



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

PATRÍCIA SEGUNDO PORTO

ACOMPANHAMENTO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUA NA
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MOSSORÓ

2018

PATRÍCIA SEGUNDO PORTO

**ACOMPANHAMENTO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUA NA
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Departamento de Engenharia e
Tecnologia para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Kalyanne Keyly Pereira
Gomes.

MOSSORÓ-RN

2019

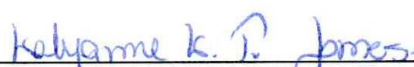
PATRÍCIA SEGUNDO PORTO

**ACOMPANHAMENTO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUA NA
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

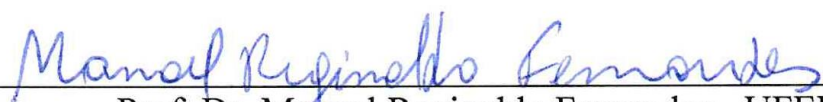
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado na Universidade Federal
Rural do Semiárido –UFERSA, campus
de Mossoró, com o objetivo de obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Química.

Defendida em: 21 / 03 / 19

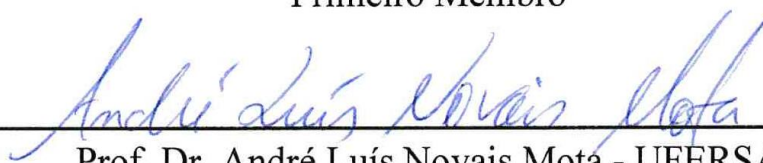
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a. Dr.^a. Kalyanne Keyly Pereira Gomes - UFERSA
Presidente



Prof. Dr. Manoel Reginaldo Fernandes - UFERSA
Primeiro Membro



Prof. Dr. André Luís Novais Mota - UFERSA
Segundo Membro

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

PPo47 Porto, Patrícia Segundo.
4a Acompanhamento de análises físico-químicas de
água na companhia de água e esgoto do Ceará /
Patrícia Segundo Porto. - 2019.
29 f. : il.

Orientadora: Kalyanne Keyly Pereira Gomes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2019.

1. Água. 2. Potabilidade. 3. Controle de
qualidade. 4. Cagece. I. Gomes, Kalyanne Keyly
Pereira, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de ser alguém melhor a cada dia.

À minha família e amigos, em especial aos meus pais Socorro Segundo e Maximiliano Porto, por todos os ensinamentos a mim concedidos e por acreditarem sempre em meu potencial.

À minha tia madrinha Maria de Jesus pelo abrigo em sua casa e por todo suporte, carinho e fé que tem depositado em mim.

À minha amiga Thatiana pelo seu companheirismo e ajuda em toda essa jornada.

À minha orientadora, Kalyanne Keyly, por toda sua paciência, dedicação, simpatia e conhecimento compartilhado comigo.

Ao meu namorado, Zirlan, por todo apoio e paciência, aos meus amigos Severino, Cinthya e Rodrigo por toda ajuda.

Aos profissionais do laboratório de análises físico-químicas de águas da Cagece por todo ensinamento transmitido e pela boa acolhida.

À UFERSA, pela oportunidade da realização desse trabalho. A todos aqueles que de certa forma contribuíram nesse trabalho, meu muito obrigada.

RESUMO

A água é o recurso vital para sustentar todas as formas de vida na Terra. Ela é essencial para o bem-estar de nossa civilização e é o elemento essencial para o crescimento e o desenvolvimento do meio ambiente, assim como requisito básico para sua saúde. Quando a água é direcionada para o consumo humano, deve atender aos padrões de potabilidade descritos na portaria nº 2914 do Ministério de Saúde, onde se faz necessário um controle de qualidade da mesma para que sejam alcançados esses padrões. No Ceará, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) é responsável por tratar e distribuir quase toda a água de abastecimento, sendo responsável também pelo controle da potabilidade da mesma. Este estágio foi realizado no Laboratório Central de Análises de Controle de Qualidade da Cagece, em Fortaleza, na sala de análises físico-químicas da água. Dentre as análises feitas no laboratório de análises físico-químicas da Cagece, tem-se: pH, cor, turbidez, ferro total e dissolvido, nitrato, amônia, dureza e cálcio, cloretos, alcalinidade total e outras. Durante todo o período de estágio pude observar e realizar com assistência todas as análises citadas, sendo todas elas verificadas qualitativamente com observância da norma 9001:2015 da ABNT, que certifica a eficiência dos processos.

