



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QMC5515 – Estágio Supervisionado

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NA
CASAN - COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUA E ABASTECIMENTO
ETA LAGOA DO PERI
FLORIANÓPOLIS / SANTA CATARINA**

DARIO PAES DE BRITO JÚNIOR

Supervisor: Engenheiro Felipe Gustavo Trennepohl

Florianópolis

Março/2018

Dario Paes de Brito Júnior

OPERAÇÃO E CONTROLE DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Projeto de Estágio Supervisionado - QMC 5515 apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina desenvolvido na CASAN - Companhia Catarinense de Água e Saneamento, ETA Lagoa do Peri, supervisionado pelo Engenheiro Felipe Gustavo Trennepohl.

Florianópolis
Março/2018

Dario Paes de Brito Júnior

OPERAÇÃO E CONTROLE DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Relatório de Estágio Supervisionado desenvolvido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Química Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.



Documento assinado digitalmente

Dario Paes de Brito Junior

Data: 12/09/2021 22:31:55-0300

CPF: 247.656.158-47

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dario Paes de Brito Júnior



Documento assinado digitalmente

Luciano Vitali

Data: 13/09/2021 09:17:43-0300

CPF: 995.529.060-91

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Luciano Vitali
Orientador

Florianópolis, 2018.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 A EMPRESA	10
2.1 ETA Lagoa do Peri	10
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1 Características Físicas da água	12
3.1.1 <i>Turbidez</i>	12
3.1.2 <i>Cor Aparente e Cor Verdadeira</i>	13
3.2 Características Químicas das Águas	14
3.2.1 pH	14
3.3 Tecnologias de Tratamento	15
3.4 Coagulação e floculação	15
3.5 Desinfecção	17
3.6 Fluoretação	19
4 OBJETIVOS	20
4.1 Objetivo Geral	20
4.2 Objetivos específicos	20
5 METODOLOGIA	21
5.1 Análises físicas químicas de acompanhamento de processo	21
5.1.1 <i>Método de determinação de cor</i>	21
5.1.2 <i>Método de determinação de turbidez</i>	23
5.1.3 <i>Método de determinação de Fluoreto</i>	24
5.1.4 <i>Método de determinação de cloro residual</i>	26
5.1.5 <i>Método de determinação de pH</i>	27
5.1.6 <i>Teste de Jarros ou Ensaio de coagulação</i>	29

5.1.7 Separação e Tratamento de resíduos de laboratório	30
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1 Coagulação	31
6.2 Análises de controle de qualidade	32
6.2.1 Cloro residual livre - Método DPD	32
6.2.2 Fluoreto - Método SPADNS	34
6.2.3 Determinação de cor e turbidez	36
6.2.4 Dos resultados das análises	37
7 CONCLUSÃO	38
8 CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL	39
REFERÊNCIAS	40
ANEXOS	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores das análises de cloro residual livre	34
Tabela 2 - Valores das análises de fluoreto	36
Tabela 3 - Valores das análises de cor e turbidez.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Foto da ETA Lagoa do Peri.....	11
Figura 2 - Esquema de neutralização de cargas	16
Figura 3 - Relação entre ácido hipocloroso e o íon hipoclorito em função do pH para temperaturas de 0 e 20 ^o C	18
Figura 4 - Foto das torneiras de tomada de amostras no laboratório	21
Figura 5 - Colorímetro Visual Modelo DLNH-100	22
Figura 6 - Turbidímetro Hach modelo 2100 Q	23
Figura 7 - Padrões de turbidez Formazina 10 - 20 - 100 - 800 NTU - Hach.....	24
Figura 8 - Colorímetro Pocket II Hach - Flúor.....	25
Figura 9 - Colorímetro Pocket II Hach – Cloro.....	26
Figura 10 - Pastilhas DPD teste - LaMotte	27
Figura 11 - pHmetro GEHAKA PG1800	28
Figura 12 - Aparelho de Jar Test.....	29
Figura 13 - Gráfico de acompanhamento da cor, turbidez e pH em função da concentração de PAC adicionado	32
Figura 14 - Reação de DPD com um oxidante	33
Figura 15 - Reação entre o íon fluoreto e o SPADNS	34
Figura 16 - Reação de formação do SPADNS	34

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DBO - Demanda Biológica de Oxigênio

DPD - N,N-dietil-p-fenilenodiamina

ERAB - Estação de Recalque e Água Bruta

ERAT - Estação de Recalque de Água Tratada

ETA - Estações de Tratamento de Água

FDD - Filtração Direta Descendente

MS - Ministério da Saúde

NTU - Unidades Nefelométricas de Turbidez do inglês Nephelometric Turbidity Units

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PAC - Policloreto de Alumínio

pH - Potencial Hidrogeniônico

SPADNS - Sal trissódico do ácido 1,8-dihidroxi-2-(4sulfofenilazo) naftaleno-3,6-dissulfônico

uC - Unidade de Cor

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

uH - Unidade Hazen

VMP - Valor Máximo Permitido

RESUMO

O presente relatório descreve as atividades realizadas durante estágio curricular obrigatório realizado na Companhia Catarinense de Água e Saneamento – CASAN - ETA Lagoa do Peri. O principal foco desse trabalho é apresentar a rotina de operação e as análises físico-químicas realizadas em uma estação de tratamento de água. Neste é realizado uma abordagem sobre a companhia e o local do estágio, bem como é apresentada a importância da estação de tratamento na disponibilização de água tratada de qualidade, além disso, é mostrada a importância das análises físico-químicas de controle de qualidade na adequação aos parâmetros de qualidade da legislação vigente e nas tomadas de decisões dos operadores visando melhorar a eficiência e diminuir consumo de insumos químicos na estação. Por fim, fica demonstrado a importância das análises desenvolvidas e suas ligações com os conteúdos abordados no curso Bacharelado em Química Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Palavras Chave: Controle de qualidade; Tratamento de Água; Floculação; Clarificação

1 INTRODUÇÃO

Segundo a ONU - Organização das Nações Unidas, cerca de um bilhão de pessoas carecem de acesso a um abastecimento de água suficiente, definido como uma fonte que possa fornecer 20 litros por pessoa por dia a uma distância não superior a 1000 metros.

Do ponto de vista epidemiológico, a água pode desempenhar papel importante na transmissão de doenças como cólera, febre tifoide, disenteria bacilar, amebíase, giardíase e esquistossomose.

Estudo do BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social estima que 65% das internações em hospitais de crianças com menos de 10 anos sejam provocadas por males oriundos da deficiência ou inexistência de esgoto tratado e água limpa.

Por outro lado, as águas naturais contêm grande parte das substâncias e elementos químicos indispensáveis para a manutenção da vida, constituindo, portanto, fonte essencial ao desenvolvimento do ser humano.

O abastecimento de água potável do município de Florianópolis é gerenciado pela concessionária CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, com sistemas de Estações de Tratamento de Água - ETA, denominadas Sistema Norte, Costa Sul-Leste e Integrado da Grande Florianópolis.

