a água do Aquífero Guarani. A água chega à superfície com  $54^{\circ}\text{C}$ , com uma vazão média de  $367,4\text{m}^3/\text{h}$ . Pela temperatura que a água chega à superfície se faz necessário a utilização de torres de resfriamento, como se pode verificar na Figura 3. Após passagem pelas torres de resfriamento, a água passa a ter em média  $32^{\circ}\text{C}$ . Nos demais poços, a água tem temperatura média de  $25^{\circ}\text{C}$ .

**Figura 3: Poço central de captação de água subterrânea (PPS-29)**



Fonte: Próprio autor

A adição e o controle de flúor na água de abastecimento público são uma estratégia de saúde pública, porque o flúor previne o aparecimento de cáries dentárias. Para Ramires e Buzalaf (2007) “a fluoretação é a adição controlada de um composto de flúor à água de abastecimento público com a finalidade de elevar a concentração do mesmo a um teor predeterminado e, desta forma, atuar no controle da cárie dentária”.

O CDC (Centro de Controle e Prevenção de Doenças) afirma que a água fluoretada tem um poder de prevenir de 40% a 70% em crianças, dependendo do

índice de prevalência de cárie, e reduz também entre 40% e 60% a perda de dentes entre os adultos.

Os níveis recomendados de flúor na água de abastecimento estão na faixa de  $0,7mg$  a  $1,2mg$  de flúor por litro, dependendo da média anual e diária de temperatura. Além disso, a OMS através da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2021, sugere que a água deve ter no máximo  $1,5mg/l$  de flúor, pois acima desse valor se torna prejudicial à saúde.

Assim como níveis baixos de flúor na água de abastecimento são ruins, no entanto altas concentrações são prejudiciais à saúde. A ingestão prolongada de  $2mg/l$  pode manchar o esmalte dentário, gerando uma doença conhecida como fluorose. O consumo de  $8mg/l$  pode causar osteoclerose,  $20mg/l$  pode provocar fluorose anquilosante e  $100mg/l$  pode retardar o crescimento, de acordo com Tortamano e Armonia (2001).

É possível encontrar o flúor na sua forma natural, distribuído como sais pela natureza como água, solo, vegetais, entre outros. Em Tupã, o poço principal que abastece cerca de 45% da cidade, já tem as concentrações adequadas de flúor, portanto não se faz necessário a adição desse componente, entretanto nos outros poços que auxiliam no abastecimento é necessária essa adição. Na Figura 4, temos o equipamento que controla os níveis de flúor da água.

A desinfecção da água é um processo antigo onde tem como objetivo destruir os organismos que são capazes de produzir doenças e que fazem mal à saúde. De acordo com Meyer (1994), o processo de desinfetar a água surgiu como uma forma de controlar a propagação de doenças através do odor.

O cloro passou a ser utilizado como uma forma de eliminar esses microrganismos patogênicos e os processos foram evoluindo com o tempo, seu objetivo principal é a desinfecção.

A portaria GM/MS n. 888, de 4 de maio de 2021, em seu Art. 32 diz que é obrigatória a manutenção de, no mínimo,  $0,2mg/l$  de cloro residual livre, de  $0,2mg/l$  de dióxido de cloro ou de  $2mg/l$  de cloro residual, combinado em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo. O cloro livre se refere às formas disponíveis de cloro usadas na desinfecção, por exemplo, o

ácido hipocloroso e o hipoclorito, já o combinado é resultado da combinação desse cloro com contaminantes, conhecido também como cloraminas.

Na cidade de Tupã, o controle e a adição de cloro são feitos através de um equipamento com vemos na Figura 5.

Figura 4 – Bomba dosadora de flúor



Fonte: Próprio autor

Figura 5 – Bomba dosadora de cloro



Fonte: Próprio autor

Existe um controle diário das quantidades de cloro e flúor presentes na água de Tupã, como podemos ver na Figura 6.

