

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA-IQB

JOCEMIRLLA MARTA CORREIA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE
DE UNIÃO DOS PALMARES**

MACEIÓ-AL, 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA-IQB

JOCEMIRLLA MARTA CORREIA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
UNIÃO DOS PALMARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Química Tecnológica e Industrial.

Orientador: Dr. José Edmundo Accioly de Souza.

MACEIÓ-AL, 2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586a Silva, Jocemirlla Marta Correia da.
Avaliação do sistema de abastecimento de água da cidade de União dos
Palmares / Jocemirlla Marta Correia da Silva. – 2022.
47 f. : il. color.

Orientador: José Edmundo Accioly de Souza.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química Tecnológica
e Industrial) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e
Biotecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 43-45.
Apêndice: f. 46-47.

1. Abastecimento de água - União dos Palmares, AL. 2. Tratamento da
água. 3. Água - Qualidade. I. Título.

CDU: 628.1.033 (813.5)

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOCEMIRLLA MARTA CORREIA DA SILVA

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE UNIÃO DOS PALMARES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Química Tecnológica e Industrial.

Aprovado em: 30/03/ 2022

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente



JOSE EDMUNDO ACCIOLY DE SOUZA

Data: 30/03/2022 20:50:08-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. José Edmundo Accioly, Universidade Federal de
Alagoas(Orientador)

Documento assinado digitalmente



ANDREA PIRES FERNANDES

Data: 31/03/2022 09:20:41-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr^a Andrea Pires Fernades, Universidade Federal de Alagoas
(Examinadora Interna)

Documento assinado digitalmente



Sonia Salgueiro Machado

Data: 02/04/2022 09:12:44-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr^a Sonia Salgueiro Machado, Universidade Federal de Alagoas
(Examinadora Interna)



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)

Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões,
Maceió-AL, 57072-970, Brasil.
www.iqb.ufal.br // Tel: (82) 3214-1384/1189



ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TCC - IQB

1. Data da apresentação do TCC: 30/03/2022
2. Aluno / matrícula: Jocemirlla Marta Correia da Silva / 14213186
3. Orientador(es) / Unidade Acadêmica: José Edmundo Accioly de Souza / Instituto de Química e Biotecnologia
4. Banca Examinadora (nome / Unidade Acadêmica): <u>José Edmundo Accioly de Souza</u> (Presidente) Nota: <u>8,5</u> <u>Sonia Salgueiro Machado</u> (1º avaliador) Nota: <u>8,5</u> <u>Andrea Pires Fernandes</u> (2º avaliador) Nota: <u>8,5</u> ____ (3º avaliador) Nota: _____
5. Título do Trabalho: Avaliação do Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de União dos Palmares
6. Local: Apresentação online
7. Apresentação: Horário início: <u>19:05</u> Horário final: <u>19:45</u> Arguição: Horário início: <u>19:45</u> Horário final: <u>20:30</u>
8. Nota final: 8,5
9. Justificativa da nota. Em caso de APROVAÇÃO COM RESTRICÇÕES, indicar as principais alterações que devem ser efetuadas no trabalho para que o mesmo venha a ser aprovado.

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 40 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca por 45 minutos, tendo como resultado:

APROVADO

APROVADO COM RESTRICÇÕES – mediante modificações no trabalho que foram sugeridas pela banca como condicional para aprovação.

NÃO APROVADO.



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)

Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões,
Maceió-AL, 57072-970, Brasil.

www.iqb.ufal.br // Tel: (82) 3214-1384/1189



Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:



Documento assinado digitalmente
JOSE EDMUNDO ACCIOLY DE SOUZA
Data: 30/03/2022 20:50:08-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Maceió, 30 de março de 2022

Presidente: _____



Documento assinado digitalmente
Sônia Salgueiro Machado
Data: 02/04/2022 09:12:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

1º Avaliador: _____



Documento assinado digitalmente
ANDREA PIRES FERNANDES
Data: 31/03/2022 09:20:41-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

2º Avaliador: _____

3º Avaliador: _____

Candidato: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu essa oportunidade, me dando força, coragem e determinação para superar as dificuldades encontradas durante a graduação.

A minha mãe Maria Jucélia, as minhas irmãs Jucemirta, Julia e Geovana, que me apoiaram com paciência.

Ao meu namorado e companheiro Alex Tavares, aos meus amigos, principalmente Tayná Lima, Carlos Eduardo e Thalles Alberto que me ajudaram e estiveram comigo nos momentos mais difíceis do curso.

Ao meu orientador, José Edmundo Accioly de Souza, que aceitou me auxiliar nesse trabalho, sendo sempre prestativo.

A empresa SAAE que me proporcionou o estágio e aos seus funcionários que me deram suporte durante esse período.

RESUMO

Este trabalho foi gerado a partir do período de estágio obrigatório, o qual teve como objetivo a avaliação do sistema de abastecimento de água da cidade de União dos Palmares. Nele, estão abordados os seguintes tópicos: A importância da água; sistema de abastecimento de água; empresa responsável; tratamento de água; controle de qualidade e normas regulamentadoras. Diante dos resultados obtidos durante a avaliação de sistema da avaliação de água da cidade em questão, foi concluído que o sistema necessita de melhorias para atender a demanda solicitada pela população, como a construção de estação de tratamento suporte, manutenções mais regulares e adequação do laboratório para a realização de todas as análises exigidas pela Legislação.

Palavras-chave: água; sistema de abastecimento; tratamento de água; qualidade; União dos Palmares.

ABSTRACT

This was work generated from the mandatory internship period, which aimed to evaluate the water supply system network in the city of União dos Palmares. The following topics are covered: The importance of water; supply system of water; company's responsibility; water treatment; quality control and regulatory standards. In light of the results obtained during the system evaluation of the assessment of the city, it was concluded that the system needs improvements to meet the demand requested by the population; such as the construction of support treatment plant, regular maintenance, and adequate laboratory facilities to carry out all the analyzes required by the Legislation.

Keywords: water; supply system; water treatment; quality; União dos Palmares.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico Acesso da população a serviços de abastecimento de água	11
Figura 2 Fachada da empresa	15
Figura 3 Fluxograma do Processo de Tratamento de Água	16
Figura 4 Estação de Captação	17
Figura 5 Sistema de Gradeamento da Estação de Captação	18
Figura 6 Bombas para a adução	18
Figura 7 Lagoa de pré-decantação	19
Figura 8 Tanques de floculação	20
Figura 9 Tanques de decantação	20
Figura 10 Filtro descendente	21
Figura 11 Filtro ascendente	22
Figura 12 Tanque de contato	23
Figura 13 Fluoretação	23
Figura 14 Reservatório 1	24
Figura 15 Reservatório 2	24
Figura 16 Comparador	26
Figura 17 Colorímetro	27
Figura 18 Equipamento de <i>jar-test</i>	29
Figura 19 Turbidímetro	31
Figura 20 Titulação	32
Figura 21 Comparador	34
Figura 22 Gráfico Médias semanais de pH	35
Figura 23 Gráfico Média semanal da cor da água bruta	36
Figura 24 Gráfico Média semanal da cor da água tratada	36
Figura 25 Gráfico Médias semanais da Vazão de Aplicação coagulante	37
Figura 26 Gráfico Média semanal de turbidez da água bruta	38
Figura 27 Gráfico Média semanal de turbidez da água tratada	38
Figura 28 Gráfico Média semanal de cloro residual livre na água tratada	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Dados de pH obtidos para a água bruta e para a água tratada	26
Tabela 2 Dados de cor obtidos para a água bruta e para a água tratada	28
Tabela 3 Dados do <i>jar-test</i>	29
Tabela 4 Dados da Vazão de aplicação de coagulante	30
Tabela 5 Dados de turbidez	31
Tabela 6 Dados de cloro residual livre	34
Tabela 7 Vazão de coagulante de acordo com o <i>jar-test</i>	37
Tabela 8 Valores gerais dos dados	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
3. EMPRESA	14
4. PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	16
4.1 ETAPAS DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	16
4.2 CAPTAÇÃO	16
4.3 ADUÇÃO	18
4.4 LAGOA DE PRÉ-DECANTAÇÃO	19
4.5 COAGULAÇÃO	19
4.6 FLOCULAÇÃO	19
4.7 DECANTAÇÃO	20
4.8 FILTRAÇÃO	21
4.9 DESINFECÇÃO	22
4.10 FLUORETAÇÃO	23
4.11 RESERVATÓRIO	24
5. CONTROLE DE QUALIDADE	25
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	25
5.1.1 pH	25
5.1.2 Cor	26
5.1.3 Jar-test (Teste de jarros)	28
5.1.4 Turbidez	30
5.1.5 Alcalinidade total	32
5.1.6 Determinação do cloro residual	33
6. RESULTADOS	35
6.1 pH	35