Os produtos químicos utilizados nas ETAs são sulfato de alumínio ou PAC - policloreto de alumínio, para promover coagulação de matéria em suspensão, o cloro gasoso como desinfetante, o ácido fluossilícico com a finalidade de fluoretação da água e o hidróxido de cálcio para correção de pH.

As análises de controle de qualidade são de grande importância na caracterização da água, visando além do acompanhamento do processo, garantir que a portaria de potabilidade seja cumprida, nesse aspecto são empregadas para acompanhamento o teste de jarro, cloro residual utilizando DPD, fluoreto pelo método SPADNS e controle de pH.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi acompanhar o funcionamento de uma ETA, bem como realizar análises laboratoriais de controle de qualidade e comparar os resultados dos parâmetros avaliados com os limites estabelecidos na legislação vigente.

2 A EMPRESA

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento é uma empresa de capital misto, criada em 1970 pela Lei Estadual 4.547 e instituída pelo Decreto SSP 30.04.71/58, e que tem como missão fornecer água tratada, coletar e tratar esgotos sanitários, promovendo saúde, conforto, qualidade de vida e desenvolvimento sustentável. A empresa atende uma população de 2,8 milhões de habitantes com distribuição de água tratada e 587 mil com coleta, tratamento destino final de esgoto sanitário. ¹

2.1 ETA Lagoa do Peri

A Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Peri (Figura 1) faz parte do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul-Leste, que atende aos distritos da Barra da Lagoa, Lagoa da Conceição e o sul da ilha de Florianópolis. Está localizada dentro do Parque Municipal da Lagoa do Peri, nas coordenadas 27°43'47" latitude Sul e 48°30'33" de longitude Oeste¹. A ETA Lagoa do Peri possui capacidade de filtrar 200 Ls⁻¹ e abastece cerca de 110.000 habitantes de Florianópolis. Possui as etapas de coagulação, filtração e desinfecção, visto que a filtração é feita pela tecnologia de filtração direta descendente (FDD)¹. Essa forma de tratamento é empregada para águas com baixa turbidez, e também é um método de escolha principalmente pela diminuição de custos (infraestrutura, operação e manutenção, reagentes coagulantes, energia elétrica) e produz menor volume de lodo.

As atividades desenvolvidas durante o estágio obrigatório foram desenvolvidas majoritariamente na ETA Lagoa do Peri.

Figura 1 - Foto da ETA Lagoa do Peri



Fonte: Casan

3 REVISÃO DA LITERATURA

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas.

Para caracterizar a água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos

3.1 Características Físicas da água

O monitoramento das características físicas da água de superfície fornece informações para a identificação de problemas de qualidade, bem como pode ser determinante na escolha do método de tratamento a se utilizar.

3.1.1 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral etc. A erosão das margens dos rios e lagos em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exige manobras operacionais, tais como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas ET A. [7,8,9,10]

O método de turbidez baseia-se na comparação da luz dispersa por materiais diversos em suspensão, contidos em uma amostra com um padrão de suspensão de

formazina [contém sulfato de hidrazina - $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ e hexametilenotetramina - $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$] ou de sílica, nas mesmas condições.

A intensidade de luz dispersa é proporcional à turbidez. No método nefelométrico, um detector fotoelétrico é colocado em ângulo reto com relação à fonte de luz (filamento de tungstênio) para medir a luz espalhada pelas partículas.¹¹

A Portaria MS nº2.914/2011¹⁴, que dispõe sobre as normas e padrão de potabilidade da água para consumo humano, determina valor menor que 5 NTU (Nephelometric Turbidity Units) para turbidez de água tratada.

3.1.2 Cor Aparente e Cor Verdadeira

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos podem-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos.⁷ Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo.

No controle da qualidade das águas nas estações de tratamento, a cor é um parâmetro fundamental, não só por tratar-se de padrão de potabilidade como também por ser parâmetro operacional de controle da qualidade da água bruta, da água decantada e da água filtrada, servindo como base para a determinação das dosagens de produtos químicos a serem adicionados, dos graus de mistura, dos tempos de contato e de sedimentação das partículas floculadas.

A estrutura dos compostos húmicos permite que eles se liguem com materiais tanto hidrofóbicos como hidrofílicos, o que, juntamente com as suas propriedades coloidais, faz com que sejam agentes eficazes no transporte de contaminantes orgânicos e inorgânicos no meio ambiente, por serem parâmetros de rápida determinação, a cor e a turbidez são muito úteis nos ensaios de floculação das águas (Jar test) e nos ensaios de sedimentação.

A unidade de cor também conhecida como Hazen - uH (que é igual a mg L^{-1} de Pt-Co), é obtida quando se dissolve 1,246 g de cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6) e 1,0 g de cloreto de cobalto ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) em uma pequena quantidade de água contendo 100 mL de HCl concentrado e avoluma-se para 1 litro de água destilada, essa solução estoque corresponde a 500 uH. ⁹

Quando a medida da cor é feita com o sobrenadante da amostra de água, após centrifugação a 3500 rpm durante 30 minutos, obtém-se a cor verdadeira, no entanto, se a medida for feita com a amostra natural, tem-se a cor aparente, devido à interferência de partículas coloidais e suspensas, além de microorganismos.

As dimensões das substâncias húmicas variam com o pH e com o grau de polimerização, de modo que a cor medida depende do pH, quanto menor o pH maior o resulta o valor da cor. Os ácidos fúlvicos têm estruturas mais alifáticas sendo mais ricos em ácido carboxílico, fenólico e grupos cetônicos, o que os faz mais solúveis em todos os valores de pH. Os ácidos húmicos, por sua vez, têm um caráter aromático mais forte e se tornam insolúveis quando o grupo carboxila se encontra protonado a pH baixo.

A Portaria MS nº2.914/2011 ¹⁴, determina que o valores de cor em água tratada sejam menores que 15 uC.

3.2 Características Químicas das Águas

Dentre as características químicas da água, o pH tem papel muito importante, águas naturais apresentam diferentes pHs que variam com as características do solo por exemplo. A alteração do pH das águas pode também decorrer da elevada atividade fotossintética, quando o pH tende a aumentar floração de algas, independente da alga ser tóxica ou não.

3.2.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+).

Na teoria o valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina, a água com pH 7 é neutra.

Esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção.

Os valores recomendados pela Portaria MS nº2.914/2011¹⁴, relacionado ao pH em água tratada abrangem a faixa entre 6,0 e 9,5.

3.3 Tecnologias de Tratamento

A finalidade de uma ETA é tornar potável a água bruta, o que significa produzir água que atenda ao padrão de potabilidade. Basicamente, o tratamento visa remover da água os organismos patogênicos e as substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas que podem ser prejudiciais à saúde humana. Mas além da preocupação sanitária, exige-se que a água seja esteticamente agradável, sendo necessário reduzir sua cor, turbidez, odor e sabor para que atenda aos requisitos mínimos exigidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.¹⁴ Adicionalmente, a água tratada deve ser quimicamente estável, para que não provoque incrustação ou corrosão excessiva na tubulação de distribuição.