Palavras chave: Água, Controle de qualidade, potabilidade, Cagece,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- O Laboratório Central.....	21
Figura 2- Tubos de Nessler para análise de cor.....	22
Figura 3- pHmetro	23
Figura 4- Turbidímetro	24
Figura 5- Colunas redutoras de cádmio para análise de nitrogênio total e nitrato	25
Figura 6- Espectrofotômetro.....	26

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	23
Equação 2	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1. 2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1. ÁGUA	13
3.1.1. Parâmetros Físicos:.....	13
3.1.2. Químicos:	13
3.1.3. Microbiológicos:.....	14
3.2. QUALIDADE DA ÁGUA.....	14
3.3. PARÂMETROS FÍSICOS.....	15
3.3.1. Cor	15
3.3.2. Turbidez.....	15
3.3.3. Condutividade elétrica	16
3.4. PARAMETROS QUÍMICOS.....	16
3.4.1. pH	16
3.4.2. Cloreto	16
3.4.3. Dureza.....	17
3.4.4. Alcalinidade.....	17
3.4.5. Nitrogênio	18
3.5. LEGISLAÇÕES VIGENTES	18
3.6. A EMPRESA	19
3.6.1. O laboratório Central	20
4. ATIVIDADES REALIZADAS	22
4.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA	22
4.1.1. Cor	22
4.1.2. pH	23
4.1.3. Condutividade Elétrica	23
4.1.4. Alcalinidade Total	23
4.1.5. Turbidez.....	24
4.1.6. Cloretos.....	24
4.1.7. Nitrogênio Total	25
4.1.8. Nitrato	26
4.1.9. Nitrito	26

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

Apesar de o planeta ser constituído por 70% de água, nem toda ela é adequada para consumo humano, destes 70% apenas 2,5% pode ser considerada apta para consumo, porém com seu uso desenfreado e com o crescimento populacional trazendo uma degradação, a qual o nosso mundo nunca havia sofrido antes em termos de poluição e descaso com os recursos naturais, o suprimento de água mundial vem sofrendo grandes alterações (BARROS & AMIN/2007)

A água é essencial para a manutenção da vida e é de extrema importância para o desenvolvimento da humanidade, já que é utilizada como meio de transporte, para a irrigação, abastecimento de casas e indústrias. A sua qualidade e oferta condicionam a saúde e o bem-estar das populações. Alterações em suas propriedades físico-químicas e microbiológicas podem comprometer sua qualidade, possibilitando a veiculação hídrica de agentes etiológicos de caráter infeccioso ou parasitário que são responsáveis pela alta incidência de doenças que afetam as populações de modo geral (FUNASA, 2014).

Por tanto, a qualidade da água para consumo humano deve ser considerada como fator essencial no desenvolvimento das ações dos Serviços de Abastecimento de Água, públicos ou privados, de maneira que seja distribuída ao usuário com todas as características de qualidade adequadas para consumo humano. Atualmente a portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde é responsável por definir os padrões de potabilidade das águas para consumo humano, estabelecendo padrões para variados métodos de análise da mesma.

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) é responsável por tratar e distribuir quase toda a água de abastecimento do Ceará, sendo responsável também pelo controle da potabilidade da mesma. Na companhia, além dos padrões de potabilidade atenderem a portaria 2.914/11 MS, todas as análises realizadas nos laboratórios são verificadas qualitativamente com observância da norma 9001:2015 da ABNT, que certifica a eficiência dos processos.

O estágio supervisionado do presente relatório aconteceu em uma das unidades de qualidade de água da Cagece. Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo explicar os métodos utilizados durante o período de estágio realizado na unidade de qualidade físico química da empresa, situada no município de Fortaleza.

2. OBJETIVOS

2.1. 2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade da água distribuída pela empresa Cagece, unidade de Fortaleza, aplicando os conhecimentos teóricos ao longo do estágio.

