

AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE COROMANDEL-MG

Rayssa Socorro Arruda¹

Leandro Cesar dos Reis²

RESUMO

O processo de tratamento de água é de grande importância para a sobrevivência humana, para as tarefas cotidianas e para o consumo. Esse processo inclui procedimentos físicos e químicos que são aplicados na água, para que ela fique em condições adequadas para o consumo, ou seja, para que se torne potável, evitando qualquer contaminação que possa transmitir doenças. O objetivo deste trabalho é a avaliação do funcionamento do sistema de captação e da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Coromandel-MG. Foram levantados dados referentes à captação e à reservação. Foram analisadas também todas as etapas de tratamento realizadas pela COPASA. Por fim, analisando os dados fornecidos pela COPASA, referentes aos parâmetros de qualidade da água, observou-se que nenhum comprometeu a qualidade da água distribuída para a população, estando todos dentro dos padrões de potabilidade estabelecida pela Portaria nº5 de 2017. A ETA de Coromandel atende 100% da população urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento, água e Captação

ABSTRACT

The water treatment process is of great importance for human survival, daily tasks and consumption. This process includes physical and chemical procedures that are applied to water, so that it is in a suitable condition for consumption, that is, to become drinkable, avoiding any contamination that may transmit diseases. The objective of this work is to evaluate the operation of the collection system and water treatment plant (WTP) of Coromandel-MG. Collection and reserve data were collected. It has also been analyzed all treatment steps performed by COPASA. Finally, analyzing the data provided by COPASA regarding water quality parameters, it was observed that none compromised the quality of the water distributed to the population, all of them within the potability standards established by Ordinance No. 5 of 2017. Coromandel WTP serves 100% of the urban population.

KEYWORDS: Water, Catchment and Treatment

¹ Rayssa Socorro Arruda: Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Mário Palmério-UNIFUCAMP

² Leandro Cesar dos Reis: Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência de todos os seres vivos que habitam a Terra. É um elemento químico muito abundante no planeta, estando presente nos rios, oceanos, mares e nas geleiras.

Porém, segundo Freitas (2019), a água para o consumo humano (água doce) é bastante restrita. Cerca de 97,61% da água total do planeta é proveniente das águas dos oceanos; calotas polares e geleiras representam 2,08%, água subterrânea 0,29%, água doce de lagos 0,009%, água salgada de lagos 0,008%, água misturada no solo 0,005%, rios 0,00009% e vapor d'água na atmosfera 0,0009%. Diante desses percentuais, apenas 2,4% da água é doce, porém, somente 0,02% estão disponíveis em lagos e rios que abastecem as cidades e pode ser consumida. Desse restrito percentual, uma grande parcela encontra-se poluída, diminuindo ainda mais as reservas disponíveis.

Para o consumo da água doce, é necessário que ela passe pelo menos por um processo de tratamento de desinfecção. O tratamento de água envolve uma série de procedimentos físicos e químicos aplicados em uma estação de tratamento de água (ETA) que tem como objetivo fornecer água segura para consumo humano, e distribuição de água em qualidade suficiente faz parte do serviço municipal de saneamento é dever deles fornecer ou contratar um serviço de tratamento de água adequado para não trazer complicações futuras na saúde da população.

Para que a água chegue potável nas residências, é preciso que as cidades possuam estações de tratamento de água, as quais irão captar as águas dos rios e dar o tratamento adequado, que consiste em filtrar todas as impurezas, eliminar bactérias e outros causadores de doenças. Além disso, deve haver a preocupação em como essa água será transportada até as residências. De nada adianta ter o tratamento adequado, se os encanamentos estão velhos, soltando ferrugem e as caixas d'água sem a limpeza adequada, cheias de limo. Portanto, é recomendado que nas casas haja filtros de água para que esse processo de tratamento esteja completo e seja garantida a boa qualidade da água (SILVA, 2012).

Neste trabalho é realizado um estudo de caso sobre a Estação de Tratamento de Água (ETA) de Coromandel-MG. São feitos vários levantamentos de dados e apresentada uma análise da qualidade da água fornecida para a população de acordo com os requisitos e parâmetros estabelecida Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017.

Coromandel-MG está situado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, possui 27.547 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE) do último censo realizado em Coromandel-MG. A COPASA é a empresa responsável pelo o tratamento da água extraída do córrego Buriti.

1.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo é analisar a distribuição de água do município de Coromandel – MG, desde a captação até a reservação, incluindo as etapas de tratamento e a análise de todos os parâmetros de qualidade segundo a legislação brasileira.

1.1.1 Objetivos específicos

- Levantar dados sobre a captação e o abastecimento de água realizado no município de Coromandel;
- Descrever cada uma das etapas do sistema de tratamento utilizado pela COPASA;
- Apresentar os resultados das análises da qualidade da água realizada pela COPASA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas as fases do sistema de distribuição de água, desde a captação até a estação de tratamento de água, com ênfase mais aprofundada na etapa de tratamento.

2.1 Fontes de água para abastecimento

2.1.2 Captação

A fonte de água utilizada na rede de abastecimento é proveniente dos mananciais, que são divididos em dois tipos: mananciais superficiais e subterrâneos.