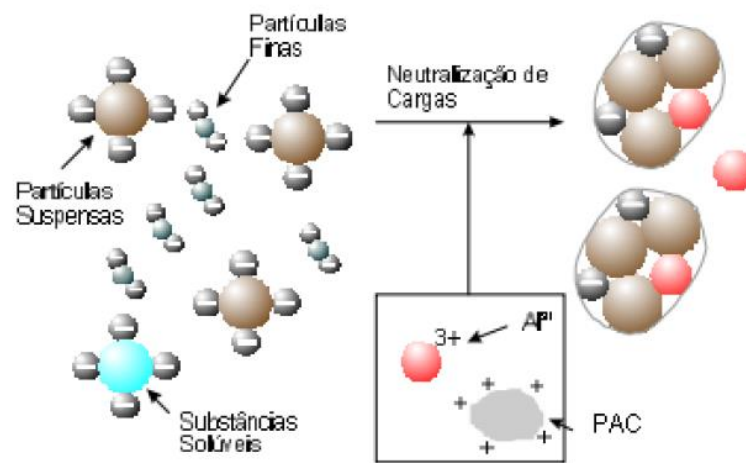
Segundo Di Bernardo/1993⁷, atender os padrões de potabilidade por meio do tratamento de água exige, na maioria dos casos, a filtração pois somente nessa etapa é que são removidas, quase que em sua totalidade, as partículas coloidais suspensas e microorganismos em geral. Muitas vezes a água bruta possui algumas características que exigem tratamento específico e, portanto, são necessárias mais etapas a fim de reter tais impurezas.

A ETA Lagoa do Peri opera com sistema de filtração direta descendente, contando ainda com pré-floculação e posterior desinfecção, fluoretação e correção de pH.

3.4 Coagulação e floculação

Partículas coloidais, substâncias húmicas ou microrganismos quando em água, apresentam carga superficial em geral negativas e, portanto, repelindo-se umas às outras (partículas), permanecendo no meio até que suas características sejam alteradas. Para que essas impurezas possam ser removidas, é necessário alterar características da água, e por sua vez, das impurezas, promovendo a coagulação e floculação, conforme demonstrado na figura 02.

Figura 2 - Esquema de neutralização de cargas



Fonte: kurita.com.br ²⁵

Segundo Di Bernardo ^{7,18}, a coagulação, geralmente realizada com sais de alumínio e ou ferro, resulta de dois fenômenos.

O primeiro, essencialmente químico, consiste nas reações do coagulante com a água, liberando espécies carregadas positivamente (depende da concentração do metal e do pH do meio). Um segundo, fundamentalmente físico, consiste no movimento das espécies positivas ao encontro das impurezas na água.

Ainda segundo Di Bernardo ^{7,18} Esse processo ocorre em compartimento de mistura rápida e depende de características físico químicas do meio.

Com a diminuição da agitação, ocorre o choque entre as impurezas que se aglomeram, formando partículas maiores denominadas flocos, que podem ser removidas por sedimentação, flotação ou filtração. Esta etapa é denominada floculação.

3.5 Desinfecção

Os processos de desinfecção têm como objetivo a destruição ou inativação de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou de outros organismos indesejáveis, segundo Rossin/1987 apud Meyer/1994¹⁹, a sobrevivência desses organismos na água depende de fatores ecológicos, fisiológicos e morfológicos, tais como: pH, turbidez, oxigênio, nutrientes, competição com outros organismos, resistência a substâncias tóxicas, habilidade na formação de esporos.

A eliminação desses organismos pela ação de um desinfetante é proporcional à concentração do desinfetante e ao tempo de reação. Deste modo, podem-se utilizar altas concentrações em pouco tempo de contato, ou baixas concentrações e um tempo elevado de contato.

Os processos específicos de desinfecção podem ser classificados segundo Laubusch/1971, apud Meyer/1994 como, tratamento físico – aplicação de calor; irradiação, luz ultravioleta e outros agentes físicos, íons metálicos – cobre e prata, compostos alcalinos, compostos tensoativos – sais de amônia quaternários ou ainda, oxidantes – halogênios, ozônio e outros compostos orgânicos e inorgânicos.

A ETA Lagoa do Peri emprega como desinfetante o gás cloro. O cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes, em geral, a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH, e sua velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura.

Quando o cloro é adicionado à água ocorre a seguinte reação:



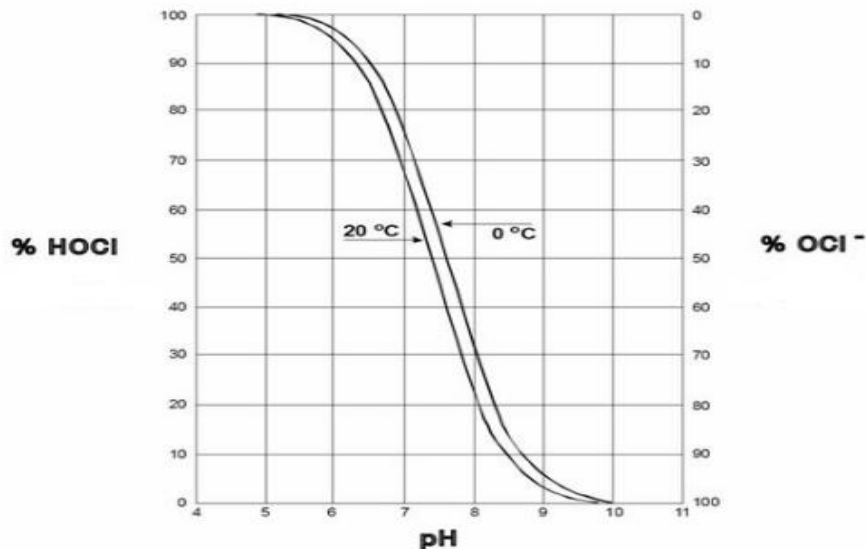
Em solução diluída e pH acima de 4, o equilíbrio da reação é deslocado para a direita, ficando pouco Cl_2 em solução. Em valores de pH baixos de 4, a reação predominante é no sentido de formação do cloro (Cl_2). O ácido hipocloroso (HOCl), formado pela adição de cloro à água, se dissocia rapidamente.



A ação desinfetante e oxidante do cloro é controlada pelo ácido hipocloroso, um ácido fraco. Em solução aquosa e valores de pH inferiores a 6, a dissociação do

ácido hipocloroso é fraca, sendo predominante a forma não dissociada (HOCl). (Figura 3)

Figura 3 - Relação entre ácido hipocloroso e o íon hipoclorito em função do pH para temperaturas de 0 e 20°C



Fonte: Adaptado de Di Bernardo/2005²⁰

O íon hipoclorito também estabelece um equilíbrio com os íons de hidrogênio, dependendo do pH, ou seja, da concentração de íons de hidrogênio na água. Uma parte do cloro disponível reage com água para formar ácido hipocloroso, íons hipoclorito e ácido clorídrico. O ácido clorídrico formado combina-se com a alcalinidade natural da água ou com a alcalinidade introduzida para fins de tratamento, reduzindo-as e alterando, desta forma, o pH, o qual, por sua vez, influi no grau de dissociação do ácido hipocloroso.