6.2 COR	35
6.3 <i>JAR-TEST</i>	36
6.4 TURBIDEZ	37
6.5 ALCALINIDADE TOTAL	38
6.6 CLORO RESIDUAL	39
7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES	40
7.1 LINHA DE RECALQUE	40
7.2 CAPACIDADE DA ESTAÇÃO	40
7.3 LABORATÓRIO	41
7.4 QUALIDADE DA ÁGUA	41
8. CONCLUSÃO	42
9. REFERÊNCIAS	43
10. APÊNDICE	46

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem fundamental para os seres vivos, essencial para a vida humana. Cerca de $\frac{3}{4}$ do planeta terra é formado por água, mas apenas uma pequena parte dela (1%) é de água doce. A busca do homem por água de qualidade para atender às suas necessidades diárias de higiene, saúde, lazer, alimentação e para fins econômicos é cada vez maior (CESAN, 2020).

Conforme o anexo da Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021, art. 5º, sistema de abastecimento de água para consumo humano é uma instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (BRASIL, 2021).

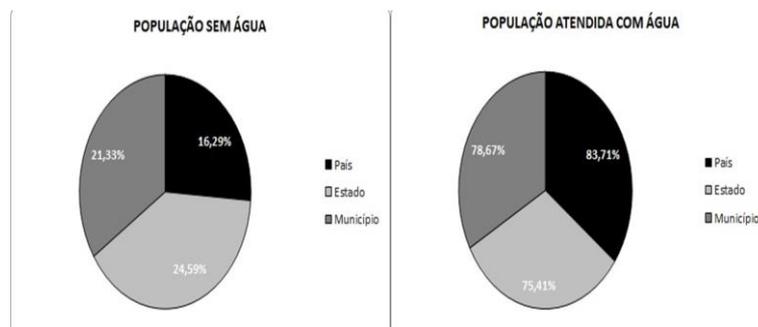
Foi nos tempos antigos, com a origem do saneamento básico, que então o homem entendeu que para conseguir água limpa para consumo, teria que separá-la da sujeira. (BARROS, 2014 *apud* FREIRE, 2017).

A necessidade de se reduzir a mortalidade e letalidade decorrentes das enfermidades relacionadas com a água, pela enorme capacidade de infecção simultânea nas coletividades, veio impulsionar o desenvolvimento e a implantação de sistemas de abastecimento de água integrados no trinômio manancial/tratamento/distribuição (FLORENÇANO; COELHO, 2014).

O abastecimento de água no Brasil teve início após meados do século XIX, em algumas cidades como Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Porto Alegre e Salvador. Em 1922, cerca de 106 cidades já possuíam o sistema. Em 1989, 83,6% dos municípios brasileiros possuíam sistema de abastecimento de água (FLORENÇANO; COELHO, 2014).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2019), apenas 81,73% do Brasil possuía acesso aos serviços de abastecimento de água no ano de 2019. Esses números refletem sobre a situação do município de União dos Palmares, onde apenas 78,67% da população palmarina possuía acesso a tais serviços durante o mesmo ano. A Figura 1 mostra o gráfico da população nacional, estadual e municipal, que possui acesso aos serviços de abastecimento de água e das que não possuem esse acesso.

Figura 1 Gráfico Acesso da população a serviços de abastecimento de água



Fonte: Autor, adaptado de IAS - Instituto Água e Saneamento, 2021

Com o aumento da população e indústrias instaladas nas cidades, o consumo da água cresceu, junto com a poluição dos rios e lagos que foram causadas pela ação humana. A água sendo um recurso finito e essencial à vida, quando exposto à poluição, pode afetar diretamente a qualidade de vida da população. Pois a contaminação da água pode ocasionar vários problemas de saúde e ambientais, sendo a água contaminada um importante veículo transmissor de doenças causadas por microrganismos patogênicos, como verminoses, hepatite infecciosa, poliomielite, diarreia, cólera, febre tifóide, leptospirose, entre outras (BRANDÃO, 2011).

Em 2011, o Ministério da Saúde por meio da Portaria nº 2.914, estabeleceu os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Nela, estão definidos conceitos importantes, como (BRASIL, 2011):

- **Água para consumo humano:** água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- **Água potável:** água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- **Água tratada:** água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;
- **Sistema de abastecimento de água para consumo humano:** instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;
- **Controle da qualidade da água para consumo humano:** conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa

coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;

O Sistema de Abastecimento de Água é composto pelas seguintes etapas: Manancial abastecedor, Captação, Adução, Tratamento físico-químico e potabilização da água, reservatório e distribuição (CESAN, 2020).

O tratamento da água pode ser descrito como uma sequência de operações e processos que tem como objetivo melhorar as características físicas, químicas e bacteriológicas da água, para que sua qualidade aumente e se torne apropriada para o consumo humano (UFRRJ, 2007). Ou seja, torná-la segura e potável para consumo, eliminando impurezas nocivas à saúde humana. Em todo caso, o processo de tratamento para abastecimento público possui finalidades básicas (PASCHOAL, 2012):

- **Higiene:** eliminar microrganismos, teores elevados de matéria orgânica e substâncias nocivas. Isso para benefício da saúde e condições de vida da população, diminuição de mortes e doenças relacionadas ao uso de águas contaminadas, aumentando o tempo de vida da população com a implantação de hábitos de higiene pessoal e de limpeza pública;
- **Estético:** remoção ou redução de cor, turbidez, odor, sabor;
- **Econômico:** remoção da dureza, corrosividade, diminuição com gastos hospitalares relacionados a doenças causadas por águas contaminadas.

O tratamento da água é realizado em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), ela é criada quando a água bruta do manancial, a ser utilizada pela população, é imprópria para consumo humano. Sendo necessário tratá-la (CESAN, 2020).

A primeira Estação de Tratamento de Água (ETA) foi construída em Londres, em 1829, a qual filtrava, através de areia, a água captada no Rio Tamisa. Posteriormente, ainda no século XIX, passou a ser adicionado cloro para a desinfecção da água e, em 1951, a utilizar o flúor, para a prevenção de cáries dentárias (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1973 *apud* FLORENÇANO; COELHO, 2014).

2. OBJETIVOS

Geral:

- Avaliar o Sistema de Abastecimento de Água da cidade de União dos Palmares.

Específicos:

- Acompanhar cada etapa do sistema de abastecimento de água da cidade;
- Realizar os procedimentos das análises físico-químicas relacionadas ao tratamento de água e atividades desenvolvidas pelo Controle de Qualidade.
- Acompanhar o processo de tratamento de água da estação de tratamento da cidade de União dos Palmares, realizado pela empresa de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE);
- Propor algumas melhorias necessárias para uma melhor eficiência do Sistema.

3. EMPRESA

Segundo Santos (2018), em seu relatório de estágio, o primeiro sistema público de estabelecimento de água do município de União dos Palmares, cidade situada na zona da mata alagoana, começou a funcionar em meados da década de 60, sendo administrado pela prefeitura Municipal. A água era captada de uma nascente, através de uma barragem localizada na serra dos Frios e era distribuída por gravidade pelo núcleo urbano.