2.2. 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as propriedades físico-químicas das amostras coletadas (pH, cor, turbidez, ferro total e dissolvido, nitrato, amônia, fluoreto, dureza e cálcio, cloreto, alcalinidade e outras).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. ÁGUA

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. No organismo humano, por exemplo, a água compõe cerca de 70% de sua massa corporal. Além disso, é considerada um solvente universal.

De acordo com Funasa (2004), a água abrange cerca de quatro quintos da superfície terrestre; desse total 97% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Entre as águas doces, 2,7% formam geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (800m); somente 0,3% do volume total da água pode ser aproveitado para o consumo humano, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios e lagos) e o restante, encontra-se em fontes subterrâneas (poços e nascentes).

A água subterrânea há séculos se acumula no subsolo e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente pelas chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes por ano.

ÁGUA POTÁVEL

Água potável é a água própria para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos atendam aos padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

O Ministério da Saúde na portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), que disponibiliza os valores exigidos e recomendados, estabelece para conformidade das análises de potabilidade da água os seguintes parâmetros:

3.1.1. Parâmetros Físicos:

- Cor aparente sendo o máximo permitido de 15,0 uH;
- Turbidez com o máximo permitido de 5 uT

3.1.2. Químicos:

- Cloro residual o valor mínimo admitido 0,50 e o máximo 2,00 mg/L;

- Potencial hidrogeniônico mínimo recomendado 7,50 e máximo 8,20.

3.1.3. Microbiológicos:

- Bactérias heterotróficas o máximo permitido de 500 UFC/mL;
- Coliformes totais o máximo permitido: ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês.

3.2. QUALIDADE DA ÁGUA

Quando nos referimos ao termo “qualidade de água”, é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características, são estipuladas diferentes finalidades para a água (MERTEN e MINELLA, 2002). Nas características físicas temos aquelas que podem ser percebidas pelos sentidos humanos como cor, turbidez, temperatura, odor e sabor. Já nas características química temos os teores quantitativos e qualitativos das substâncias que a compõe. E nas características microbiológicas a composição dos organismos presentes.

A qualidade da água é influenciada pelas condições naturais, pelo escoamento superficial e infiltração, por ações antrópicas e o uso e ocupação do solo entorno de bacias hidrográficas. Sendo assim, segundo Porto (2008) se faz necessário à análise das atividades socioeconômicas nas bacias, devido ao fato de as mesmas indicarem o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais diante dos processos produtivos.

A manutenção da qualidade da água é uma necessidade universal, exigindo a atenção de todos, não somente dos órgãos públicos, principalmente quando nos referimos à água de mananciais destinados ao consumo humano, uma vez que sua contaminação por micro-organismos patógenos de origem entérica, animal ou humana, pode torná-lo um transmissor de agentes causadores de doenças infecciosas e parasitárias (D’AGUILA ET AL, 2000).

As prováveis causas da má qualidade da água são devido ao crescimento populacional, desacompanhado de investimento em saneamento, a contaminação por fontes industriais, atividades agropecuárias e a mineração. (ANA, 2012)

3.3. PARÂMETROS FÍSICOS

A percepção do homem nas alterações da qualidade da água através de seus sentidos dá-se pelas características físicas da água, pois se espera que essa seja transparente, sem cor e sem cheiro. Na verdade, na natureza a água usualmente possui cor, cheiro e até mesmo gosto.

3.3.1. Cor

Os processos de decomposição do meio ambiente são os principais fatores que acarretam na coloração da água. Por este motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, a presença de alguns íons metálicos, como ferro e manganês, e despejos industriais, podem influenciar na cor da água.

Devidos o material em suspensão, as águas superficiais podem parecer ter cor. Esta coloração é dita aparente, porque é como o ser humano a vê, mas é na verdade, em parte o resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão, responsáveis pela turbidez.

A cor dita verdadeira ou real é causada pela presença de materiais dissolvidos e coloides. As substâncias que mais frequentemente adicionam cor a águas naturais são os ácidos húmicos.

A diferenciação de cor verdadeira e a cor aparente, é dado pelo tamanho das partículas, isto é, pode-se generalizar que partículas com diâmetro superior a 1,2 μm , causam turbidez e com diâmetro inferior, já na classe dos coloides e substâncias dissolvidas causam cor verdadeira (VEIGA, 2005).