As águas de abastecimento, em geral, apresentam valores de pH entre 5 e 10, quando as formas presentes são o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito(OCl⁻). Segundo Opas/1987 e Rossin/1987, apud Meyer/1994¹⁹, o cloro existente na água sob as formas de ácido hipocloroso e de íon hipoclorito é definido como cloro residual livre.

Do cloro aplicado, ou cloro dosado na água, parte é consumida satisfazendo a sua ação oxidante, o que é chamado cloro consumido ou demanda de cloro, e parte permanece como residual. Define-se cloro residual livre como sendo o cloro presente na água, após a ação oxidante na ETA, nas formas do ácido hipocloroso ou do íon hipoclorito.

No decorrer do estágio utilizou-se como método analítico para detecção e acompanhamento do cloro residual, o procedimento DPD.

A Portaria MS nº2.914/2011 ¹⁴, determina que os valores de cloro residual livre em água tratada fiquem entre 0,2 e 5,0 ppm Cl₂.

3.6 Fluoretação

Segundo Brasil / 2012 ²⁰, a fluoretação da água para consumo humano é uma medida preventiva de comprovada eficácia, que reduz a prevalência de cárie dental entre 50% e 65% em populações sob exposição contínua desde o nascimento, por um período de aproximadamente dez anos de ingestão da dose ótima.

O VMP - Valor Máximo Permitido, destacado na Portaria MS nº2.914/2011 ¹⁴, que dispõe sobre as normas e padrão de potabilidade da água para consumo humano, relacionado com os fluoretos em água tratada, é de no máximo 1,5 mg/L. A ETA Lagoa do Peri utiliza o Ácido Fluossilícico em seu processo.

Os ensaios realizados para detecção de fluoreto em água, seguiam a metodologia que utiliza SPADNS como reagente.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Acompanhar a rotina de funcionamento de uma ETA, bem como realizar análises laboratoriais de controle de qualidade para produção de água tratada para consumo humano e comparar os resultados dos parâmetros avaliados com os limites estabelecidos na legislação.

4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- Apresentar o processo de coagulação e floculação em escala laboratorial.
- Verificar as metodologias de ensaios laboratoriais de controle de qualidade e processo.

5 METODOLOGIA

As análises de água destinada ao consumo humano, são de fundamental importância. Por elas pode-se ter certeza de que a água distribuída é de confiança, se está isenta de microorganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas.

5.1 Análises físicas químicas de acompanhamento de processo

As análises de acompanhamento do processo de tratamento de água foram realizadas no laboratório de controle de qualidade anexo a sala de operação. O laboratório possui torneiras de onde são coletadas as amostras de água bruta, água com flúor, água filtrada, água tratada e água coagulada, conforme mostrado na figura 4. A princípio despreza-se os primeiros minutos de vazão de água da torneira escolhida antes de efetuar a amostragem. As alíquotas são coletadas em recipientes identificados e específicos para cada amostra e prontamente analisados.

Figura 4 - Foto das torneiras de tomada de amostras no laboratório



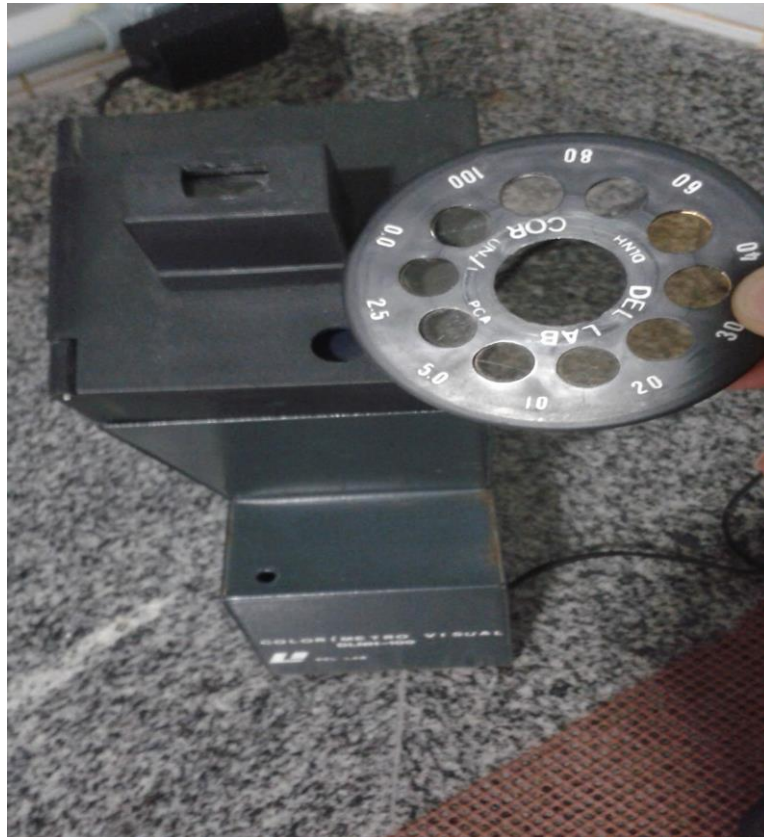
Fonte: Próprio autor

5.1.1 Método de determinação de cor

Aparelhagem

Para as medidas de cor foram utilizados colorímetro visual modelo DLNH-100 (Figura 5), dotados de disco colorimétrico DLNH-PDC com faixa de operação 0,0 - 2,5 - 5,0 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 40 - 50 uC, tubos de Nessler, frasco para coleta e água destilada.

Figura 5 - Colorímetro Visual Modelo DLNH-100



Fonte: próprio autor

Procedimento

Coletar a amostra de água da saída do tanque de contato (para análise da água tratada), da saída dos filtros (para análise de água filtrada) e da chegada da água bruta na ETA (para análise da água bruta). Colocar a amostra em um dos tubos Nessler, até provocar o transbordo da água, em seguida colocar a tampa evitando que fique ar dentro do tubo. Remover o excesso de água do tubo.

Abrir a porta posterior do aparelho e colocar o tubo com a amostra no lado indicado com a letra "A" (Amostra). Em outro tubo Nessler, colocar água destilada

utilizando o mesmo processo descrito para o tubo da amostra. Coloque o tubo com a água destilada no aparelho no lado indicado com a letra “B” (Branco).