A vazão era insuficiente para atender a população. Então, em julho de 1969, por meio da Lei 401/69, foi criado o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), na gestão do prefeito Antenor de Mendonça Uchôa. Essa lei definiu o SAAE como “entidade autárquica com personalidade jurídica própria, dispondo de autonomia econômico-financeira e administrativa”. Para executar as atribuições de “operar, manter, conservar e explorar, diretamente, os serviços de água potável e esgotos sanitários”, o § 3º da Lei 401/69 autorizou a prefeitura a contratar a administração do SAAE com a Fundação Serviço Especial de Saúde Pública. O convênio com a FSESP, atual FUNASA, perdurou até o ano de 1998. O atual sistema de tratamento começou a ser formatado em 1975. Em 1977 o sistema iniciou o seu funcionamento com a operação de dois filtros construídos (clarificadores de contato) e a utilização de produtos químicos (sulfato de alumínio, cloro gasoso e fluorita).

Com o início dos anos 90 o sistema de tratamento foi ampliado com a construção de quatro floculadores e quatro decantadores. Atualmente, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de União dos Palmares (SAAE/UPA), capta, trata e distribui água para a cidade de União dos Palmares e os Distritos de Timbó e Rocha Cavalcante, além de operar o Sistema de Coleta e Tratamento de Esgotos. O controle da qualidade da água obedece aos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria 2914, ano 2011 do Ministério da Saúde, é realizado através de exames regulares realizados no laboratório da ETA. Também é verificada a qualidade da água bruta e da água tratada. Na água bruta é realizado o *jar-test* para o controle da dosagem do coagulante (cloreto de alumínio). Os exames realizados diariamente são: Cor, pH, turbidez, cloro residual, análise da quantidade dos íons cloreto e alcalinidade. É 99% o índice de atendimento urbano de água encanada com 45.395 habitantes atendidos.

A figura 2 mostra a fachada da empresa SAAE na cidade de União dos Palmares.

Figura 2 Fachada da empresa



Fonte: SAAE, 2021

4. PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

4.1 ETAPAS DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O fluxograma da Figura 3 mostra o processo de tratamento de água, obedecendo as seguintes operações unitárias: captação, adução, lagoa de pré-decantação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, reservatório e distribuição.

Figura 3 Fluxograma do Processo de Tratamento de Água



Fonte: Autor, 2021

4.2 CAPTAÇÃO

É a primeira etapa do processo de tratamento da água. Essa etapa consiste na coleta adequada de água do manancial abastecedor. A coleta é feita através de equipamentos utilizados para tomada de água do manancial, com a finalidade de lançá-la no sistema de abastecimento (BRASIL, 2014).

Na Captação, a água coletada do manancial passa pelo processo de gradeamento, onde um sistema de grades impede a passagem de elementos sólidos maiores contidos na água, como galhos, troncos e lixo, mostrados na Figura 5. O manancial abastecedor da cidade de União dos Palmares é superficial, onde a água bruta é captada diretamente do Rio Mundaú através de uma bomba. A operação é realizada nos arredores da cidade, no Povoado Várzea Grande, mostrado na Figura 4.

Figura 4 Estação de Captação



Fonte: Autor, 2021

Figura 5 Sistema de Gradeamento da Estação de Captação

Fonte: Autor, 2021



4.3 ADUÇÃO

A etapa de Adução é realizada através de um conjunto de encanamentos, mostrados na Figura 6, destinados a realizar o transporte da água bruta, da captação até a estação de tratamento (adução de água bruta), da estação de tratamento até os reservatórios e também da distribuição (adução de água tratada) (CESAN, 2020).

Figura 6 Bombas para a adução



Fonte: Autor, 2021

4.4 LAGOA DE PRÉ-DECANTAÇÃO

A água proveniente da captação vai para a lagoa, como mostra a Figura 7, onde ocorre uma pré-decantação, fazendo com que as partículas maiores de sujeira se sedimentem. Em seguida, a água é conduzida por gravidade a um tanque de mistura, onde irá receber o coagulante (SANTOS, 2018).

Figura 7 Lagoa de pré-decantação



Fonte: Autor, 2021

4.5 COAGULAÇÃO

Etapa onde irá ocorrer a adição de um produto químico coagulante, que fará com que as impurezas contidas na água, que são pequenas e leves demais para sedimentar, se tornem mais pesadas, agregando-as, para que assim ocorra a formação de flocos. Essa etapa do processo é chamada de mistura rápida e acontece sob forte agitação. No Brasil, os coagulantes mais utilizados são o sulfato de alumínio, o cloreto de polialumínio (PAC), sulfato férrico e sulfato ferroso. Na ETA da cidade em questão, é utilizado o cloreto de polialumínio como coagulante (CESAN, 2020).

4.6 FLOCULAÇÃO

Etapa chamada de mistura lenta. Na floculação a agitação vai gradualmente diminuindo, possibilitando que as partículas se agreguem em conjuntos maiores, ganhando peso, volume e consistência. Fazendo com que se diminua a cor e a turbidez da água (UFRRJ, 2007). A ETA da cidade possui quatro tanques floculadores, como mostra a Figura 8.

Figura 8 Tanques de floculação



Fonte: Autor, 2021

4.7 DECANTAÇÃO

A água chega aos tanques decantadores após a floculação. Os flocos, por ação da gravidade, começam a se depositar no fundo do tanque, enquanto a água (sobrenadante) passa através de uma tubulação para os filtros. O material sedimentado no fundo do tanque é removido quando os tanques são lavados. A ETA da cidade possui quatro tanques decantadores, como mostra a Figura 9:

Figura 9 Tanques de decantação



Fonte: Autor, 2021

4.8 FILTRAÇÃO

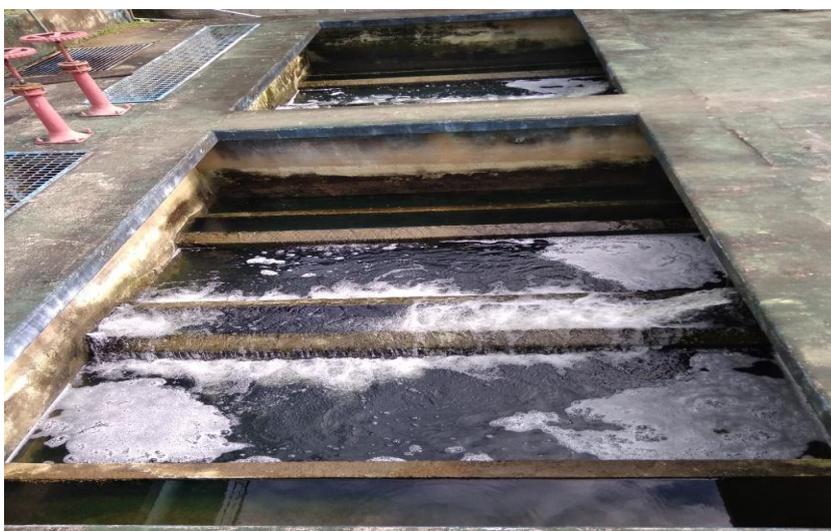
A água decantada é enviada para a filtração, onde passará por substâncias porosas com a capacidade de deter e remover algumas de suas impurezas (BRASIL, 2014), como o restante dos flocos que não foram removidos na decantação.

Essa etapa é importante não só para remover a turbidez da água, mas nela também inicia a remoção de microrganismos patogênicos. A filtração é uma barreira sanitária do tratamento, pois não se pode garantir uma adequada segurança da água com relação à presença de patogênicos, se ela não passar pelo filtro. Após a filtração a água seguirá para o tanque de contato onde ocorrerão as etapas finais do tratamento (CESAN, 2020).