Manancial superficial é a fonte para o suprimento de água, sendo geralmente encontradas na rede de rios, córregos, lagos e represas. Sua captação é feita por gravidade ou bombeamento e, neste último caso, é necessário projetar uma estação elevatória junto à captação. As águas desses mananciais devem preencher requisitos mínimos no que se refere aos aspectos quantitativos e também aos aspectos da qualidade do ponto de vista físico, químico, biológico e bacteriológico (TSUTIYA, 2006).

Mananciais subterrâneos fazem parte do ciclo hidrológico, ocorrendo nos poros e interstícios das formações geológicas de caráter sedimentar, ou nos planos de fraqueza estrutural das formações geológicas de caráter ígneo ou metamórfico representado por falhas, fendas, fraturas e fissuras. Este tipo de captação é feito em poços artesianos através do bombeamento da água.

A água subterrânea e a água superficial são o mesmo recurso hídrico fluindo por um meio físico diferente. A água superficial flui rápida através de cursos d'água, enquanto a subterrânea flui lentamente através das formações geológicas. É um recurso finito, limitado, dotado de grande valor econômico (TSUTIYA, 2006).

As águas de superfície são as mais fáceis para realizar a extração e a tendência é que ela se torne o método mais utilizado no consumo humano. No globo terrestre encontram-se disponíveis apenas 5% da água doce existente, o restante encontra armazenado em reservas subterrâneas. Nem toda água armazenada no subsolo pode ser retirada em condições economicamente viáveis e a maioria delas está localizada entre as rochas em uma profundidade excessiva (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

Existem alguns parâmetros para a escolha do local para a melhor extração de água segundo Héller e Pádua (2006).

- O local escolhido deve ter uma vazão adequada;
- O local deve ser escolhido com qualidade e deve-se analisar a possibilidade de utilização de todas as técnicas de tratamento;
- A captação deve localizar-se de preferência acima da comunidade abastecida para que possa utilizar a adução por gravidade para diminuir os custos com bombeamento;
- O local de captação deve ser fácil o acesso;
- Os elementos de captação devem estar sempre bem protegidos para evitar a ação erosiva da água e alteração do nível e curso de água.

2.2 Sistemas de captação de água

2.2.1 Adutora

Adutoras são canalizações dos sistemas de abastecimento de água que tem como objetivo transportar água que esteja em um reservatório para o local onde vai ocorrer o seu tratamento. Elas interligam captação, estação de tratamento e reservatórios. Dependendo do sistema, há casos em que partem ramificações de adutora principal, para levar água a outros pontos do sistema. As adutoras e sub adutoras são unidades primordiais de um sistema de abastecimento de água, necessitando de cuidados especiais na elaboração e execução do projeto (TSUTIYA, 2006). As adutoras são classificadas em:

Adutora de água bruta: As adutoras de água bruta são tubulações que transportam a água sem tratamento. Ligam a captação à Estação de Tratamento de Água, podendo passar, ou não, em uma estação elevatória.

Adutora de água tratada: São as tubulações que ligam as Estações de Tratamento de Água aos reservatórios de água tratada. Transportam a água que já passou pelo o processo de tratamento e que está apta para consumo humano. Portanto, devem ser tomados cuidados em relação aos materiais empregados para que não haja contaminação dessa água, prejudicando, assim, sua potabilidade.

Adutora por gravidade em conduto livre: São as tubulações que transportam água de um ponto mais elevado até o ponto mais baixo, onde a água sempre escoar em declividade, esse processo pode ser ilustrado na Figura 1.

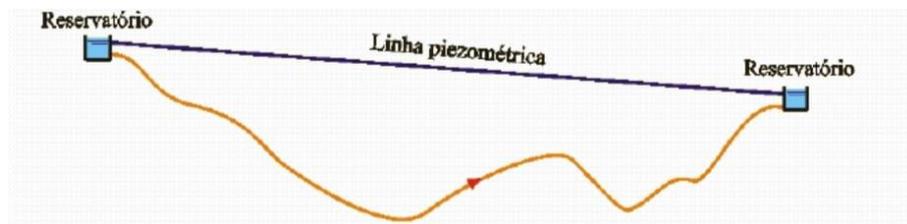
Figura 1 - Adutora por gravidade em conduto livre.



Fonte: Alem Sobrinho e Contrera (2016).

Adutora por gravidade em conduto forçado: Nesse tipo de adutora a água se move através da pressão atmosférica onde a pressão interna constante superior a pressão atmosférica, como ilustrado na Figura 2.

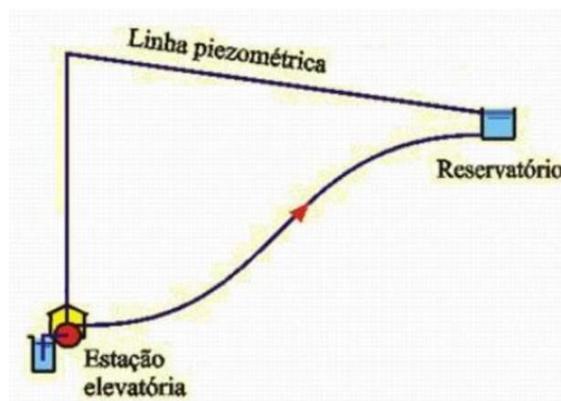
Figura 2- Adutora por gravidade em conduto forçado.