A cor é um dos parâmetros esteticamente indesejáveis. De acordo com a portaria 2914/11 do MS, a cor aparente deve ser apresentada com o valor máximo permitido de 15 uH (unidade de Hazen). A cor acima de 15 uH, pode ser visualizada pelo consumidor através de um copo d'água. Logo, quando a água se apresenta dessa maneira deve-se existir um cuidado operacional no tratamento da mesma (VON SPERLING, 2014).

3.3.2. Turbidez

A turbidez é um dos fatores mais importantes na qualidade da água potável, esta por sua vez reflete o grau de interferência com a passagem de luz por meio da aparência turva. Este índice pode servir de morada para microrganismos em suspensão, dessa maneira diminui a eficiência da desinfecção, exigindo um controle operacional da estação de tratamento. Quando a turbidez apresenta valor superior a 50 uT (unidade de Turbidez), requer a utilização do processo de filtração (VON SPERLING, 2014).

3.3.3. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica.

A condutividade elétrica da água deve ser expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). Até algum tempo atrás, a unidade mais usual para expressão da resistência elétrica da água era o mho (inverso de ohm), mas atualmente é recomendável a utilização da unidade S (Siemens).

Enquanto que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (FUNASA, 2014).

3.4. PARAMETROS QUÍMICOS

3.4.1. pH

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio, em escala anti-logarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VEIGA, 2005).

O valor do pH pode variar de 0 a 14, a água é considerada ácida quando este valor é abaixo de 7, acima de 7 a água é considerada alcalina. De acordo com BRASIL (2016) o valor aceitável para águas de sistema de distribuição deve estar entre 6 e 9,5.

O pH é um dos índices de maior importância nas etapas do tratamento da água, é responsável por melhorar o processo de coagulação, desinfecção, controle da corrosividade e remoção da dureza. Deve ser analisado antes e depois da adição de produtos químicos. Este índice provoca danos à saúde somente em valores muito baixos ou muito elevados (VON SPERLING, 2014).

3.4.2. Cloreto

Todas as águas naturais, independente da escala, contém íons que são resultantes da dissolução de minerais. No caso dos cloretos, o mesmo é originado da dissolução de sais. Quando este cloreto está em determinadas concentrações ele confere um sabor salgado à água.

Este parâmetro é utilizado frequentemente para caracterização das águas de abastecimento brutas (VON SPERLING, 2014). O valor máximo permitido de acordo com o padrão de potabilidade disponível pelo Ministério da Saúde na portaria nº 2.914 (2011) é de 250 mg/L.

3.4.3. Dureza

Quando ocorre a concentração de cátions multimetálicos em solução, geralmente os cátions que estão relacionados à dureza são os cátions bivalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} . Esta dureza é originada pela dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio. Não se tem indício de que a dureza origine problemas sanitários, inclusive estudos em locais com maior dureza na água apontaram menor incidência de doenças cardíacas.

Existem fatores indicativos de águas com dureza elevadas, pois em determinadas concentrações causam sabor desagradável e causam efeitos laxativos, assim como reduz a espuma gerando maior gasto de sabão, sendo também responsáveis pelo surgimento de incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em razão da maior precipitação desses sais (VON SPERLING, 2014). De acordo com o padrão de potabilidade o valor máximo permitido para dureza total disponível pelo Ministério da Saúde na portaria nº 2.914 (2011) é de 500 mg/L.

Quanto ao tratamento e abastecimento público de água, existe a classificação em relação à dureza da água: quando a dureza está abaixo de 50 mg/L de CaCO_3 a água se encontra mole; quando está entre 50 e 150 mg/L de CaCO_3 a dureza é classificada como moderada; entre 150 e 300 mg/L a água é considerada dura; acima de 300 mg/L água muito dura (VON SPERLING, 2014).

3.4.4. Alcalinidade

A capacidade que a água possui de neutralizar ácidos denomina-se alcalinidade. É, normalmente, função dos carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos contidos na água e é tido como indicador da concentração destes constituintes. A alcalinidade total refere-se à soma das cargas negativas equivalentes dos ânions HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2BO_3^- , somada ao excesso dos íons OH^- sobre os íons H^+ (VEIGA, 2005).