A ETA da cidade de União dos Palmares possui um total de oito filtros, sendo seis filtros ascendentes e dois filtros descendentes, mostrados nas Figuras 10 e 11. O tipo de filtração utilizada pela estação é do tipo lenta. Esse tipo de filtração consiste na passagem da água a ser tratada por um meio filtrante granular, comumente areia (DA SILVEIRA; COUTINHO; ARAÚJO, 2015) onde a água passa lentamente através da camada de sujeira que é formada pela retenção das partículas (DE SOUZA *et al.*, 2017).

A ETA utiliza camadas de seixos, junto com cascalho, areia fina e carvão antracito como materiais porosos para promover a filtração.

Figura 10 Filtro descendente



Fonte: Autor, 2021

Figura 11 Filtro ascendente



Fonte: Autor, 2021

4.9 DESINFECÇÃO

A desinfecção é a etapa do tratamento necessária para eliminar organismos patogênicos que podem estar presentes na água. Este método é utilizado para melhorar a qualidade da água e a segurança sanitária (UFRRJ, 2007).

Geralmente utiliza-se o cloro como desinfetante, pois ele não é nocivo ao homem na quantidade estabelecida para a desinfecção, é econômico, eficiente, não altera a qualidade da água depois de aplicado, sua ação continua após ser aplicado e não requer operação complexa para aplicação (BRASIL, 2014).

De acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, art. 24, “Toda a água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração”. A portaria estabelece também que é obrigatória a manutenção de no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre na água tratada a ser entregue ao consumidor ou 2 mg/L de cloro residual combinado (BRASIL, 2021).

Na ETA de União dos Palmares, utiliza-se cloro gasoso como desinfetante. A desinfecção é feita após a filtração, no tanque de contato, podendo este ser visto na Figura 12.

Figura 12 Tanque de contato



Fonte: Autor, 2021

4.10 FLUORETAÇÃO

Segundo a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, a fluoretação é efetuada de acordo com o anexo XXI da Portaria de Consolidação nº 5/2017, não podendo ultrapassar o valor máximo permitido de 1,5 mg/L. Essa etapa consiste na aplicação de um composto de flúor, mostrado na Figura 13, para redução e prevenção da incidência de cárie dentária na população. O composto utilizado pela ETA da cidade é o ácido fluossilícico, a solução é adicionada no tanque de contato, após a desinfecção (BRASIL, 2021).

Figura 13 Fluoretação



Fonte: Autor, 2021

4.11 RESERVATÓRIO

Terminado o processo de tratamento, a água segue para os reservatórios, por adução, para depois ocorrer a distribuição para a população. A ETA de União dos Palmares possui dois reservatórios, vistos nas Figuras 14 e 15, com capacidade de mil metros cúbicos cada.

Figura 14 Reservatório 1



Fonte: Autor, 2021

Figura 15 Reservatório 2



Fonte: Autor, 2021

5. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade tem como finalidade a verificação da potabilidade da água a ser distribuída para o consumo da população, realizado através de análises físico-químicas e microbiológicas, obedecendo aos padrões estabelecidos na portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde (vigente no período em que as análises foram realizadas) que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

5.1.1 pH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução e corresponde ao logaritmo inverso da concentração de íons H^+ . É um parâmetro muito importante nos processos de coagulação, análises de águas potáveis e residuais, desinfecção e controle de corrosão. O pH pode ser determinado por diferentes métodos, o método utilizado para determinação da água bruta e água tratada foi o método colorimétrico (por comparação), (BRASIL, 2014).

Objetivo: Determinar o pH por método colorimétrico.

Materiais e reagentes:

- Béquer de 100 mL
- Pipeta de 10 mL
- Pipeta de 1 mL
- Pipetador de 10 mL
- Hellige comparator (Comparador)
- Hellige color disc (Disco de cor)
- Azul de bromotimol 1%
- Água bruta
- Água tratada

Procedimento experimental: Foi adicionado 100 mL de água tratada em um béquer, e foi pipetado 10 mL da amostra de água do béquer e transferido para um tubo de ensaio. Em

seguida foi adicionado 1 mL do indicador azul de bromotimol 1% no tubo. Foi feita a homogeneização da mistura e transferido o tubo para o comparador, visto na Figura 16. Então o disco foi girado até a correspondência das cores e foi anotado o resultado. Repetiu-se o mesmo procedimento para a análise de pH da água bruta e os resultados foram anotados e agrupados na Tabela 1.

Figura 16 Comparador



Fonte: Autor, 2021

Tabela 1 Dados de pH obtidos para a água bruta e para a água tratada.

Semanas	pH Água bruta	pH Água tratada
26-30/jul	7,1	6,45
2-6/ago	7	6,16
9-13/ago	6,84	6,32
16-20/ago	7,12	6,4
23-27/ago	7,08	6,44
30-31/ago	7,1	6,5

Fonte: Autor, 2021

5.1.2 Cor

A cor da água pode ser resultado da presença de resíduos orgânicos ou inorgânicos, matérias húmicas, taninos, água, protozoários etc. Também pode ser causada por dissoluções do material das tubulações de ferro usadas para a condução da água. Sua determinação na água potável é de ordem estética. Para essa análise foi utilizado um aparelho colorímetro, onde é colocada a amostra da água que deseja analisar em uma cubeta de vidro e transfere-se para o equipamento (BRASIL, 2014).

Objetivo: Determinar a cor da água bruta e da água tratada.

Materiais e reagentes:

- Béquer de 100 mL
- Pipeta de 10 mL
- Pipetador de 10 mL
- Colorímetro
- Cubeta de vidro
- Papel absorvente
- Água bruta
- Água tratada
- Água destilada

Procedimento experimental: Foi iniciado o procedimento ligando o aparelho colorímetro, em seguida foi lavada a cubeta com água destilada para evitar contaminação da amostra. Então foi adicionado 50 mL de água tratada em um béquer e logo após foi pipetado 10 mL da amostra e transferida para a cubeta. Foi retirado o excesso de água da parte externa da cubeta com o papel absorvente e foi colocada no colorímetro, mostrado na Figura 17, para a leitura. O mesmo procedimento foi repetido para a leitura da cor da água bruta, e os resultados foram anotados e agrupados na Tabela 2.

Figura 17 Colorímetro



Fonte: Autor, 2021

Tabela 2 Dados de cor obtidos para a água bruta e para a água tratada.

Semanas	Cor Água bruta (uC)	Cor Água tratada (uC)
27-30/jul	177,6	15,033
2-6/ago	332,26	17,56
9-13/ago	219,02	16,82
16-20/ago	159,08	16,58
23-27/ago	168,92	16,36
30-31/ago	123,75	12,75

Fonte: Autor, 2021

5.1.3 Jar-test (Teste de jarros)

Para realizar o controle da dosagem adequada do coagulante é feito um ensaio laboratorial chamado testes de jarros. Esse ensaio é uma execução experimental do processo de clarificação da água, podendo quantificar a dosagem de coagulante que será usada no processo principal de clarificação. Nesse processo avalia-se o pH, a cor, e a turbidez da água clarificada que variam de acordo com a quantidade de coagulante utilizado, sendo escolhida a opção que atinja os valores desejados de cada item, avaliando qual é mais vantajoso de acordo com sua eficácia e viabilidade (BRASIL, 2014).

Objetivo: Verificar qual a concentração de coagulante (cloreto de polialumínio) que obteve resultados mediante a um mesmo regime de gradiente de velocidade.