Fonte: Alem Sobrinho e Contrera (2016).

Adutora de recalque: utilizada quando o local da captação está em um nível inferior, não consegue transportar água por gravidade. Nesse caso, é necessário utilizar um conjunto motobomba. Assim a adução é realizada em condutos forçados por recalque (Figura 3).

Figura 3- Adutora de recalque.



Fonte: Alem Sobrinho e Contrera (2016).

2.2.2 Estações elevatórias

As estações elevatórias são componentes primordiais dos sistemas de abastecimento de água, sendo utilizado na captação, adução, tratamento e distribuição de água. Com o surgimento de novas tecnologias dos equipamentos eletromecânicos e de materiais das tubulações, vem sendo permitido o emprego cada vez mais generalizado de estações elevatórias, para solucionar os problemas de transporte de água (TSUTIYA, 2006).

Conforme Heller e Pádua (2006) a melhor opção para o transporte de fluidos e por gravidade, por ser mais econômico e evita gastos com energia, além da facilidade de operação e manutenção do sistema. Porém, quando se torna impossível a adoção de transporte por gravidade, devem ser previstas estações elevatórias.

2.2.3 Reservatórios de distribuição de água

Os reservatórios de distribuição de água são elementos importantes para o sistema de abastecimento de água, pois, além de atenderem as diversas finalidades, são elementos visíveis e de maior importância no sistema de distribuição de água (TSUTIYA, 2006).

A NBR 12218:1994 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público - é a norma que regulamenta os projetos de rede de distribuição para abastecimento público. Nela, define-se rede de distribuição como uma “parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e órgãos acessórios, destinadas a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas”.

Segundo Tsutiya (2006) as principais finalidades dos reservatórios de água são:

- Determinar a vazão;
- Segurança;
- Reserva de água para incêndio;

- Determinar a pressões;
- Bombeamento de água;
- Aumento no rendimento dos conjuntos elevatórios.

A utilização de reservatórios de distribuição apresenta alguma desvantagem, segundo Tsutiya (2006), que são o custo elevado de implantação, localização para atender as variações de pressão da rede (o reservatório deve ser localizado em cota adequada) e o impacto ambiental dependendo da localização poderá ocorrer impacto ambiental com a implantação de reservatório elevado, apoiado e semienterrado.

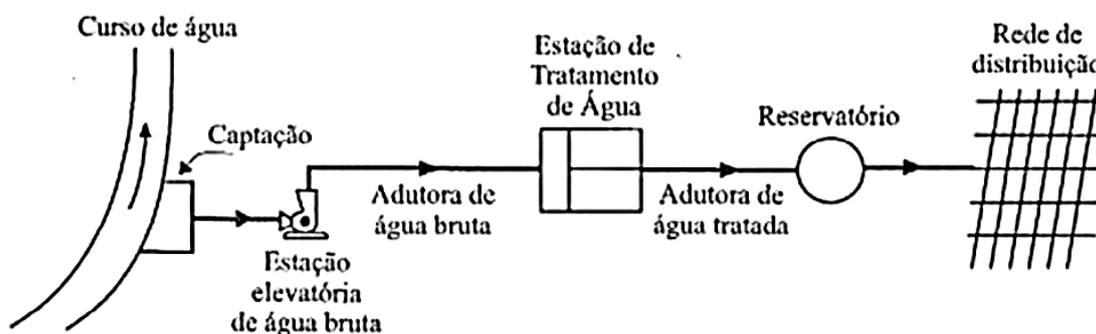
2.2.4 Redes de distribuição de água

As redes de distribuição são formadas por tubulações e dispositivos que são interligados entre si e localizados nas vias que são utilizados para o transporte da água potável até os consumidores, com pressão adequada e atendendo todos os requisitos de consumo em quantidade e qualidade (HELLER, 2006).

A rede de distribuição é considerada o componente de maior custo do sistema de abastecimento de água, cerca de 50% a 75% do custo total de todas as obras do abastecimento. Em um sistema público de abastecimento de água, as redes de distribuição e as ligações prediais são partes que normalmente não estão sob constante vigilância (TSUTIYA, 2006).

Segundo Tsutiya (2006), uma rede de distribuição de água é normalmente constituída por dois tipos de canalizações: a principal, denominada de conduto tronco ou canalização mestra, que são tubulações de maior diâmetro que tem como objetivo abastecer as canalizações; secundária, que são tubulações de menor diâmetro e tem finalidade de abastecer diretamente os pontos de consumo. A figura 4 mostra o sistema de abastecimento de água,

Figura 4-Exemplo de sistema de abastecimento de água.



Fonte: Tsutiya (2006).