Figura 6 – Controle diário do tratamento de água: Cloro e Flúor

The image shows a handwritten logbook titled "Controle diário do tratamento de água: Cloro, Flúor" from SABESP. It contains several tables with columns for Hora, Data, Local, Cloro, and Flúor. The data is organized by date, with entries for 07/03, 08/03, 09/03, 10/03, 11/03, 12/03, 13/03, 14/03, 15/03, 16/03, 17/03, 18/03, 19/03, 20/03, 21/03, 22/03, 23/03, 24/03, 25/03, 26/03, 27/03, 28/03, 29/03, 30/03, and 31/03. Each table entry includes specific locations like Ipiranga, Universitário, Industrial, Varpa, Parnaso, Universo, and Arco Iris, along with numerical values for Chlorine and Fluorine dosage in mg/L. There are also handwritten observations (Obs.) and a note at the bottom: "Observações relevantes ao tratamento deve-se usar o verso dessa planilha."

Fonte: SABESP (2022)

Os dados são coletados em miligrama por litro, onde são tabelados e acompanhados diariamente com o auxílio das bombas dosadoras.

A dosagem é determinada em razão da vazão do poço. A legislação determina parâmetros mínimos e máximos para a dosagem no tratamento e, no caso de Tupã, é utilizado dosadoras EMEC semianalógicas e digitais, para o processo de dosagem tanto de ácido fluossilícico, quanto de hipoclorito de sódio.

Usando como exemplo um poço no qual a sua vazão é de  $14 \text{ m}^3/\text{h}$ , com uma média de funcionamento de  $7\text{h}$ , é feita a dosagem para atingir um resultado de  $1\text{mg}/\text{l}$  de hipoclorito e de  $0,70\text{mg}/\text{l}$  de ácido fluossilícico. As dosadoras em questão contêm uma programação que auxiliam no cálculo final da dosagem, como é visto na Equação 1.

$$\frac{P \cdot k \cdot V}{1000} = l/h \tag{1}$$

Onde:

$l/h$  – capacidade de bomba mínima ( $l/h$ )

$P$  – quantia de produto para dosar em parte por milhão ( $g/m^3$ )

$k$  – fator de diluição de produto (puro  $k = 1$  químico)

$V$  - capacidade de máximo do sistema ser tratado ( $m^3/h$ )

São oito sistemas que temos no nosso município e o único sistema que não é dosado flúor é o da central, pois nele o flúor é natural.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando as concentrações de flúor obtidas no tratamento de água da cidade, é possível observar que os níveis desse componente na água estão de acordo com os níveis recomendados pelas portarias, assim como as quantidades obtidas de cloro. Dessa forma, o tratamento de água com relação ao flúor e ao cloro estão dentro do controle de qualidade, não sendo prejudicial à saúde pública.

Apesar da cidade possuir vários poços que fornecem água para o abastecimento público, há um controle de qualidade rigoroso em todos esses poços, fazendo com que haja uma água ótima para consumo humano em todos os pontos do município.

## ABSTRACT

This article discusses how water collection and treatment works in the city of Tupã-SP. In order to be able to know the steps performed in the treatment, it was necessary to make a visit with the responsible company, the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP), in this visit the data was collected and the processes performed by it were understood. The company captures groundwater through artesian wells. The treatment is carried out by determining the minimum and maximum parameters required by the legislation. With the aid of the dosing pumps, the amount of fluosilicic acid and sodium hypochlorite is calculated where it is placed in the water so that it becomes potable and suitable for human consumption. It can be observed that after the execution of the processes, the water arrives at the residences with great quality.

**Keywords:** Water. Capture. Treatment. Quality.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Aquífero Guarani | Águas Subterrâneas.** Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/programa-de-monitoramento/consulta-por-aquiferos-monitorados/aquifero-guarani/#:~:text=Qualidade%20do%20Aq%C3%BC%C3%ADfero%20Guarani>>. Acesso em: 28 abr. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 888 de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 de mai. de 2021.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900-1999: Fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *Morbidity and Mortality Weekly Reports* 1999; 48(4):993-40.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São. **O problema da escassez de água no mundo.** 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>. Acesso em: 05 abr. 2022.

FREITAS, M. B. de; ALMEIDA, L. M. de. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], n. 1, 1998. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22294>>. Acesso em: 23/mar/2022.

IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/tupa/panorama>>. Acesso em: 13/Mar/2022.

INDICADORES da coleta. Mdr.gov.br. Disponível em: <[http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-agua/](http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua/)>. Acesso em: 13/Mar/2022.

JUVENASSI, Ana Julia Broc. **A falta de saneamento básico e suas consequências para população.** 24/01/2021. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/midias/experimental/integra/2021/01/24/a-falta-de-saneamento-basico->