Materiais e reagentes:

- Equipamento de *jar-test*
- Turbidímetro
- Colorímetro
- Hellige comparator (comparador)
- Hellige Collor disc (disco de cor)
- Cubeta de vidro
- Pipeta de 20 mL
- Pipetador
- Seis tubos de ensaio
- Água bruta
- Indicador azul de bromotimol 1%
- Cloreto de polialumínio 1%

- Dois baldes

Procedimento experimental: Utilizando dois baldes foi coletada a água da lagoa de pré-decantação, que vem diretamente do rio. Em seguida foi transferida 2L de água para cada jarro, totalizando 7 jarros numerados. Foi preparada uma solução de cloreto de polialumínio a 1% e foi pipetada a quantidade desejada para cada jarro (nesse caso valores de 8 a 13 mL respectivamente), e adicionado a cada jarro. Ligou-se o equipamento, mostrado na Figura 18, a 100 rpm e aguardou 15 minutos para finalizar o processo. Em seguida foi esperado 30 minutos até que os flocos sedimentassem, analisando a velocidade de sedimentação de cada jarro. Finalizada essa etapa foi feita a coleta em cada jarro e foram analisados os parâmetros de cor, turbidez e pH, os quais foram agrupados na Tabela 3. Após analisados os parâmetros em questão, foi escolhida a dosagem que apresentou melhor desempenho no teste de jarros e baseado nisso foi escolhida a vazão de aplicação de coagulante adequada para a ETA. As vazões escolhidas durante o período de estágio estão agrupadas na Tabela 4.

Figura 18 Equipamento de *jar-test*



Fonte: Autor, 2021

Tabela 3 Dados do *jar-test*

Jarros	1	2	3	4	5	6
Volume no tubo de ensaio	8 mL	9 MI	10 MI	11 mL	12 mL	13 MI

Concentração de Coagulante	40 mg/L	45 mg/L	50 mg/L	55 mg/L	60 mg/L	65 mg/L
Turbidez	7.33 NTU	4.85 NTU	3.65 NTU	1.23 NTU	1.37 NTU	0.89 NTU
Cor	65.8 uC	49.9 uC	35.2 uC	24.5 uC	26.6 uC	22.3 Uc
Ph	6.8	7.0	6.8	6.6	6.6	6.6

Fonte: Autor, 2021

Tabela 4 Dados da Vazão de aplicação de coagulante

Semanas	Vazão de aplicação de coagulante (mL/L)
12-16/jul	5,6
20-23/jul	6,16
26-30/jul	6
2-6/ago	6,2
9-13/ago	5,9
16-20/ago	5,5
23-27/ago	5,5
30-31/ago	6

Fonte: Autor, 2021

5.1.4 Turbidez

A turbidez da água é ocasionada pela presença de partículas sólidas suspensas, como matéria orgânica, microrganismos e argilas que diminuem a sua transparência e reduzem a transmissão de luz no meio. Ela pode causar redução da eficiência da cloração, pois acaba protegendo os microrganismos do contato direto com o desinfetante (BRASIL, 2014). A turbidez total da água pode ser mencionada através de um teste quantitativo feita com um aparelho chamado turbidímetro, mostrado na Figura 19.

Objetivo: Analisar a quantidade de partículas sólidas em suspensão na água.

Materiais e reagentes:

- Béquer de 100 mL
- Pipeta de 10 mL
- Pipetador de 10 mL

- Turbidímetro
- Cubeta de vidro
- Papel absorvente
- Água bruta
- Água tratada
- Água destilada

Procedimento experimental: Procedimento semelhante ao do colorímetro. Os valores obtidos nas leituras de turbidez realizadas durante o estágio foram agrupados na Tabela 5.

Figura 19 Turbidímetro



Fonte: Autor, 2021

Tabela 5 Dados de turbidez

Semanas	Turbidez Água bruta (NTU)	Turbidez Água tratada (NTU)
12-16/jul	30,74	0,49
20-23/jul	38,2	0,873
26-30/jul	49,7	0,658
2-6/ago	91,8	0,358
9-13/ago	55,22	0,286
16-20/ago	36,62	0,65
23-27/ago	40,58	0,53
30-31/ago	26,25	0,205

Fonte: Autor, 2021

5.1.5 Alcalinidade total

Mede a capacidade da água em neutralizar ácidos; é de fundamental importância para o processo de tratamento, é em função do seu teor que é estabelecida a dosagem de produtos químicos a serem utilizados. É causada por sais salinos como sódio e cálcio (BRASIL, 2014). A análise da alcalinidade é determinada utilizando o método titulométrico, podendo ser visto na Figura 20, tendo como titulando ácido sulfúrico 0,02 N e o titulado a água a ser analisada, junto com o indicador metilorange 1%.

Objetivo: Determinar a alcalinidade da água bruta e da água tratada.

Materiais e reagentes:

- Frasco erlenmeyer de 250 mL
- Bureta de 50 mL
- Indicador metilorange 1%
- Solução de ácido sulfúrico 0,02 N

Procedimento experimental: Foi coletada 100 mL de amostra da água tratada e foi colocada em um erlenmeyer de 250 mL. Em seguida foram adicionadas 5 gotas do indicador metilorange 1%. Foi completada a bureta com ácido sulfúrico 0,02 N e teve início a titulação, foi anotada a quantidade de titulante utilizado até a mudança de coloração da amostra. Foi repetido o mesmo procedimento para a água bruta.

Figura 20 Titulação



Fonte: Autor, 2021

5.1.6 Determinação do cloro residual

O cloro é comumente utilizado para a desinfecção da água, na forma de cloro molecular (Cl_2), líquido ou gasoso. O cloro residual livre é a quantidade de cloro encontrada na água em suas formas de cloro elementar (Cl_2), ácido hipocloroso HOCl , e o íon hipoclorito (OCl^-). A determinação da concentração de cloro residual livre pode ser feita através da visualização colorimétrica, utilizando um disco comparador ou por espectrofotometria. Sendo o primeiro método utilizado para o procedimento em questão (BRASIL, 2014).

Objetivo: Determinar o cloro residual por método colorimétrico.

Materiais e reagentes:

- Béquer de 100 mL
- Pipeta de 10 mL
- Pipetador de 10 mL
- Hellige comparator (Comparador)
- Hellige color disc (Disco de cor)
- Orto-tolidina 1%
- Água tratada

Procedimento experimental: Foi adicionado 100 mL de água tratada em um béquer, e foi pipetado 5 mL da amostra de água do béquer e transferido para um tubo de ensaio. Em seguida foi adicionado 5 gotas de orto-tolidina 1% no tubo. Foi feita a homogeneização da mistura e transferido o tubo para o comparador mostrado na Figura 21. Então o disco foi girado até a correspondência das cores e foi anotado o resultado. Os resultados obtidos durante o estágio foram agrupados na Tabela 6.

Figura 21 Comparador

Fonte: Autor, 2021

Tabela 6 Dados de cloro residual livre

Semanas	Análise (ppm)
12-16/jul	1,9
19-23/jul	1,66
26-30/jul	1,7
02-06/ago	2
09-13/ago	1,9
16-20/ago	2
23-27/ago	2
30-31/ago	2

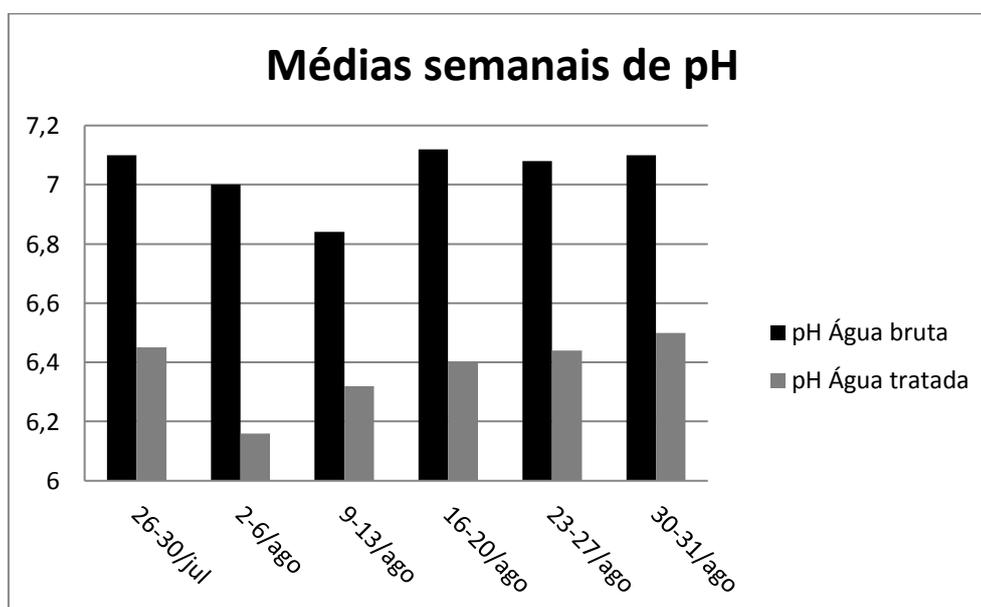
Fonte: Autor, 2021

6. RESULTADOS

6.1 pH

Os valores obtidos foram satisfatórios. Não sendo necessário fazer correção de pH na água, pois os valores obtidos estão de acordo com a portaria vigente, onde é recomendado que os valores de pH para água tratada estejam entre 6 e 9. Devido a falta de reagentes, não foi possível realizar as análises de pH nas duas primeiras semanas de estágio. A Figura 21 Mostra o gráfico com as médias semanais dos valores de pH da água bruta e da água tratada, obtidas durante o período de estágio.