2.3 Etapas do tratamento de Água

O tratamento de água acontece em etapas e envolve processos químicos e físicos. A adição de produtos químicos ajuda na eliminação de bactérias tornando uma água potável. As etapas do tratamento e os produtos adicionados em cada uma delas são:

2.3.1 Coagulação

O processo de coagulação é a primeira etapa do processo de tratamento, onde são adicionados na água produtos químicos, como o sulfato de Alumínio ou o Cloreto de Polialumínio. A água passa por um processo de agitação muito grande para provocar desestabilização elétrica das partículas de sujeiras.

2.3.2 Floculação

Após a coagulação, a água é direcionada ao floculador, onde é adicionado o polímero, que é um auxiliar da floculação. É um composto químico de grande cadeia molecular, que faz com que as impurezas se aglutinem somando flocos para serem mais facilmente removidos.

2.3.3 Decantação ou Flotação

Nessa etapa de tratamento não se utiliza produtos químicos. Essa etapa promove a remoção dos flocos formados. A água floculada passa para um próximo tanque onde ocorre o processo de decantação em que esses flocos que cresceram no floculador se depositam no fundo do decantador por serem mais densos que a água.

2.3.4 Filtração

Nessa etapa de tratamento, a água passa por filtros, que são tanques compostos por camadas de areia, cascalho e carvão ativado. Na filtração, o restante dos flocos que não foram removidos na etapa de decantação (ou flotação) é retirado. A água então fica livre das impurezas.

2.3.5 Desinfecção

Na desinfecção é adicionado Cloro (Cl) à água. Após a filtração, alguns microrganismos podem ainda estar presentes na água. Para removê-los, utiliza-se cloro como desinfetante. A água para o consumo humano segundo a portaria 2.914/2011 tem que ter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,2mg/L.

2.3.6 Fluoretação

Nessa etapa é adicionado ácido Fluossilícico (H_2SiF_6), que é responsável pela eliminação e redução da incidência da cárie dentária. Na maior parte do Brasil o teor de flúor utilizado na água é de 0,6 a 0,8 mg/L.

2.3.7 Neutralização ou correção do pH

É utilizado cal Hidratada ou hidróxido de cálcio, para correção do pH (potencial de hidrogênio) da água. Durante o tratamento, a água entra em contato com produtos químicos que conferem característica de acidez a água e isso precisa ser corrigido.

Figura 5- Etapas do tratamento de Água.



Fonte: companhia Ituana de saneamento (2019).

2.4 Parâmetros da qualidade da água

2.4.1 Cor

De acordo com Richter (2009), a água pura é virtualmente ausente de cor, adquirido cor azulada em grandes espessuras, que faz a beleza dos lagos de regiões montanhosas. A cor marrom-amarelada, características de muitas águas superficiais, geralmente se deve a matéria orgânico ácido húmico, proveniente da decomposição de vegetais. A presença de ferro pode dar uma coloração à vermelhada, enquanto que as águas com alcalinidade e dureza elevadas, como em alguns rios da cordilheira dos Andes, que escoam por solos calcários, que apresentam uma cor de características levemente esverdeada.

A cor de uma água pode ser indicativa de seu grau de poluição. De um modo geral, águas de cor elevada apresentam uma alta demanda química ou bioquímica de oxigênio (RICHTER 2009).

Segundo Von Sperling (1995), em termos de tratamento e abastecimento público de água:

- Águas com cor acima de 15 uC podem ser detectadas em um copo d'água pela maioria dos consumidores;
- Valores de cor da água bruta inferiores a 5uC usualmente dispensa a coagulação química; valores superiores a 25 uC usualmente requer a coagulação química seguida por filtração;
- Águas com cor elevada implicam em um mais delicado cuidado operacional no tratamento de água.

2.4.2 Turbidez

É uma propriedade ótica da água que causa a dispersão e absorção de um feixe de luz incidindo em uma amostra, em vez de sua transmissão em linha reta. Decorre da presença de partículas em suspensão variando em tamanho desde suspensões grosseiras até o estado coloidal. A natureza dessas partículas é muito variada: argila e silte, matéria orgânica, material proveniente de descargas de esgoto doméstico industrial e de galerias de água pluvial, bactérias, algas e outros micro-organismo e até pequenas bolhas de ar (RICHTER 2009).

2.4.3 pH

O termo pH é usado universalmente para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução. Mede a concentração do íon hidrogênio ou sua atividade. É importante em cada fase do tratamento, sendo referido frequentemente na coagulação, floculação, desinfecção e no controle de corrosão (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

A medida do pH pode ser realizada facilmente por meio de aparelho chamado pHmetros, ou por métodos colorimétricos. Os pHmetros medem a diferença de potencial entre um eletrodo e a solução (RICHTER, 2009).

2.4.4 Cloro

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção (destruição dos micro-organismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração, o que acarreta, muitas vezes, o uso das palavras "desinfecção" e "cloração" como sinônimos (BAZZOLI, 1993).

2.4.5 Alcalinidade

A alcalinidade é uma medida de capacidade da água em neutralizar ácidos. Os principais íons constituintes da alcalinidade são: Carbono, bicarbonato e hidróxido (RICHTER 2009). É uma das determinações mais importantes no controle da água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção de corrosão nas canalizações de ferro fundido da rede de distribuição (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

2.4.6 Dureza

Característica conferida à água pela presença de alguns íons metálicos bivalentes, principalmente os de cálcio e de magnésio e, em menor grau, os de ferro e de estrôncio. A dureza é reconhecida pela sua propriedade de impedir a formação de espuma com o sabão (RICHTER, 2009).