Em águas superficiais a alcalinidade pode ser proveniente à presença de grandes quantidades de algas, elas removem o dióxido de carbono da água, elevando seu pH. Águas de caldeira e águas tratadas quimicamente apresentam alcalinidade devida a hidróxidos e carbonatos

A distribuição entre as três formas de alcalinidade na água (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos) é função do seu pH: pH > 9,4 (hidróxidos e carbonatos); pH entre 8,3 e 9,4 (carbonatos e bicarbonatos); pH entre 4,4 e 8,3 (apenas bicarbonatos). Verifica-se, assim, que na maior parte dos ambientes aquáticos a alcalinidade é devida exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃ (FUNASA, 2014).

3.4.5. Nitrogênio

O nitrogênio em recursos hídricos pode apresentar-se de diversas formas, como: nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), amônia (NH₃), nitrogênio molecular (N₂) e nitrogênio orgânico. Os nitritos geralmente estão ausentes nas águas subterrâneas, pois são rapidamente convertidas a nitrato pelas bactérias. (VEIGA, 2005).

É um elemento indispensável para o crescimento das algas, quando em grande quantidade, também pode levar a um processo de eutrofização de lagos e represas.

3.5. LEGISLAÇÕES VIGENTES

No Brasil foi criada a Lei nº 9.433, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, onde seus principais objetivos são (BRASIL, 1997):

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- Prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

A CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) através das características quantitativas da água, classifica os corpos hídricos em diferentes categorias, auxiliando no monitoramento da qualidade da água, além de indicar para quais finalidades determinados corpos hídricos podem ser utilizados. A Resolução 357/200 é alterada e complementada pela Resolução CONAMA nº

397/2008 (BRASIL, 2008) e Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), fornece os padrões de lançamentos de efluentes. Segundo as resoluções, os efluentes gerados em qualquer fonte poluidora só poderão ser lançados nos corpos receptores após tratamento e desde que obedecem às normas e padrões exigidos, além de que eles não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidades em desacordo com o seu enquadramento.

Em 2010 a Agência Nacional de Águas – ANA – diante da necessidade de ampliar e integrar o monitoramento da qualidade da água no Brasil criou o Programa Nacional da Qualidade das Águas (PNQA), que objetiva ampliar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais do Brasil, de forma a orientar a elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores com rios e reservatórios, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos (ANA, 2012).

E para garantir que a população consuma água com padrões aceitáveis, o Ministério da Saúde através da Portaria nº 2.914/11 (BRASIL, 2011), dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

3.6. A EMPRESA

Segundo Paulo (2018), Fortaleza teve seu primeiro sistema de abastecimento de água inaugurado em 29 de setembro de 1866, utilizando as fontes do sítio Benfica. Já no século XX, ao final dos anos 60, o Ceará contava com 89 sistemas de abastecimento de água: 25 operados pela Fundação Serviços de Saúde Pública – Fsesp, 32 pela Companhia de Água e Esgoto do Nordeste – Caene, 09 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – Dnocs e o de Fortaleza pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgoto do Estado do Ceará – Saagec, que administrava também a pequena rede de esgotos existente.

O 1º de sistema de esgoto da Capital foi projetado por João Felipe em 1911 e começou a funcionar em 1927. Cobria o pequeno centro da cidade. Em 1956, tinha um emissário de 600 m de extensão e uma estação elevatória na Praça do Passeio Público.

Em 1966, Fortaleza contava com 39 mil metros de rede coletora de esgoto cobrindo 5,7% da população. Em 1971, a malha atingiu 53 mil metros beneficiando 8% dos fortalezenses. No período, apenas 54,8% de Fortaleza era abastecida.