Figura 22 Gráfico Médias semanais de pH

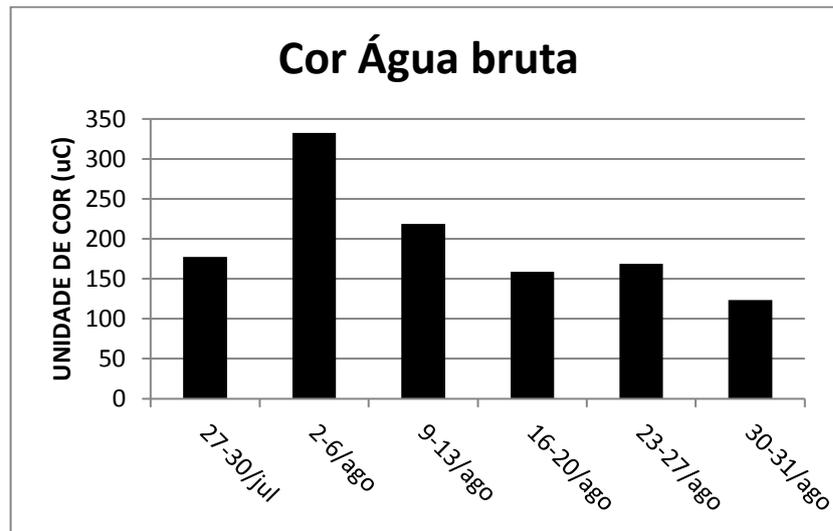


Fonte: Autor, 2021

6.2 COR

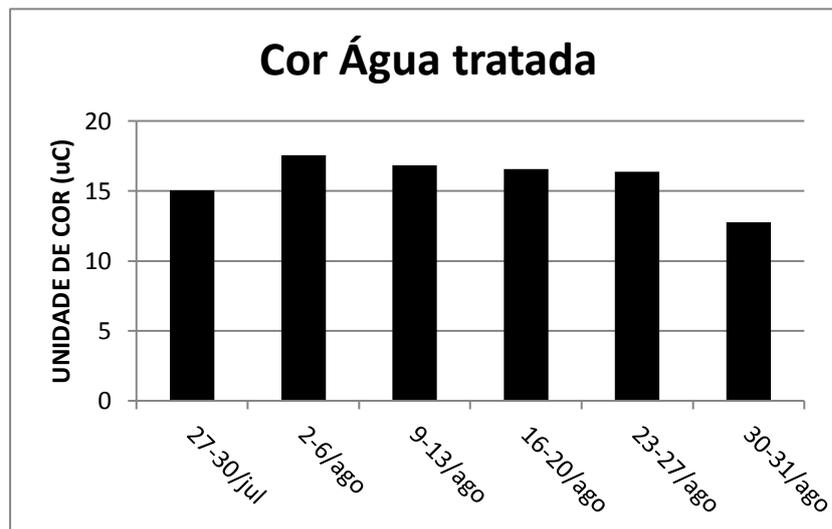
Algumas amostras tiveram resultados acima de 15 pt-co, que é o valor recomendado para a água tratada. Essas variações podem ser explicadas devido à estação chuvosa, período em que o estágio foi realizado. Não foi possível realizar leituras de cor durante as duas primeiras semanas de estágio devido ao aparelho colorímetro estar quebrado. A Figura 22 Mostra o gráfico com as médias semanais de leituras de cor da água bruta, obtidas durante o período de estágio, enquanto a Figura 23 mostra o gráfico com as médias semanais de leituras de cor da água tratada.

Figura 23 Gráfico Média semanal da cor da água bruta



Fonte: Autor, 2021

Figura 24 Gráfico Média semanal da cor da água tratada



Fonte: Autor, 2021

6.3 JAR-TEST

De acordo com os parâmetros de cor, turbidez e pH analisados de cada jarro, foi notado que os valores do jarro 6 foi a opção que apresentou o melhor desempenho. Sendo assim, a quantidade estipulada de coagulante que deve ser utilizada é a do jarro 6, que de acordo com a Tabela 7, corresponde a vazão de 546 mililitros por minuto. No gráfico da Figura 24 estão as médias semanais das vazões de coagulante que foram utilizadas durante o período de estágio, levando em consideração os resultados obtidos no *jar-test*.

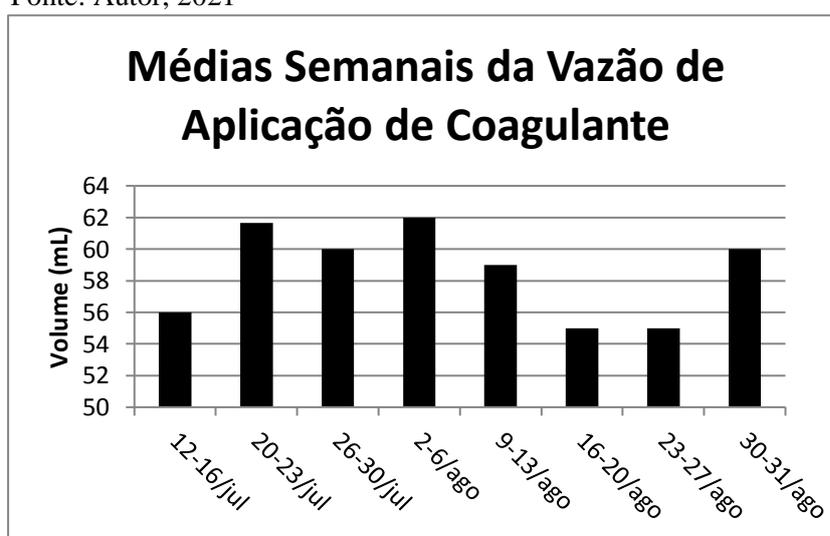
Tabela 7 Vazão de coagulante de acordo com o jar-test

<i>Jar-test</i> (mL/L)	Vazão (mL/min)
4	336
4,5	378
5	420
5,5	462
6	504
6,5	546

Fonte: Autor, 2021

Figura 25 Gráfico Médias semanais da Vazão de Aplicação coagulante

Fonte: Autor, 2021



6.4 TURBIDEZ

De acordo com a portaria, as análises de turbidez devem obter valores de até 1,0 NTU (ou 1,0 uT) para a água tratada por meio de filtração lenta. Algumas amostras tiveram resultados acima do estabelecido na portaria, devido ao tempo chuvoso, período em que foram feitas as análises. (os valores diários de turbidez podem ser vistos na Tabela 8 no apêndice). Na Figura 25 têm-se as médias semanais das leituras de turbidez da água bruta. Já no gráfico da Figura 26 têm-se as médias semanais das leituras de turbidez para a água tratada, realizadas durante o período de estágio.