2.4.7 Temperatura

A temperatura da água é importante, pois influencia outras propriedades: acelera reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, acentua a sensação de sabor e odor etc. (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

2.4.8 Sabor e Odor

As características de sabor odor são consideradas em conjunto, pois são intimamente relacionadas e facilmente confundidas. Reconhecem-se apenas quatro sabores: azedo, doce, amargo e salino. Substâncias inorgânicas na água produzem sabor geralmente sem produzir odor. A água adquire um sabor salino a partir de 300mg/L de cloretos e um sabor amargo com teores de sulfato superiores 400mg/L (RICHTER, 2009).

2.4.9 Coliformes totais

Os coliformes são bactérias que normalmente habitam os intestinos dos animais superiores. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

3METODOLOGIA

Coromandel-MG está situado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba com uma extensão territorial de 3.296,27 Km², e composta por 27.547 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do último censo realizado em 2010. A empresa responsável por todo o tratamento de água e o abastecimento das casas de

Estação de tratamento de água de Coromandel-MG

toda a população é a COPASA. Segundo a companhia, o sistema de abastecimento de água atende 100% da população urbana.

Inicialmente, é realizada uma visita técnica na Estação de Tratamento de Água de Coromandel, situada próxima a BR352 em uma estrada vicinal como mostra a Figura 6, com o objetivo de levantar as etapas de tratamento utilizadas pela estação. Nesta visita, são reunidas informações sobre os produtos químicos utilizados no tratamento e sobre os parâmetros de qualidade da água.

É realizada também uma visita no escritório da COPASA, para realizar o levantamento sobre a quantidade de reservatórios no município e suas respectivas capacidades de armazenamento de água e a localização.

Figura 6- Localização da estação de tratamento.



Fonte: Google (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade de produção da ETA de Coromandel é de 4,5 milhões de litros por dia. A água tratada é distribuída por 157.992 metros de rede e atende 100% da população, a área de drenagem do córrego Buriti, possui 81,35 Km²e está contemplada com o Projeto Sistema Integrada de Proteção de Mananciais (SIPAM), que é um projeto institucional da COPASA que conta com parceira de órgãos estaduais e federais para a conscientização da população para preservação ambiental no município.

4.1 Captação do Manancial no Córrego do Buriti

A captação de água para o abastecimento ocorre no manancial superficial córrego Buriti e mostrado na Figura 07. Nessa etapa água passa por uma grade que impede a entrada

de materiais grosseiros, essa água bruta é transportada para desarenador através da adutora de recalque, nesse caso, é necessária utilizar um conjunto motobomba. Assim a adução é realizada em condutos forçados por recalque. O desarenador é a etapa onde ocorre a retirada da areia por sedimentação, após essa etapa ela é bombeada para a estação de tratamento.

Figura 07-Captação do Manancial do Corrego do Buriti.



Fonte- Autora (2019).

4.2 Adutoras de Água Bruta e Água Tratada

As adutoras e sub adutoras são unidades primordiais para o funcionamento da estação de tratamento, porque é através delas que é realizado o transporte da água bruta e da água tratada. Adutoras de água bruta são as canalizações que conduzem a água para a estação de tratamento a que interligam captação até a estação de tratamento. Adutoras de água tratada são as que conduzem água da estação de tratamento aos reservatórios de distribuição. As canalizações das adutoras da COPASA são de ferro fundido. O diâmetro da adutora de água bruta é de 200 mm, e da adutora de água tratada é de 250 mm e de 300 mm.

4.3 Tratamento de água

4.3.1 Calhas Parshall

Uma das principais finalidades dessa calha é medir a vazão dos efluentes e os afluentes na estação de tratamento de água, como finalidade secundária se utiliza como misturador de produtos.

Na COPASA a calha Parshall é a primeira etapa onde a água bruta recebe seu primeiro contato com produto químico nela e adicionada dois produtos sulfato de alumínio e hidróxido de sódio para promover a coagulação, onde a água deve estar em movimentação rápida.

4.3.2 Floculação

A floculação é um processo fundamentalmente físico e consiste no transporte das espécies hidrolisado, para que haja contato com as impurezas presentes na água, formando partículas maiores denominadas flocos. É um processo rápido e depende essencialmente do pH, da temperatura, da quantidade de impureza. Nesta etapa há a necessidade de agitação relativamente lenta, para que ocorram choques entre as partículas (DI BERNARDO; COSTA, 1993 apud MACEDO, 2007). A ETA da COPASA possui 18 câmaras de floculação, utiliza-se equipamento mecânico para manter uma agitação mais lenta que a etapa anterior, onde as partículas muito pequenas são agregadas, formando flocos, para que possam decantar-se. A figura 08 mostra uma os flocladores da COPASA de Coromandel-MG.

Figura 08-Flocladores da COPASA.



Fonte- Autora (2019).