Foi criada então, sob a forma de Empresa de Economia Mista, a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – Cagece, através da lei 9.499, de 20 de julho de 1971. Com investimentos em infraestrutura a CAGECE construiu entre os anos de 1977 e 1978 o emissário submarino de Fortaleza e em 1981, o sistema Pacoti-Riachão-Gavião. Em 92, a Cagece construiu o açude Pacajus e entre os anos de 1996 e 1998 executou o projeto Sanear I que elevou de 18% para 60% o esgotamento sanitário da Capital. A partir do ano de 2001, quando completou 30 anos de fundação, a Cagece implementou uma nova arquitetura organizacional e investiu em planejamento estratégico. Já em 2010 a companhia recebeu a certificação pela *International Organization for Standardization* (ISO) - ISO 9001 de 12 lojas da capital e 2 lojas de atendimento em Juazeiro do Norte. Em 2012 recebeu a certificação ISO/IEC 17.025:2005. Em 2016 recebeu a Certificação Ambiental – ISO 14000.

A empresa é dividida em sete diretorias, a saber: Diretoria de Mercado, Diretoria de Engenharia, Diretoria Jurídica, Diretoria da Presidência, Diretoria de Planejamento e Captação de Recursos, Diretoria de Gestão Corporativa e Diretoria de Operações. Sendo a esta última vinculada a Gerência de Controle de Qualidade de Produto que está situada no laboratório central da Cagece, que foi objeto de estudo no presente relatório (CEARÁ, 2018).

O Sistema de Gestão da Qualidade (SGC) foi iniciado na Cagece em 2005. Sua implantação tem como referência a Norma NBR ISO 9001.

3.6.1. O laboratório Central

O laboratório central é responsável pela aferição da qualidade do produto distribuído na capital, é constituído de oito unidades laboratoriais dentro do mesmo prédio. Cada unidade laboratorial possui atribuições diferentes. Divisão essa feita de acordo com a operação realizada. A distribuição ocorre da seguinte maneira (CEARÁ, 2018):

1. Unidade Físico-Química de Águas Residuárias: realiza análises físico-químicas do esgoto bruto e tratado;
2. Unidade Físico-Química de Águas: realiza análises físico-químicas de água bruta e tratada (Unidade em que foi realizado o estágio do presente relatório);
3. Unidade de Microbiologia: realiza as análises microbiológicas de água tratada e esgoto;
4. Unidade de Hidrobiologia: realiza análises de cianotoxinas nas águas bruta e tratada;
5. Unidade de Orgânicos e Inorgânicos: realiza análises de THM, COVs em águas tratadas;
6. Unidade de Preparação de Reagentes e Soluções: distribui insumos para realização das análises nas demais unidades;

7. Unidade Administrativa: trata da gestão dos processos de apoio técnico-administrativo do Laboratório Central.
8. Unidade de Inspeção de Amostras: recebe amostras dos clientes internos e externos bem como as distribui às outras unidades para realização de análises.

Figura 1- O Laboratório Central



Fonte: PAULO (2018).

Cada análise de água ou esgoto realizada nas unidades laboratoriais possui um POP (Procedimento Operacional Padrão) que guia a execução das tarefas aos analistas e técnicos. Estes documentos possuem revisões periódicas exigida por um prazo máximo de 2 anos. Além dos POPs, o laboratório central também possui muitos outros documentos controlados que norteiam as atividades e tarefas inerentes ao processo, entre eles, o manual da qualidade, procedimentos gerenciais, formulários, fichas, todos disponíveis em meios físicos e/ou on-line de fácil acesso disposto na intranet da empresa.

Vale ressaltar que sempre que alguma anormalidade ocorre na rotina laboral é realizado registro formal de não-conformidade e ações são realizadas no sentido de dirimir ou mitigar essa falha.

4. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o estágio todas as atividades foram realizadas na unidade de análises físico-químicas de águas (UFQA), situada no laboratório central da Cagece. O laboratório é responsável por realizar todas as análises físico-químicas de água brutas e tratadas. As metodologias para as análises são descritas no “Standard for the Examination of Water and Wastewater 23ª edição. (2017)”, sendo todas elas verificadas qualitativamente com observância da norma 9001:2015 da ABNT, que certifica a eficiência dos processos.

4.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

4.1.1. Cor

O método de determinação consiste na comparação visual da amostra com solução padrão de cor previamente preparada.

Utiliza-se dois tubos de vidro com fundo chato, situados em um suporte de acrílico com iluminação ao fundo. Em um dos tubos adiciona-se uma quantidade de amostra e no outro tubo o padrão de cor, até que a mesma tonalidade da cor da amostra e do padrão se igualem.