Fechar a porta do aparelho e pressionar o botão para ligar a lâmpada (segurar pressionado), rodar o disco com as cores padrões e selecionar a cor que mais se aproxima da cor da amostra observando pelo visor do aparelho, fazer a leitura no visor da cor da amostra (uH - unidade Hazen)

5.1.2 Método de determinação de turbidez

Aparelhagem

Para as análises de turbidez utilizou-se turbidímetro Hach modelo 2100 Q (Figura 6), padrões de turbidez Formazina 10 - 20 - 100 - 800 NTU - Hach (Figura 7), cubetas e frascos para coleta.

Figura 6 - Turbidímetro Hach modelo 2100 Q



Fonte: Próprio autor

Figura 7 - Padrões de turbidez Formazina 10 - 20 - 100 - 800 NTU - Hach



Fonte: Próprio autor

Calibração

Primeiramente deve ser feita a calibração do turbidímetro em programa apropriado, utilizando os padrões de formazina 10, 20, 100, 800 NTU, nesta sequência.

Operação

Coletar a amostra de água da saída do tanque de contato (para análise da água tratada), da saída dos filtros (para análise de água filtrada) e da chegada da água bruta na ETA (para análise da água bruta). Encher a cubeta até o local indicado com a amostra de água, secar bem a parte externa da cubeta com papel toalha, abrir a tampa superior do aparelho e colocar a cubeta com a marcação virada para frente, fechar a tampa e pressionar o botão de leitura, anotar o valor em NTU.

5.1.3 Método de determinação de Fluoreto

Aparelhagem e reagentes

Para as análises de fluoreto utilizou-se colorímetro Pocket II Hach - flúor (Figura 8), pipeta volumétrica (2 mL), pipeta volumétrica (10mL), pipetador tipo pêra, reagente SPADNS, tiosulfato de sódio 1,8%, água destilada, cubetas e frascos para coleta

Figura 8 - Colorímetro Pocket II Hach - Flúor



Fonte: Próprio autor

Preparo do Reagente SPADNS

Para a solução de SPADNS: dissolver 958 mg de SPADNS (Sal trissódico do ácido 1,8-dihidroxi-2-(4 sulfofenilazo) naftaleno-3,6-dissulfônico), em água destilada e diluir para 500mL. Esta solução é estável por um ano se protegida de luz solar direta.

Para a solução do reagente zircônio-ácido: dissolver 133 mg de cloreto de zircônio octahidratado ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$) em cerca de 25 mL de água destilada. Adicionar 350 mL de HCl concentrado e complete o volume para 500 mL com água destilada. Executar esta diluição em banho de gelo, dentro de capela com exaustão de gases.

Para a solução final de ácido zircônico-SPADNS: misture volumes iguais da solução SPADNS e do reagente zircônio-ácido. O reagente combinado é estável por pelo menos dois anos.

Preparo do Branco

Em uma cubeta reservada ao branco, com auxílio do pipetador e da pipeta volumétrica, adicionar 10 mL da amostra da água destilada, adicionar 2 gotas de solução de tiosulfato de sódio e agitar em seguida, adicionar 2 mL do reagente SPADNS, aguardar 1 minuto, colocar a cubeta no aparelho e pressionando a tecla para zerar o aparelho.

Preparo da amostra

Com auxílio do frasco de coleta, coletar amostra de água tratada na saída do tanque de contato, em outra cubeta, adicionar 10 mL da amostra da água tratada, adicionar 2 gotas de solução de Tiosulfato de Sódio e agitar. Em seguida, adicionar 2 mL do reagente de SPADNS, aguardar 1 minuto, após zerar o aparelho, retirar a cubeta do branco e inserir a cubeta da amostra. Fazer a leitura pressionando a tecla, anotar o teor de (ppm de F⁻)

5.1.4 Método de determinação de cloro residual

Aparelhagem e reagente

Para a determinação de cloro residual, utilizou-se colorímetro Pocket II Hach - cloro (Figura 9), pastilhas DPD teste – LaMotte (Figura 10), pipeta volumétrica (10mL), pipetador tipo pêra, água destilada, cubetas e frascos para coleta

Figura 9 - Colorímetro Pocket II Hach – Cloro



Fonte: Próprio autor

Figura 10 - Pastilhas DPD teste - LaMotte



Fonte: Próprio autor

Procedimento

Preparo do Branco

Na cubeta reservada ao branco, com auxílio do pipetador e da pipeta volumétrica, adicionar 10 mL de água tratada, colocar a cubeta no aparelho e pressionando a tecla para zerar o aparelho.

Preparo da amostra

Com auxílio do frasco de coleta, coletar amostra de água tratada na saída do tanque de contato, em outra cubeta, adicionar 10 mL da amostra da água tratada, em seguida, adicionar a pastilha de DPD teste LaMotte. Após zerar o aparelho, retirar a cubeta do branco e inserir a cubeta da amostra, fazer a leitura e anotar o teor em (ppm de Cloro Residual)

5.1.5 Método de determinação de pH

Aparelhagem e reagente

Para a medição de pH, utilizou-se pHmetro GEHAKA PG1800 (Figura 11), piseta com água destilada, soluções tampão pH 4,0 e 7,0 e frascos para coleta.

Figura 11 - pHmetro GEHAKA PG1800



Fonte: Próprio autor

Procedimento

Calibração

Primeiramente calibrar o pHmetro utilizando as soluções tampão pH 4,0 e 7,0, utilizar programa específico para calibração e ter o cuidado de enxaguar o eletrodo após cada medição.

Operação

Com auxílio do frasco de coleta, coletar amostra de água tratada a ser analisada. Lavar e secar o eletrodo do pHmetro com água destilada utilizando piseta e papel absorvente, respectivamente, imergir o eletrodo na amostra, aguardar estabilização para leitura

5.1.6 Teste de Jarros ou Ensaio de coagulação

Aparelhagem e reagente

Para o teste de jarros foram utilizados os seguintes aparelhos. Aparelho de Jar Test (Figura 12), balde para coleta água, balão volumétrico 100 mL, coagulante PAC, proveta de 1000 mL, pipetas graduada de 1, 2 e 5 mL, pipetador tipo pêra, funil, papel de filtro qualitativo e densímetro.

Figura 12 - Aparelho de Jar Test



Fonte: Próprio autor

Preparação da solução:

Antes do preparo da solução aferir a densidade do coagulante PAC. Para isso, encher uma proveta de 1000 mL com o coagulante a ser utilizado, introduzir o densímetro na proveta e aguardar até que estabilize. Ler a densidade no nível do menisco e determinar a concentração do produto, em g L^{-1} .

Preparar solução 1,0% de coagulante (preparar solução adicionando 1 mL de coagulante e completar o balão volumétrico para 100 mL) e calcular a nova concentração em (g L^{-1}) da solução.

Tratando-se de uma ETA com processo de filtração direta, o ensaio deve ser apenas de coagulação, ou seja, neutralização de carga, sem a necessidade de

formação de flocos, portanto, com o auxílio de um balde, coletar amostra de água bruta para o teste e distribuir 2 litros em cada jarro, com auxílio de pipetas volumétricas dosar nos 6 jarros diferentes volumes da solução de coagulante, ligar o aparelho em rotação rápida (350 rpm), durante um minuto, (simulando a mistura rápida da ETA).