4.3.3 Decantação

Na etapa de decantação ocorre a separação das partículas sólidas da líquida. A parte sólida é depositada no fundo dos tanques e a líquida é levada para as próximas etapas. A ETA estudada possui 02 decantadores (Figura 09).

Figura 09- Decantador da COPASA.



Fonte- Autora (2019).

4.3.4 Filtração

A filtração constitui o processo que tem como função principal a remoção das partículas responsáveis pela cor e turbidez, cuja presença tem a capacidade de reduzir a eficácia da desinfecção na inativação de microrganismos patogênicos. Nas estações de tratamento comuns, cabe a filtração provavelmente a função mais relevante do processo, pois é nesta etapa que as falhas dos processos anteriores – coagulação, floculação e sedimentação – podem ser corrigidas, assegurando a qualidade da água que está sendo tratada (LIBÂNIO, 2010).

A COPASA utiliza os filtros descendentes, onde as partículas removidas ficam retidas no meio filtrante e depois elas são depositadas no fundo dos filtros. A ETA estudada possui 5 filtros, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10- Filtros da COPASA.



Fonte- Autora (2019).

4.3.5 Desinfecção

A desinfecção ocorre em unidades chamadas de tanques de contato, que muitas vezes são dotadas de chicanas para reduzir os efeitos de curto-circuito. Em estações de pequeno a médio porte, o primeiro reservatório destinado à distribuição pode ser utilizado como tanque de contato ou, para aquelas distantes do centro de distribuição, a desinfecção pode acontecer na adutora de água tratada (LIBÂNIO, 2010). Na ETA estudada utiliza-se tanque, conforme mostrado na Figura 11, nessa etapa e adicionado o cloro para eliminar microrganismos presente na água.

Figura 11-Tanque da COPASA.



Fonte-Autora (2019).

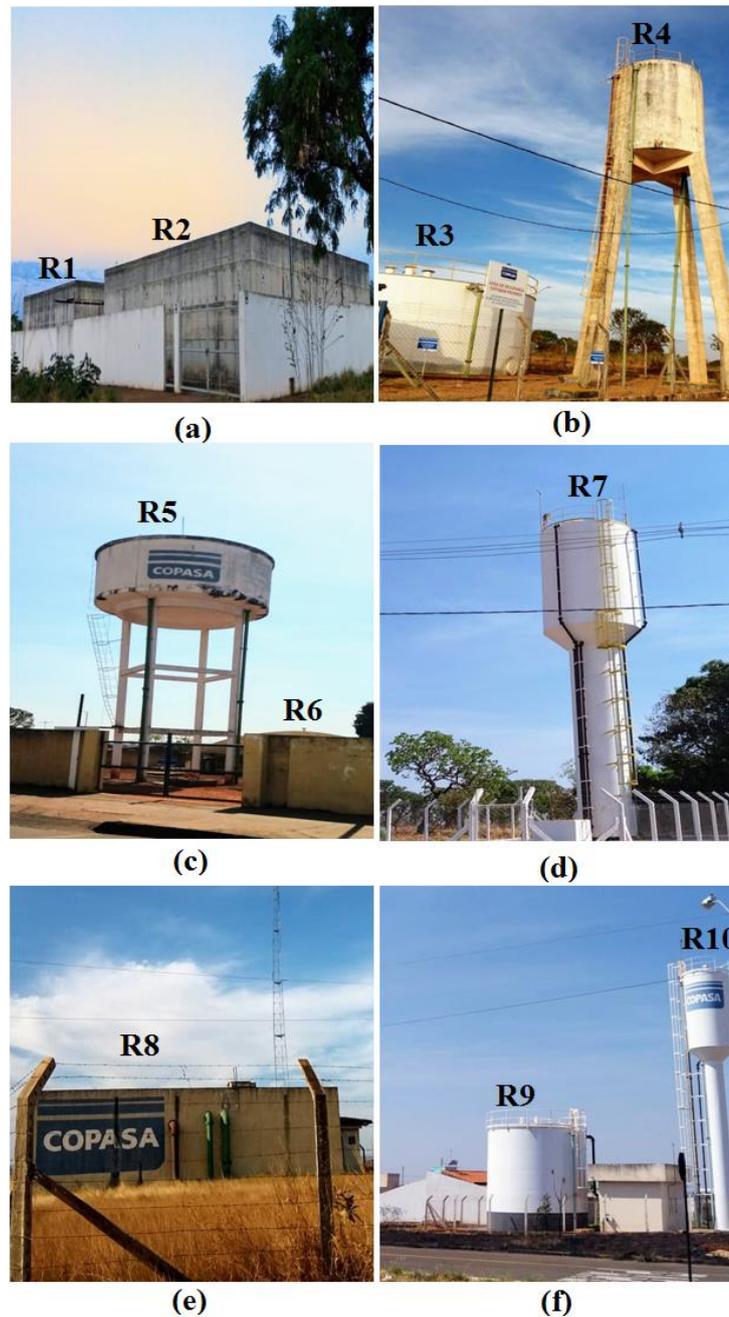
4.3.6 Fluoretação

A fluoretação é a etapa seguinte à desinfecção e representa a última etapa do tratamento de água. Para as águas que não possuem concentração de fluoreto dentro do estabelecido pela Portaria 2914 (2011), a mesma recomenda a adição de compostos de flúor, de maneira a prevenir a cárie dentária.