Figura 2-Tubos de Nessler para análise de cor



Fonte: Autoria própria, 2018.

4.1.2. pH

Para a medida do pH utiliza-se cerca de 100mL da amostra, e sua determinação foi feita em pHmetro digital marca Digimed modelo DM-23, equipados com eletrodo de vidro e previamente calibrados com soluções padrões.

Figura 3- pHmetro



Fonte: Autoria própria, 2018.

4.1.3. Condutividade Elétrica

Para a medida da condutividade utiliza-se cerca de 100mL da amostra, e sua determinação foi feita em condutivímetro digital marca HACH, equipado com eletrodo de vidro e previamente calibrado com soluções padrões.

4.1.4. Alcalinidade Total

Consiste em um método volumétrico de neutralização, onde a amostra é transferida para um Erlenmeyer. São adicionadas 3 gotas de fenolftaleína sob agitação. Se a amostra apresentar coloração, titula-se com ácido sulfúrico até ficar incolor e em seguida adiciona-se 5 gotas de indicador misto; se ao adicionar a fenolftaleína amostra permanecer incolor, adiciona-se 5 gotas de indicador misto. Titula-se com ácido sulfúrico até a virada da cor azul para salmão. Anota-se o volume gasto (Vg). Com o volume gasto (Vg) determina-se a alcalinidade total (AT), segundo a equação abaixo:

$$AT(\text{ppm CaCO}_3) = Vg \times 20$$

Equação 1

4.1.5. Turbidez

A turbidez das soluções é determinada em um turbidímetro SL 2K marca HACH instrumentação LTDA modelo 2100-Q, previamente calibrado com uma solução padrão de 10 uT.

Esta determinação consiste no método nefelométrico, um equipamento com luz de tungstênio e detectores fotoelétricos, capazes de detectar a luz que é dispersa em um ângulo de 90° com a luz incidente.

Figura 4- Turbidímetro



Fonte: Autoria própria, 2018

4.1.6. Cloretos

Consiste em uma técnica volumétrica de precipitação (método de Mohr) utilizando-se solução padrão de AgNO_3 (0,1 mol/L). São transferidos para um Erlenmeyer 25mL da amostra e adicionados 1mL de cromato de potássio como indicador, titulando-se com nitrato de prata até a cor amarelo tijolo e anotando-se o volume gasto. A concentração de cloreto em mg/L é determinada seguindo a equação abaixo:

$$\text{Cloretos (mg/l)} = \frac{m_{\text{mg}} \times 1000}{25}$$

Equação 2

4.1.7. Nitrogênio Total

Para a determinação deste método, é utilizado uma coluna de cádmio e um espectrofotômetro HACH, DR-3900

Inicialmente são coletados 10 ml da amostra e transferidos para um Becker, depois é adicionada uma gota de hidróxido de sódio 6M e 40 ml de uma solução de cloreto de amônio com EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético). O hidróxido de sódio oxida o nitrogênio da amostra em nitrato, em seguida, a amostra é passada pela coluna redutora de cádmio, que vai reduzir os nitratos a nitritos. Depois, adiciona-se o reagente de cor. Após dez minutos de reação a coloração rósea aparece, com uma cubeta de 1 cm de caminho ótico é feita a leitura da absorbância em um comprimento de onda de 543nm.

Figura 5- Colunas redutoras de cádmio para análise de nitrogênio total e nitrato



Fonte: Autoria própria, 2018.

4.1.8. Nitrato

Para a determinação deste método, é utilizado uma coluna de cádmio e um espectrofotômetro UV-HACH, DR-3900

Inicialmente são coletados 10 ml da amostra e transferidos para um Becker, depois são adicionados 30 ml de uma solução de cloreto de amônio com EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético). A amostra é passada pela coluna de cádmio que reduz o nitrato em nitrito. Depois adiciona-se o reagente de cor, após dez minutos faz-se a análise da concentração de nitrito no espectrofotômetro com uma cubeta de 1cm de caminho ótico. Para se obter a concentração de nitrato é feita a subtração os valores de concentração encontrados na análise de nitrato pelos valores encontrados na análise de nitrito.