Após um minuto reduzir para rotação lenta (50 rpm) por 1 minuto (mistura lenta), desligar o aparelho e filtrar imediatamente 100 ml de cada jarro com o auxílio do sistema de filtragem equipado com o papel de filtro qualitativo. Coletar o filtrado e realizar análise de cor, turbidez e pH de cada jarro e anotar os dados, a dosagem ótima(adequada) é aquela usada na amostra que apresentar menor cor e turbidez, tendo o cuidado de descartar volumes que tenham promovida a formação de flocos muito grande (indesejada em filtração direta descendente).

5.1.7 Separação e Tratamento de resíduos de laboratório

Os resíduos provenientes das análises de cloro livre DPD e fluoreto SPADNS são reservados em recipiente apropriado e destinados ao Laboratório Central da Casan. De posse de uma quantidade significativa de rejeito(lote) é realizada licitação para que uma empresa fique responsável pela disposição do material em aterro apropriado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos valores de ensaios de água tratada referente a tabela de dados cedida pela empresa. A tabela compila valores médios referente a um período de dez meses, o fato deve-se a necessidade de sigilo previsto na política de segurança da informação da empresa.

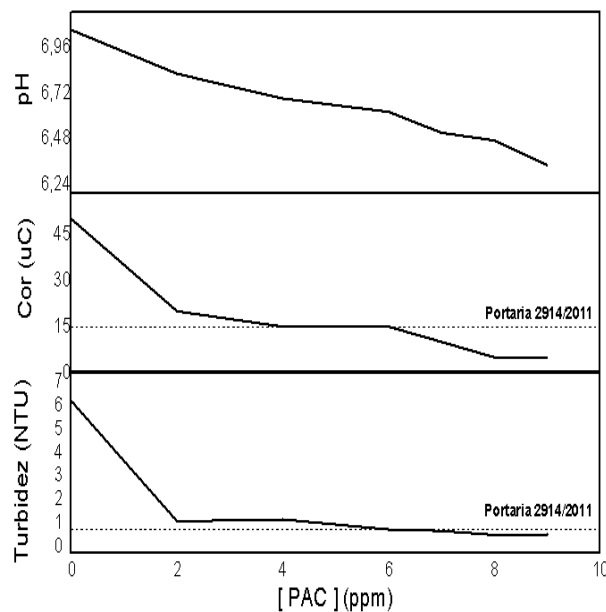
6.1 Coagulação

A realização do teste de jarro é de grande importância no acompanhamento da rotina de uma estação de tratamento, com este é possível avaliar inúmeros aspectos característicos da coagulação e floculação na água, fatores como formação de coágulo, tamanho de floco, tempo de sedimentação de floco e variação de pH em função da adição dos demais produtos químicos, são alguns exemplos dessa aplicação.

A Figura 13 demonstra os resultados de um teste de jarro realizado em laboratório e representa a operação unitária de adição de coagulante seguida de filtração em uma estação de tratamento de água. Neste caso a amostra de água bruta recebe quantidades crescentes de PAC, é agitada, decantada e posteriormente filtrada em papel de filtro qualitativo, com o filtrado realiza-se os ensaios de cor, pH e turbidez.

O gráfico mostra o decréscimo nos valores de cor e turbidez à medida que se adiciona o coagulante, nota-se que um valor ótimo de dosagem de coagulante é obtido com a adição de 6,00 ppm de PAC, onde os valores de cor e turbidez da água bruta são reduzidos para níveis aceitáveis segundo a portaria de potabilidade. É importante salientar que valores que vão além da dosagem ótima, apesar de gerar resultados melhores, representam desperdício de produto químico e risco de colmatação dos filtros.

Figura 13 - Gráfico de acompanhamento da cor, turbidez e pH em função da concentração de PAC adicionado



Fonte: Próprio autor

Logo após o operador receber as informações de variação da qualidade, é necessário tomar a decisão do ajuste de dosagem. A dosagem exata para os diferentes níveis de turbidez somente pode ser determinada por tentativas com ensaios de coagulação/floculação. A quantidade exata de coagulante, juntamente com a manutenção do pH de coagulação tem que ser rapidamente ajustados, quando a água possui alcalinidade natural suficiente (esse é o caso da água bruta da Lagoa do Peri), o operador ajusta somente o coagulante, caso contrário, serão necessários ajustar não só o coagulante, mas também o alcalinizante. Essas ações devem ser definidas baseadas em estudos prévios das características da água do manancial de abastecimento da ETA.

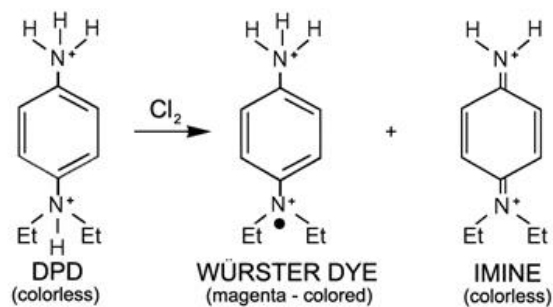
6.2 Análises de controle de qualidade

6.2.1 Cloro residual livre - Método DPD

A fim de quantificar o cloro residual livre, utilizou-se o método DPD que consiste em reagir o cloro livre com DPD - (N,N-dietil-p-fenilenodiamina) num determinado pH, formando imediatamente com rosa avermelhada.

Como indicador da reação de oxirredução, a amina DPD reage com o cloro livre e outros oxidantes através da perda de um elétron (Figura 14), o DPD oxidado, agora com coloração avermelhada, tem sua absorção máxima em 515 nm. A lei de Beer é obedecida até 8 ppm Cl_2 .²⁴

Figura 14 - Reação de DPD com um oxidante



Fonte: Pohling²⁴

Em pH próximo de neutro, o DPD oxidado é o principal produto, conhecido como Cor Würster, essa espécie de radical livre é relativamente estável e responsável pela coloração.

Na Tabela 01 são apresentados valores médios das análises de cloro residual livre a fim de demonstrar que 99,17% das amostras testadas se adequaram a legislação vigente e uma única amostra não conforme. A portaria de potabilidade promulga valores entre 0,20-5,00 ppm de cloro residual livre para água tratada.