4.4 Reservatórios

De acordo com os dados coletados pela COPASA no município de Coromandel, existem dez reservatórios (Figura 12). Os reservatórios R1 e R2 mostrado na Figura 12a é um reservatório apoiado, possui capacidade de 130 m³ cada, e está posicionado no bairro Morada Nova. Já o R3 da Figura 12b possui capacidade de 500 m³ é um reservatório apoiado. O R4 possui capacidade 80 m³ é um reservatório elevado, ambos se situam no bairro Brasil Novo. O R5 mostrado na figura 12c é um reservatório elevado, com capacidade de 120 m³, o R6 é um reservatório apoiado, com capacidade de 500 m³, ambos se situam no bairro São Domingos. O R7 da figura 12d é um reservatório elevado com capacidade de 100 m³, situa-se no bairro Canaã. O R8 da figura 12e é um reservatório apoiado com capacidade de 1000 m³, situa-se próximo à rodovia MG188. Por fim, os reservatórios R9 e R10 da figura 12f situam-se no bairro Jardim Vitória. O reservatório R9 é do tipo apoiado, com capacidade de 200 m³ e o R10, do tipo elevado, está desativado.

Figura 12-Reservatórios.



Fonte-Autora (2019).

4.6 Análises dos parâmetros de qualidade da água tratada

Com os dados fornecidos pela COPASA foi feita uma comparação dos parâmetros de qualidade da água tratada e analisado de acordo com os limites estabelecido pela Portaria de consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017. A tabela 1 mostra a Quantidade de cloro encontrada na água tratada pela COPASA em 2018.

Tabela 1-Quantidade de cloro encontrada na água tratada pela COPASA em 2018.

PARÂMETRO: Cloro (MG/L Cl)														
Período -2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Nº de Amostras	Mínimo exigido		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
	Realizadas		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44	
	Fora dos padrões		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44	
Teor médio mensal			0,66	0,64	0,65	0,66	0,7	0,72	0,65	0,63	0,54	0,63	0,67	
Limites da Portaria nº5		0,2 a 2												

Fonte-COPASA (2019).

A Portaria nº5 determina que em toda a extensão da rede de distribuição deve se mantido uma concentração mínima de 0,2 mg/L de cloro residual livre, e recomenda que o teor máximo, em qualquer ponto da rede de abastecimento seja de 2,0mg/L. Os valores de cloro residual livre mostrado na Tabela 1 podem ser observados que estão muito distantes do valor máximo permitido, estando, desta forma, dentro do limite de potabilidade.

Na Tabela 2 são mostrados os dados fornecidos pela COPASA, referente à quantidade de coliformes totais. De acordo com a Portaria nº5 sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo. Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes, ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Pode-se observar na Tabela 2 que está dentro do limite de potabilidade, pois nas amostras não foram constatadas a presença de coliformes totais.

Tabela 2 - Quantidade de coliforme total encontrada na água tratada pela COPASA em 2018.

PARÂMETRO: Coliforme total (NMP/100ml)														
Período -2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	%
Nº de Amostras	Mínimo exigido		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
	Realizadas		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44	
	Fora dos padrões		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44	
Percentual de ausência			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Limites da Portaria nº5		Nº amostras > 40: 95%de ausência/ Nº amostras ≤ 40: presença de até 1 amostra												

Fonte-COPASA (2019).

A Tabela 3 apresenta, respectivamente, os dados fornecidos pela COPASA a respeito da cor da água tratada referentes ao ano de 2018. Comparando com os dados fornecidos pela empresa com a Portaria nº5 ao logo de quase todo ano, os valores da cor da água tratada foi de 2,5 µH, apenas no mês de novembro que foi maior 3,25 µH, como a portaria estimula 15

µH o valor máximo permitido para a cor da água tratada, a empresa está atendendo ao padrão de potabilidade em relação a este parâmetro.

Tabela 3 - Cor da água tratada coletada pela COPASA em 2018.

PARÂMETRO: Cor (µH)														
Período -2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Nº de Amostras	Mínimo exigido		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Realizadas		10	10	9	10	17	10	10	10	10	10	10	
	Fora dos padrões		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões		10	10	9	10	17	10	10	10	10	10	10	
Teor médio mensal			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,25	2,5	
Limites da Portaria nº5		15												

Fonte-COPASA (2019).

Na Tabela 4 são mostrados os dados fornecidos pela COPASA a respeito da turbidez encontrada na água tratada. Em relação á turbidez da água tratada, a Portaria nº 5 estabelece, em seu anexo 10 do anexo XX, estipula que o valor máximo permitido para a turbidez em qualquer ponto da rede de distribuição e de 5,0 µT. Nenhum caso a turbidez foi superior ao máximo permitido.

Tabela 4 – Turbidez da água tratada pela COPASA em 2018.