4.1.9. Nitrito

Para a determinação deste método, é utilizado espectrofotômetro UV-Hach, DR-3900

Em um Becker é coletado 50 ml da amostra a ser analisada, são adicionados 2 ml do reagente de cor para Nitrito, paralelamente faz-se a prova em branco utilizando água deionizada. Após dez minutos de reação a coloração rósea aparece indicando a presença de nitrito, com uma cubeta 10 mm é feita a leitura da absorbância em um comprimento de onda de 543nm.

Figura 6- Espectrofotômetro



Fonte: Autoria própria, 2018.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de seis de estágio realizado na Unidade de Análises Físico-Químicas de águas (UFQA) da Cagece, foi possível realizar todas as análises contidas nos procedimentos operacionais do laboratório, sempre com assistência de um dos técnicos. Foi possível também, relacionar as práticas realizadas diariamente no laboratório com os conhecimentos teóricos adquiridos na universidade, por exemplo, nas disciplinas de química analítica e laboratório de química analítica, usando os conhecimentos de titulação e padronização de soluções.

Nos laboratórios de análises da Cagece, todas as análises seguem um procedimento operacional prático, que é seguido à risca para que sejam evitadas não conformidades. Todos os estagiários são supervisionados a todo momento por um dos técnicos, não podendo, por ordens da empresa, realizar prática alguma sem supervisão. Todas as análises são muito criteriosas e requerem uma atenção redobrada do analista.

O estágio foi de grande importância para completar minha formação acadêmica e pessoal, pois foi possível vivenciar a jornada de trabalho dos técnicos de laboratório de uma empresa estadual de distribuição de água, aprendendo a trabalhar em grupo, a resolver problemas, a lidar com pessoas, aprender a manter sempre ética e o profissionalismo em um ambiente de trabalho, a cumprir prazos e horários, e a entender a importância do que está sendo realizado, a importância de se manter padrões de qualidade de água para suas variadas finalidades: água bruta, água para distribuição em rede, água de hemodiálise.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama de qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**, Agência Nacional de Águas, Brasília, ANA, 2012.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, Taubaté - SP, v. 4, n. 1, p. 75-108, abr. 2007. Disponível em: <<http://rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/116>>. Acesso em: 28 fev.2019

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 91. 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2884120/RDC_91_2016_COMP.pdf/99de6998-22c0-4ec4-8811-4762a414f598?version=1.0>. Acesso em: 28 fev.2019.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera, o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM>. Acesso em: 25 fev.2019.

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. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf>. Acesso em: 25 fev.2019.

CEARÁ, Companhia de Água e Esgoto do. **História da Companhia**. 2018. Disponível em: <<https://cagece.com.br/a-empresa/historia>>. Acesso em: 01 set. 2018.

D'AGUILA, Paulo S.; ROQUE, Odir Clécio C.; MIRANDA, Carlos Alberto S.; FERREIRA, Aldo. P. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Cadernos de Saúde Pública, Nova Iguaçu, 2000, p. 791-798.

FUNASA. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2019.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 2004. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2019.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade de água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez. 2002. Disponível em: <http://taquari.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf>. Acesso em: 25 fev.2019.

PAULO, Vanessa Rodrigues de. **Aplicação prática de dois conceitos de autores clássicos da qualidade e dois conceitos de autores contemporâneos da qualidade na Empresa Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – Cagece**. Fortaleza: 2018.

PORTO, Mônica F. A; PORTO Rubem La Laina. **Gestão de Bacias Hidrográficas**. Universidade de São Paulo, 2008.

_____. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 25 fev.2019.

_____. Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º do art. 34 da Resolução CONAMA nº 357/05 e acrescenta os §6º e 7º Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 abr. 2008. Seção 1, p. 69-68.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 mai. 2011. Seção 1, p. 89. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/CONAMA_430_2011.pdf>. Acesso em: 25 fev.2019.

VEIGA, Graziella da. **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUA DE POÇOS DE DIFERENTES CIDADES DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA E EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE ALGUMAS EMPRESAS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS**. Florianópolis: Universidade de Santa Catarina, 2005. 55 p.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4.ed - Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.