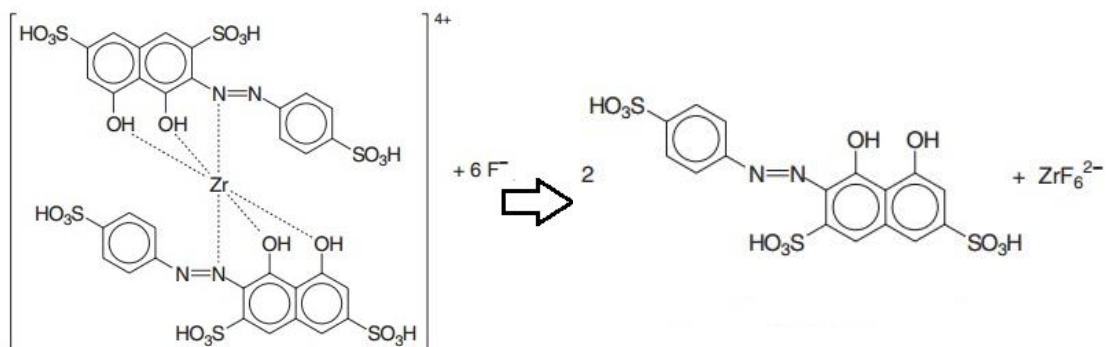
Tabela 1 - Valores das análises de cloro residual livre

Nº de amostras	120
Amostras não conforme	1
Valor Médio (ppm)	3,51
Valor Máximo (ppm)	5,10
Valor mínimo (ppm)	0,50
Portaria 2914/2011	0,20-5,00

6.2.2 Fluoreto - Método SPADNS

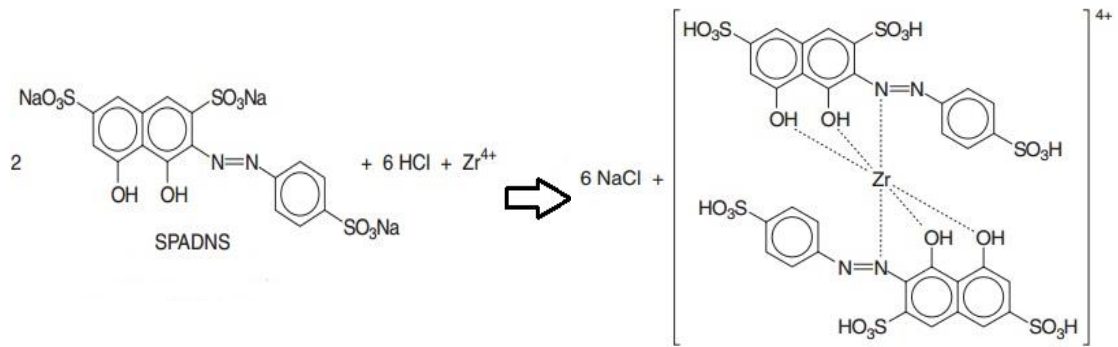
O método utilizado para determinação de fluoreto durante o estágio foi o SPADNS, que consiste na determinação colorimétrica utilizando os reagentes zirconil-SPADNS (Figura 15), o íon fluoreto, presente na água reage com o íon zircônio complexado ao composto orgânico SPADNS [ácido-1,8 dihidroxi-2-(4-sulfafenilazonaftalino-3,6-dissulfônico, sal trissódico)] .²⁴

Figura 15 - Reação entre o íon fluoreto e o SPADNS



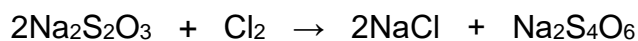
O reagente foi preparado misturando partes iguais de solução ácida de oxiclreto de zircônio ($ZrOCl_2$) e de solução de SPADNS (como mostrado em 5.1.3 - Método de determinação de Fluoreto). A reação é apresentada na Figura 16.

Figura 16 - Reação de formação do SPADNS



O fluoreto reage somente com o zircônio complexado pelo SPADNS e forma um outro complexo incolor ZrF_6^{2-} , fazendo um efeito clareador da solução vermelho escura, ou seja, a quantidade de fluoreto é inversamente proporcional à cor produzida, a cor se torna progressivamente mais clara quando a concentração de fluoreto aumenta. A diminuição da intensidade da coloração da solução permite a determinação exata da concentração do fluoreto em comprimento de onda 570 nm.

O cloro residual presente na amostra é um interferente na determinação de fluoreto e, portanto, deve ser eliminado. Uma forma segura para a eliminação do cloro residual é a adição de gotas de tiosulfato de sódio. A reação do cloro com tiosulfato forma ditionato de sódio e cloreto de sódio:



Na Tabela 02 são apresentados valores médios das análises de fluoreto em que 70,9% dos ensaios se adequaram a portaria de potabilidade, os resultados não conforme extrapolaram valores que estipula a portaria de potabilidade que especifica valores entre 0,70-1,50 ppm de F^- .

Tabela 2 - Valores das análises de fluoreto

Nº de amostras	79
Amostras não conforme	23
Valor Médio (ppm)	0,91
Valor Máximo (ppm)	1,56
Valor mínimo (ppm)	0,02
Portaria 2914/2011	0,70-1,50

6.2.3 Determinação de cor e turbidez

Na Tabela 03 são apresentados valores médios das análises de cor e turbidez. Dentre as análises, 91,7% dos testes de cor aparente e 97,9% dos ensaios de turbidez obtiveram valores dentro dos padrões de potabilidade. Os demais valores extrapolaram os limites seguros estipulados pela portaria de potabilidade, que determina valores <15,00 uC e < 5,00 NTU para as análises de cor e turbidez respectivamente.

Tabela 3 - Valores das análises de cor e turbidez

	Cor Aparente (uC)	Turbidez(NTU)
Nº de amostras	48	48
Amost. não conforme	4	1
Valor Médio	10,18	2,29
Valor Máximo	17,00	8,01
Valor mínimo	3,00	0,20
Portaria 2914/2011	<15,00	<5,00

6.2.4 Dos resultados das análises

A caracterização da água nas etapas do processo de tratamento é de grande importância na qualidade do produto final em processo físico-químico. Além de garantir adequação do produto à legislação decorrente, dá suporte ao operador da planta no que diz respeito ao funcionamento das operações unitárias envolvidas.

Diante da confirmação de resultados de análises não conforme, o responsável pela estação deve tomar as medidas cabíveis com urgência a fim de solucionar o problema, trata-se de verificar, por exemplo, parâmetros operacionais como funcionamento mecânico de bombas e motores, dosagem de produtos químicos, vazão de entrada de água dentre outros parâmetros, bem como avaliar o funcionamento dos equipamentos de laboratório.

7 CONCLUSÃO

Ficou evidente nesse trabalho que as análises de controle de processo são de grande importância para o funcionamento de uma ETA, garantem de um modo geral, que as etapas do tratamento de água sejam eficientes, aumentando a produção e reduzindo as perdas.

Outro aspecto de extrema relevância é o fato de os resultados obtidos garantirem que a água, produto final do processo, atenda os parâmetros estipulados pela portaria de potabilidade, ou seja, esteja adequado para consumo humano.

8 CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL

O conteúdo ministrado na graduação não abrange todas as situações possíveis para demonstrar ao aluno como é o dia a dia em uma empresa. A carga horária destinada ao estágio é de suma importância, pois é neste momento que o graduando pode vivenciar situações rotineiras do ambiente de trabalho, colocando em prática os conhecimentos adquiridos no curso.

Levando em consideração que o perfil profissional do indivíduo é formado à medida que se desenvolve novos trabalhos, fica a certeza de que esse estágio será de grande valia para o futuro na profissão.