PARÂMETRO: Turbidez (µT)														
Período -2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Nº de Amostras	Mínimo exigido		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
	Realizadas		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44	
	Fora dos padrões		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44	
Teor médio mensal			0,49	0,57	0,6	0,57	0,5	0,52	0,52	0,5	0,67	0,73	0,68	
Limites da Portaria nº5		5,0												

Fonte-COPASA (2019).

Na Tabela 5 são mostrados os dados fornecidos pela COPASA, referente à quantidade de Echerichiocoli. A Portaria nº 5 estabelece, em seu anexo 1 do anexo XX, estipula que o valor máximo permitido para Escherichia coli é a ausência em 100% das amostras. Pode-se observar que a água está dentro do limite de potabilidade.

Tabela 5-Quantidade de Escherichia coli encontrada na água tratada pela COPASA em 2018.

PARÂMETRO: Escherichia coli (NMP/100 MI)													
Período -2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Nº de Amostras	Mínimo exigido		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	Realizadas		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44
	Fora dos padrões		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dentro dos padrões		45	45	45	46	51	45	45	44	45	44	44
Percentual de ausência			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limites da Portaria nº5		Ausência em 100% das amostras											

Fonte-COPASA (2019).

5 CONCLUSÃO

A água é muito importante para a sobrevivência de todos os seres vivos, mas a água que pode ser consumida pelos seres humanos deve atender uma série de requisitos mínimos que comprova que água está apta para o consumo e livres de agentes nocivos à saúde. Estes requisitos são chamados de padrões de potabilidade, no Brasil, são estabelecidos pela Portaria de consolidação nº5, de 2017, do ministério da saúde.

A ETA de Coromandel opera com a tecnologia de ciclo completo, em que a água bruta passa por etapas de coagulação onde é adicionado o sulfato de alumínio e o hidróxido de sódio, que são os responsáveis pela desestabilização das partículas coloidais; floculação, onde água é misturada lentamente para que os flocos se aglutinem e aumentem de tamanho; decantação, que é a separação das partículas sólidas das líquidas, onde apenas a líquida passa para a próxima etapa; filtração, que consiste em passar a água através de substâncias porosas, que tem a função de remover as partículas não removidas nos decantadores; desinfecção, em que é adicionado cloro para eliminação das bactérias patogênicas; fluoretação, que é a adição de compostos de flúor, de maneira a prevenir a cárie dentária e, por fim, a correção do pH onde é adicionado o hidróxido de cálcio na água filtrada, afim de torná-la neutra (pH =7) evitando sua corrosividade.

Inicialmente, pode-se concluir que, de forma geral, os cinco parâmetros da água tratada analisados sofreram poucas variações de mês para mês ao longo do ano de estudo. A turbidez do córrego Buriti é baixa, com poucas oscilações ao longo do ano. A cor variou apenas no mês de novembro, por causa do início do período das chuvas. No restante do ano, permaneceu o mesmo teor médio para a cor. Dos resultados encontrados nos parâmetros medidos pela COPASA para avaliação da qualidade da água, nenhum comprometeu a qualidade de água distribuída para a população, estão todos dentro dos padrões de potabilidade estabelecida pela Portaria nº5.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter saúde e me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades permitindo alcançar esta etapa tão importante da minha vida.

Agradeço ao meu orientador pela paciência e pela dedicação. Obrigada por me manter motivada durante todo o processo.

Quero agradecer, também, esta instituição de ensino que me proporcionou momentos e ensinamentos que levarei comigo para sempre. Aos meus professores e professoras, deixo também meu agradecimento por tudo que aprendi com vocês.

Família, a vocês eu deixo uma palavra gigante de agradecimento. Porque foram vocês que me incentivaram e inspiraram através de gestos e palavras a superar todas as dificuldades. Hoje sou uma pessoa realizada e feliz porque não estive só nesta longa caminhada. Vocês foram meu apoio.

A COPASA de Coromandel pela disponibilidade no fornecimento de dados, que foram muito importantes para a realização desse trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ALEN SOBRINHO, P.; CONTRERA, R.C. Aduoras. Apresentação da disciplina Saneamento II. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em:24 jul.2019.

BAZZOLI, N., 1993. **O Uso da Desinfecção no Combate à Cólera**. Apostila da Fundação Nacional de Saúde — Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas. (Mimeo.)

COMPANHIA ITUANA DE SANEAMENTO. Disponível em:< <https://cis-itu.com.br/servicos/agua/>>. Acesso em 31 de Jul.de 2019.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. Disponível em:< <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/abastecimento-de-agua/relqual>>. Acesso em 8 de Out. de 2019.

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro: Editora ABES, 1993.

FREITAS, Eduardo de. "Água potável"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>>. Acesso em 28 de mar. de 2019.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>> Acesso em: 24 jul. 2019.

HELLER, Léo (Org.); PÁDUA, Valter Lúcio. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2006. 859 p.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**, 2010.

SILVA, Kleber. "A importância do tratamento de água para as cidades". Disponível em <<https://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-do-tratamento-de-agua-para-as-cidades/96079>>. Acesso em 28 de mar. de 2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3º ed. Campinas, SP. Editora Átomo, 2010.

PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO nº 5, 03 de outubro de 2017. ANEXO XX – Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Brasil.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 2009.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1991.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.