Figura 26 Gráfico Média semanal de turbidez da água bruta

Fonte: Autor, 2021

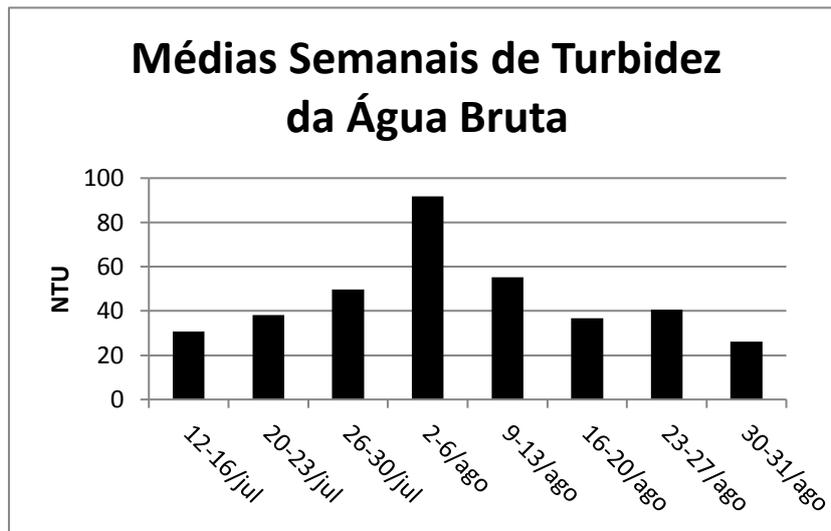
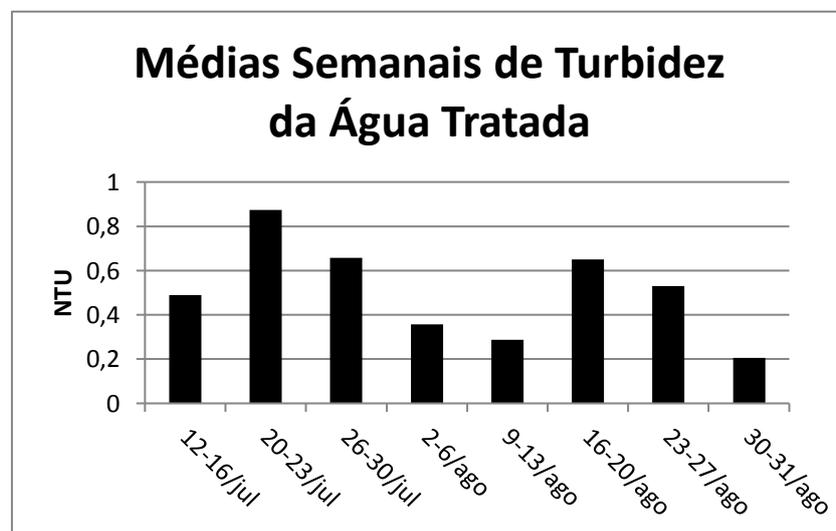


Figura 27 Gráfico Média semanal de turbidez da água tratada



Fonte: Autor, 2021

6.5 ALCALINIDADE TOTAL

Foi feito o seguinte cálculo;

$\text{mg de CaCO}_3 = \text{mL de H}_2\text{SO}_4 \times 1000 / 100 \text{ mL}$

100 mL de amostra a ser titulada

4,2 mL de H₂SO₄ gasto para água bruta

3,8 mL de H₂SO₄ gasto para água tratada

Alcalinidade da água bruta: 42

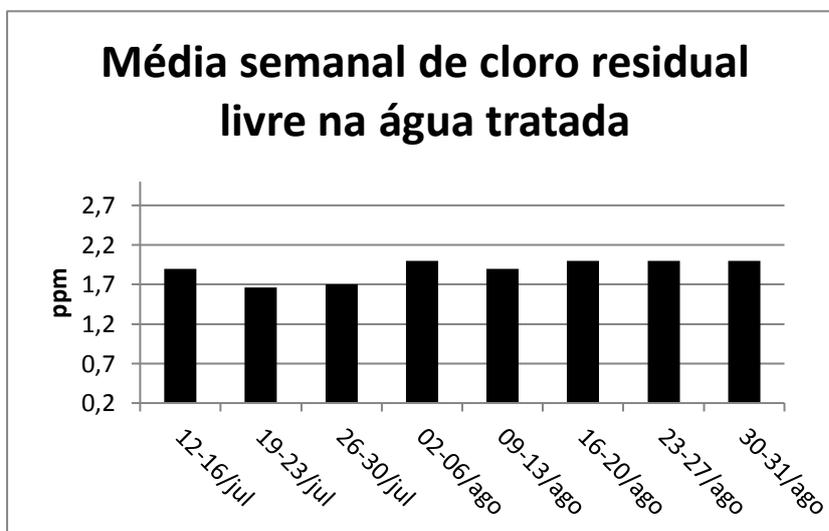
Alcalinidade da água tratada: 38

A água da estação de tratamento tem uma alcalinidade considerada estável, não precisa provocar uma alcalinidade artificial com a aplicação de substâncias alcalinas e nem acidificar a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o coagulante.

6.6 CLORO RESIDUAL

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois de acordo com a portaria do Ministério da Saúde, a quantidade mínima permitida de cloro residual livre é de 0,2 mg/L (ou 0,2 ppm). As médias semanais das análises de cloro residual na água tratada, realizadas durante o estágio, são mostradas no gráfico da Figura 27.

Figura 28 Gráfico Média semanal de cloro residual livre na água tratada



Fonte: Autor, 2021

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

A ETA da cidade de União dos Palmares atualmente não atende todas as demandas dos munícipes, pois por conta do seu grande crescimento populacional, a estrutura se tornou ultrapassada. Atualmente a ETA está operando em sua capacidade máxima, assim ocasionando problemas no sistema de abastecimento de água, como sobrecarga dos equipamentos e desgaste de tecnologias que já são antigas. A falta de abastecimento regular tem sido um problema a um longo tempo, no ano de 2021 houve uma grande falta de água em boa parte da cidade de União dos Palmares, devido a um problema no flange e faltas constantes de energia, no qual alguns bairros ficaram quase uma semana sem o abastecimento, onde tudo se agrava por ser um período pandêmico.

7.1 LINHA DE RECALQUE

Como a linha de recalque da ETA é antiga, uma manutenção mais rígida é necessária para prevenir as constantes faltas de água, assim como melhorias no sistema de adução e no sistema elétrico.

7.2 CAPACIDADE DA ESTAÇÃO

A ETA foi planejada há mais de 30 anos para atender uma população bem inferior, e como não houve modernização da própria, a população vem sendo diretamente afetada.

Para aumentar a capacidade da quantidade de água tratada pela ETA, é viável a construção de uma ETA suporte, com mais 4 floculadores e decantadores, mais 8 filtros, uma outra lagoa de pré-decantação e mais um tanque de contato. A ETA suporte poderia ser construída no terreno vizinho a estação de tratamento atual já que o mesmo encontra-se vazio e poderia ser comprado pela empresa.

Para aumentar a quantidade de água captada do manancial, é necessário que as duas bombas que a captação possui estejam funcionando (pois no momento em que a estação de captação foi visitada apenas uma funcionava). a capacidade de cada bomba é de 150 litros, porém o sistema de adução que transporta a água até a ETA teria que ser trocado, pois este só suporta a capacidade de uma das bombas funcionando.

7.3 LABORATÓRIO

O laboratório da ETA possui apenas suporte para as análises físico-químicas. Ainda assim alguns equipamentos encontram-se defeituosos e outros estão ultrapassados, também ocorre falta de reagentes, em alguns momentos. Já para as microbiológicas, o laboratório possui espaço físico para esse tipo de análise, porém devido à falta de equipamentos e reagentes adequados, elas são terceirizadas.

Seria ideal a adequação do laboratório para todos os tipos de análises requisitadas pelas normas vigentes, já que o laboratório da própria ETA não realiza as análises microbiológicas e essas são terceirizadas, também é necessária a melhoria dos equipamentos para análises físico-químicas, como consertar o fluorímetro que se encontra quebrado, fazer uma melhor manutenção dos equipamentos e reagentes necessários para a realização das análises. a contratação de mais um profissional da química faz-se necessária, pois de acordo com a portaria nº 2.472/2021 (que altera o anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017), as análises de cor, turbidez e cloro residual devem ser feitas a cada duas horas, porém as análises são feitas apenas em horário comercial, o que não é correto.