REFERÊNCIAS

- 1- CASAN. Companhia Catarinense de Água e Saneamento. Disponível em: < [http:// www.casan.com.br](http://www.casan.com.br)> . Acesso em 25 novembro 2017
- 2- PMF. Prefeitura Municipal de Florianópolis. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=unidades+de+conservacao>>. Acesso em 26 novembro de 2017
- 3- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 218p.
- 4- CONAMA - **RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005** < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> >. Acesso em 21 Janeiro de 2018
- 5- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 12216 : 1992 - **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**, Rio de Janeiro, 1992, Brasil.
- 6- **Monitoramento e diagnóstico de qualidade de água superficial** / Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ; [coordenador geral Paulo Belli Filho ; autores do conteúdo: Alexandre Matthiensen...[et al.]]. – Florianópolis : [s. n.], 2014. 127 p. ; il., grafs., tabs.
- 7- DI BERNARDO, Luiz **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**, v. 1, Rio de Janeiro: ABES, 1993.
- 8- CETESB (São Paulo). **Manual de cianobactérias planctônicas : legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais** / CETESB ; Maria do Carmo Carvalho ... [et al.]. -- São Paulo : CETESB, 2013.
- 9- CLESCERI, Lenore S. ; GREENBERG, Arnold E. ; TRUSSELL, R. Rhodes (Ed.). **Selected physical and chemical standard methods for students**. Washington, D.C.: American Public Health Association, c1990. xxxii, 607, 34 p. ISBN 0875531717
- 10- Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014. 112 p.
- 11- Norma Técnica Interna SABESP NTS 008 <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts008.pdf>> acessado em 09/02/2018
- 12- VAZ, D. O. **Estudo das interações de íons metálicos divalentes com ácidos fúlvicos extraídos das águas do Rio Suwane**. Tese (Doutorado em Química). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

- 13- FREITAS, Adriane Martins de; SIRTORI, Carla; PERALTA-ZAMORA, Patricio G.. **Avaliação do potencial de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas com geosmina e 2-MIB**. Quím. Nova, São Paulo , v. 31, n. 1, p. 75-78, 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000100016&lng=en&nrm=iso>. access on 13 Feb. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000100016>.
- 14- Brasil - Ministério da Saúde - **PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011**<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> acesso em 13/02/2018
- 15- Brasil - Ministério do Meio Ambiente **CONAMA nº 397, de 3 de abril de 2008** <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_397.pdf> - Acesso em 13/02/2018
- 16- Brasil - Ministério do Meio Ambiente - **CONAMA nº 430, de 13 DE MAIO DE 2011**< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> > Acesso em 13/02/2018
- 17- Brasil - LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm > Acesso em 13/02/2018
- 18- Di Bernardo, Luiz - **Tratamento de água para abastecimento por filtração direta / Luiz Di Bernardo(coordenador)**. – Rio de Janeiro : ABES, RiMa, 2003 - 498 p. : il. Projeto PROSAB
- 19- MEYER, Sheila T.. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 10, n. 1, p. 99-110, Mar. 1994 . Available from < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1994000100011&lng=en&nrm=iso >. access on 18 Feb. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1994000100011>.
- 20- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2ª ed. 2v. Rima: São Carlos, 2005, 792 p.
- 21- Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano / Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília : Funasa, 2012. 72 p.
- 22-Hidromar. **Apostila de manuseio de cilindro de cloro**, <<http://www.grupohidromar.com.br/wp-content/themes/hidromar/download/Apostila-Manuseio-de-cilindros-de-cloro.pdf>> acessado em 20/02/18
- 23- Brasil. Fundação Nacional de Saúde.**Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde** – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.
- 24- Pohling, Rolf. **Reações químicas na análise de água**, Rolf Pohling - Fortaleza: Março, 2009 334p

25-KURITA.< <http://kurita.com.br/index.php/artigos-tecnicos/tratamento-quimico-para-estacao-de-tratamento-de-agua/> > Acesso em 27/02/2018

26- Fedumenti, Natália **Efeito da cavitação sobre a corrosão em aços inoxidáveis utilizados em turbinas hidráulicas [dissertação]** / Natália Fedumenti ; orientador, Augusto José de Almeida Buschinelli.- Florianópolis, SC, 2010.

27- **Desinfecção química do cloro** < <http://www.c2o.pro.br/hackaguas/ar01s10.html> > acesso 28/02/2018

28- Harp, Danial L. **Current Technology of Chlorine Analysis for Water and Wastewater Technical Information Series** — Booklet No.17 By Danial L. Harp. < <https://www.hach.com/cms-portals/hach.com/cms/documents/pdf/LIT/L7019-ChlorineAnalysis.pdf> > acesso em 01/03/2018

ANEXOS

DECLARAÇÃO DE CONCLUSÃO DE ESTÁGIO



Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN
Diretoria Administrativa - DA
Universidade Corporativa CASAN - UNICASAN



1 O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando a assinatura Digital SGP-A por FELIPE GUSTAVO TRENNEPOHL em 11/05/2021 às 08:08:13, conforme Decreto Estadual nº 39, de 21 de fevereiro de 2019.
2 Para verificar a autenticidade desta cópia impressa, acesse o site <https://sgp.casan.com.br/portal-externo> e informe o processo CASAN 00030962/2021 e o código F2102JZ.

DECLARAÇÃO

A COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO - CASAN, estabelecida a Rua Emilio Blum nº 83, em Florianópolis, Estado de Santa Catarina, CEP 88.020-010, com CNPJ 82.508.433/0001-17, registrada na Junta Comercial do Estado de Santa Catarina sob nº 1.502, com atividade de exploração e distribuição de água e coleta de esgoto sanitário, declara a quem possa interessar que **DARIO PAES DE BRITO JÚNIOR**, CPF [REDACTED], realizou estágio OBRIGATÓRIO nesta Companhia, no período de **01/12/2017** a **23/03/2018**, cumprindo a carga horária de 30 (trinta) horas semanais, totalizando 450 horas. O estágio foi realizado na **GOPS/SOMAG - Gerência Operacional/Setor de Operação e Manutenção de Água (ETA Lagoa do Peri)**, e o estagiário desempenhou as seguintes atividades principais: Processo de tratamento de água: Captação, Produtos Químicos, Floculação, Filtração e Desinfecção.

A Instituição de Ensino UFSC em que o aluno estuda possui vínculo com esta Companhia através de Termo de Convênio assinado em Março/2018. O aluno foi supervisionado no período de estágio por **Felipe Gustavo Trennepohl**, CPF [REDACTED], engenheiro sanitário do quadro funcional da CASAN.

E por ser verdade firmamos a presente declaração.

Florianópolis, 10 de maio de 2021.

FELIPE GUSTAVO TRENNEPOHL

CPF:

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEMANTO - CASAN

Rua Quinze de Novembro nº. 230 - Balneário - Florianópolis / SC
CEP: 88075-220 / Fone: +55 (48) 3221-5747 / 3221-5743