7.4 QUALIDADE DA ÁGUA

Mesmo com os problemas citados, a água de União dos Palmares possui uma qualidade dentro dos parâmetros, apesar de ocorrer algumas variações nos tempos chuvosos, o tratamento é eficiente.

8. CONCLUSÃO

Logo, o que se pode concluir deste trabalho, é que o sistema de abastecimento de água da cidade de União dos Palmares não está conseguindo dar o suporte necessário para a população, por conta de fatores como a sua estrutura e equipamentos antigos, tendo como consequência as constantes faltas de água que prejudicam o abastecimento da cidade. Com o grande crescimento populacional, a estação fundada há mais de 30 anos, necessita de melhorias para atender a quantidade atual de munícipes, sendo uma opção viável a construção de uma ETA suporte para conseguir acompanhar a demanda solicitada pela população, já que a mesma está trabalhando em sua capacidade máxima, também realizar manutenção com mais regularidade, além de adequar o laboratório da estação para que todas as análises necessárias sejam realizadas no local.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Valéria Aparecida da Costa. **O ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SEUS REFLEXOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO**. In: BRANDÃO, Valéria Aparecida da Costa. A importância do Tratamento Adequado da Água para Eliminação dos Microorganismos. 2011. Monografia (Licenciatura em Biologia) - Universidade Estadual de Goiás, [S. l.], 2011. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/A-import%C3%A2ncia-do-tratamento-adequado-da-%C3%A1gua-para-elimina%C3%A7%C3%A3o-de-microorganismos.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle e qualidade de água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial; Brasília, DF, 14 dez. 2011, Seção 1, nº 239, p. 39.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor 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, 07 de maio 2021. Seção 1, ed. 85, p. 127

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de Setembro de 2017. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 03 out. 2017. Seção 1, p. 360.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS nº 2.472, de 28 de setembro de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor 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, 30 set. 2021. Seção 1, ed. 186, p. 164.

CESAN. **APOSTILA DE TRATAMENTO DE ÁGUA**. In: APOSTILA DE TRATAMENTO DE ÁGUA. [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2020/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf. Acesso em: 18 mar. 2022.

DA SILVEIRA, Leonardo Ramos; COUTINHO, Maycol Moreira; ARAÚJO, Rodrigo Nobre. UTILIZAÇÃO DA FILTRAÇÃO LENTA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA COM VARIAÇÕES DA TURBIDEZ. **REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO DA FACULDADE ARAGUAIA**, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 37-50, 22 dez. 2015. Disponível em: http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/369/pdf_35. Acesso em: 18 mar. 2022.

DE SOUZA, Fernando Hymnô; TOSCANO, Bruna; CARNEIRO, Carolina Gemelli; SENS, Maurício Luiz. Diagnóstico e discussão sobre uso da Filtração Lenta para abastecimento

público em Santa Catarina, Brasil: A diagnosis and discussion about the use of Slow Sand Filtration for public drinking water supply in Santa Catarina, Brazil. **Revista DAE**, [S. l.], v. 66, n. 209, p. 37-50, 16 fev. 2017. DOI 10.4322. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_209_n_1698.pdf. Acesso em: 18 mar. 2022.

DETERMINAÇÃO DA COR - MÉTODO COMPARATIVO. [S. l.], 2008. Disponível em: <https://ctec.ufal.br/professor/elca/Cor.QA2.2008.2.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2022.

FLORENÇANO, José Carlos Simões; COELHO, Francisco de Assis. O ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SEUS REFLEXOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO. **Revista Construindo**, [S. l.], v. 6, ed. 1, p. 42-50, 10 nov. 2014. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/2575>. Acesso em: 18 mar. 2022.

FREIRE, Leonardo Vieira Melo. **Tratamento de água para comunidades rurais usando Moringa Oleifera como coagulante natural**. 2017.

LOPES, Gustavo. **Moradores de bairros de União dos Palmares ainda sofrem com falta de água**. [S. l.], 7 maio 2021. Disponível em: <https://www.br104.com.br/uniao-dos-palmares/moradores-de-bairros-de-uniao-dos-palmares-ainda-sofrem-com-falta-dagua/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

NASCIMENTO, Izael. **Falta de água em União dos Palmares aumenta desafios na pandemia**. [S. l.], 4 maio 2021. Disponível em: <https://www.br104.com.br/uniao-dos-palmares/falta-dagua-em-uniao-dos-palmares-aumenta-desafios-na-pandemia/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

O SANEAMENTO EM UNIÃO DOS PALMARES. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/al/uniao-dos-palmares>. Acesso em: 18 mar. 2022.

PASCHOAL, Renan da Silva. **USOS DA ÁGUA E NECESSIDADES DE TRATAMENTO PARA CONSUMO HUMANO**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/10/TCC-Renan-da-Silva-Paschoal.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

SANTOS, E. G. **Relatório de Estágio**. União dos Palmares, 2018.

SNIS -Coleta de dados. [S. l.], 16 dez. 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/menu-coleta-dados>. Acesso em: 17 mar. 2022.

TURBIDÍMETRO -Qual a Função, Procedimentos e Boas Práticas. [S. l.], 6 out. 2018. Disponível em: <https://www.splabor.com.br/blog/turbidimetro/aprendendo-mais-turbidez-definicao-metodos-e-boas-praticas-de-laboratorio/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

UFRRJ. **Saneamento Básico**. [S. l.: s. n.], Agosto 2007. Disponível em:
<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

10. APÊNDICE

Tabela 8: Valores gerais dos dados

Data	pH		Cloro ppm	Turbidez		Vazão de Coagulante Volume (mL/L)
	pH Água bruta	pH Água tratada		Água bruta	Água tratada	
12-jul.	-	-	2	37,9	1,08	6
13	-	-	2	34,8	0,46	6
14	-	-	2	28,4	0,36	6
15	-	-	2	25,6	0,29	5
16	-	-	1,5	27	0,26	5
19	-	-	-	37,3	1,57	-
20	-	-	1	35,5	0,86	6,5
21	-	-	2	41,8	0,19	6
22	-	-	-	50,9	0,98	-
23	-	-	2	67,8	0,26	6
26	7,2	6,4	1,5	46,9	0,09	5,5
27	-	-	2	49,6	0,21	6
28	7,2	6,4	1,5	33,3	1,75	6,5
29	6,8	6,6	2	129	0,57	6
30	7,2	6,4	1,5	73,7	0,34	6
2-ago.	7,2	6,2	2	90	0,74	6,5
3	6,8	6,2	2	83,4	0,14	6,5
4	7,2	6	2	82,9	0	5
5	6,8	6,2	2	37,6	0,61	6,5
6	7	6,2	2	107	0,33	6,5
9	6,8	6,4	1,5	50,6	0,16	6
10	6,8	6,4	2	41,7	0,07	6
11	6,2	6	2	39,2	0,26	6,5
12	7,2	6,6	2	30,5	0,23	5,5
13	7,2	6,2	2	29,7	1,21	5,5
16	7	6,2	2	33,4	0,29	6
17	7,2	6,2	2	33	0,84	5,5
18	7,2	6,8	2	56,5	0,68	5,5
19	7,2	6,6	2	46,5	0,29	5,5
20	7	6,2	2	38,7	0,8	5
23	7	6,4	2	53	0,57	5,5
24	7	6,4	2	34,4	0,89	5,5
25	7	6,4	2	30,3	0,1	5,5
26	7	6,4	2	25,3	0,21	5
27	7,4	6,6	2	27,2	0,2	6

30	7	6,6	2	25,3	0,21	6
31	7,2	6,4	2	27,2	0,2	6

Fonte: Autor, 2021