



PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – PROGRAD  
UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA  
AFRO-BRASILEIRA – UNILAB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – ICEN  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E  
MATEMÁTICA – CNeM

JACINTO PEDRO NICOLAU

FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)  
NO MUNICÍPIO DE MARANGUAPE-CE: PARÂMETROS, QUALIDADE E  
DISTRIBUIÇÃO.

ACARAPE-CE  
2016  
JACINTO PEDRO NICOLAU

FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) NO  
MUNICÍPIO DE MARANGUAPE-CE: PARAMETROS, QUALIDADE E  
DISTRIBUIÇÃO.

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção de grau licenciado no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Química, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza - ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia AfroBrasileira – UNILAB, sob a orientação do professor Dr. Kelber dos Anjos de Miranda.

ACARAPE-CE  
2016

**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira  
Direção de Sistema Integrado de Bibliotecas da UNILAB (DSIBIUNI)  
Biblioteca Setorial Campus Liberdade  
Catalogação na fonte**

**Bibliotecário: Gleydson Rodrigues Santos – CRB-3 / 1219**

---

N536f Nicolau, Jacinto Pedro.

Funcionamento da Estação de Tratamento de Água (ETA) no município de Maranguape-CE: parâmetros, qualidade e distribuição. / Jacinto Pedro Nicolau. – Acarape, 2016.

40 f.; 30 cm.

Monografia apresentada do Curso de Ciências da Natureza e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (ICEN) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB.

Orientador: Prof. Dr. Kelber dos Anjos de Miranda.

Inclui figuras, gráficos, tabelas e referências.

1. Desenvolvimento de recursos hídricos - Ceará. I. Título.

CDD 333.9100981

---

JACINTO PEDRO NICOLAU

FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) NO  
MUNICÍPIO DE MARANGUAPE-CE: PARAMETROS, QUALIDADE E  
DISTRIBUIÇÃO.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Kelber dos Anjos de Miranda (Orientador)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira -UNILAB

---

Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca (Examinador)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira -UNILAB

---

Profa. Dra. Regilany Paulo Colares (Examinadora)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira -UNILAB

## AGRADECIMENTOS

Certo que durante a longa caminhada muitos contribuíram direta ou indiretamente para esta realização.

A Deus todo poderoso por me conceder a oportunidade de concretizar este sonho.

À Teresa José António, minha esposa companheira e motivadora, mesmo à distância soube me apoiar nos momentos difíceis.

Ao senhor António Nicolau, meu pai que sempre se preocupou em ver o seu filho formado.

À senhora Maria Pedro Cany, minha mãe que demonstrou sempre o seu amor incondicional de uma mãe.

Ao meu orientador professor doutor Kelber Miranda pelo contributo na elaboração deste trabalho

Ao Adão (Gingongo), amigo e apoiador da minha formação.

À Maria, esposa do Adão com seu encorajamento.

Ao José (Zeloy), amigo pelo seu apoio sempre que precisei.

Ao António (Man-Tony), amigo e conselheiro.

Ao Capitão Nicolau, irmão amigo por todo apoio mesmo à distância.

À Marta António, irmã sempre no meu lado.

Ao Pedro Nicolau, irmão pelo encorajamento. À

Alice Nicolau, irmã pelas suas contribuições Ao

Nicolau Panzo, irmão pelos incetivos.

À Rosita Nicolau, irmã pelo incetivo.

Ao Fernando Nicolau, irmão.

Ao Carlos Subuhana, prof. Dr. Amigo e padrinho do nosso filho Júlio, pela sua disponibilidade.

Ao Gilson (Mugingo), amigo com o seu humor.

A todos os colegas do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matematica que caminhamos junto na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (UNILAB).

Aos meus amigos de nacionalidades diferentes nomeadamente, Guine-Bissau, Cabo Verde, São Tomé e Príncipe, Timor Leste, Moçambique, Angola e Brasil que contribuíram direta ou indiretamente nesta caminhada.

Ao professor Doutor José Berto Neto professor do INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E  
DA NATUREZA – ICEN, pelo seu contributo

A professora Doutora Regilany Paulo Colares pela dedicação e paciência que sempre esteve  
comigo

Ao professor Doutor Lourenço O'cuni Cá com os seus métodos de ensino e pesquisa que  
contribuíram bastante para minha formação

Só percebemos o valor da água depois que a fonte seca.

Proverbio popular

## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

Tabela 1- Valores recomendados para os parâmetros de floculação mecânica e hidráulica.....	21
Tabela 2- padrão microbiológico da água .....	23
Tabela 3- padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção .....	23
Tabela 4- Principais Doenças Veiculadas pela Água e os Agentes Causadores .....	25
Figura 1- Localização da ETA .....	26
Figura 2. Esquema de tratamento de água da ETA .....	27
Figura 3- Localização do Açude Gavião e o município de Maranguape-CE .....	27
Figura 4 – Esquema de constituição do meio filtrante .....	28
Figura 5- Torre de distribuição .....	30
Figura 6- Casa da Química .....	31
Figura 7 - Estoque de produtos químicos .....	31
Figura 8 - Torneiras de água bruta e tratada dentro do laboratório .....	32
Figura 9 - Equipamento para determinar a turbidez .....	32
Figura 10 - Equipamento para a determinação do cloro residual livre .....	33
Figura 11: pHmetro PG 1800 equipamento para determinar o pH .....	34
Gráfico 12- Valores de turbidez em média da água bruta e tratada 20/03/2016 .....	35
Gráfico 2: Valores de turbidez em média no dia 23/08/2016 .....	35
Gráfico 3: Cor aparente média da água após o tratamento e antes do dia 20/03/2016 .....	36
Gráfico 4: Cor aparente média da água após o tratamento e antes do dia 23/08/2016 .....	36
Gráfico 5. pH média antes e depois de tratamento do dia 23/03/2016 .....	37
Gráfico 6. valores de pH registrados no dia 23/08/2016 .....	37
Gráfico 7: Valores de cloro residual determinados na visita do dia 23/03/2016 .....	38
Gráfico 8: Valores de cloro residual determinados na visita do dia 23/08/2016 .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETA- Estação de Tratamento de Água

CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente  
pH-  
Potencial Hidrogeniônico

OMS- Organização Mundial de Saúde

UN-BME - Unidade de Negócio Bacia Metropolitana

PAC - Policloreto de Alumínio uC- Unidade de Cor

NaClO - Hipoclorito de sódio

H<sub>2</sub>O - Água

VMP- Valores Máximos Permissíveis

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVOS.....	13
Geral.....	13
Específicos .....	13
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	14
3.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	14
3.2.1 Parâmetros físicos .....	14
3.2.1 Cor .....	14
3.2.2 Turbidez .....	14
3.1.4 Sabor e odor .....	14
3.1.1.6 Condutividade .....	15
3.1.2. Parâmetros Químicas .....	15
3.1.2.1 pH .....	15
3.1.2.1 Alcalinidade .....	16
3.1.2.1 Acidez .....	16
3.1.2.1 Dureza .....	16
3.1.2.2. Acidez .....	16
3.1.2.3 Cloretos, sulfatos e sólido totais .....	16
3.1.2.3. Ferro e Manganês .....	17
3.1.2.3 Produtos farmacêuticos .....	17
3.1.3 Parâmetros Hidrobiológicas .....	17
3.1.3.3 Bactérias .....	18
3.1.3.4 Algas .....	18
3.1.3.4 Vírus .....	18
3.1.3.5 Algas e Protozoários .....	18

3.2	DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA .....	18
3.2.1.	Estações de tratamento de água convencionais .....	19
3.2.2.	Estações de filtração direta .....	19
3.2.3.	Estações de flotação a ar dissolvido .....	19
3.2.2	Coagulação e mistura rápida .....	19
3.2.3	Floculação .....	20
3.2.3	Decantação e Sedimentação .....	21
3.2.4	Filtração .....	21
3.2.5	Desinfecção, Cloração e outros processos .....	22
3.3	Legislatura aplicada .....	22
3.3.1.	Portaria 2914 (2011)- Ministério da Saúde .....	22
3.3.2.	Padrões de potabilidade .....	22
4.	METODOLÓGICOS E MATERIAIS .....	25
4.1	Local de estudo.....	25
4.2	Pré-cloração .....	27
4.4	Tecnologia usada .....	28
4.5	Casa da Química .....	30
4.6	Estoque .....	30
4.7	Coletas de amostras dos filtros .....	31
4.8	Determinação da turbidez .....	31
4.9	Determinação do cloro residual .....	31
4.9.1	Determinação da cor aparente .....	33
4.9.3	Baseamento de dados ISO 9001 .....	33
5 .	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
7	CONCLUSÃO.....	39
8 .	REFERÊNCIAS .....	39

Resumo: O tratamento e análises da água destinada ao consumo humano são de fundamental importância para certificar que a mesma está isenta de micro-organismos ou substâncias químicas prejudiciais à saúde. Esta tarefa normalmente executada pelos serviços de saneamento por meio de uma estação de tratamento de água (ETA). Atualmente, o Ministério da Saúde através da portaria 2.914 de dezembro de 2011 estabelece os valores máximos permitidos (VMP) de diversas substâncias para a classificação da água como potável. O objetivo deste trabalho foi acompanhar o processo de tratamento e exame da água realizado na ETA “Unidade de Negócio Bacia Metropolitana UN-BME-Maranguape” de acordo com a portaria 2.914/2011. Inicialmente, a água captada do açude Gavião foi bombeada para a ETA. Ao chegar à estação de tratamento, a água foi tratada com PAC (policloreto de alumínio) e cloro (dicloroisocianurato de sódio), passou pelo filtro e recebeu. A água tratada então foi armazenada em um tanque e examinada por meio de parâmetros físicos e químicos tais como, pH (utilizando um pHmetro), turbidez (método nefelométrico), cor aparente e cloro residual (método colorimétrico). Para estar de acordo com as normas estabelecidas, o pH deve apresentar-se entre 5,5 e 9, a turbidez entre 20 e 50 unidades de Turbidez (uT), a cor aparente entre 5 e 20 unidades de Cor (uC) e o cloro residual com valor mínimo de 0,2 mg/L. Verificou-se que os valores obtidos para os parâmetros físicos e químicos através das análises realizadas pelo laboratório de controle da qualidade da água da ETA UN- BME-Maranguape durante o processo de tratamento da água apresentaram-se de acordo com aqueles exigidos pela portaria 2.914 de dezembro de 2011. Os exames bacteriológicos foram realizados em outro laboratório fora da ETA. Conclui-se então que a água distribuída pela ETA foi considerada isenta de micro-organismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde da população.

Palavras-chave: ETA, pH, turbidez, cor aparente, cloro residual.

Summary: The treatment and analysis of water intended for human consumption is of fundamental importance to certify that it is free of micro-organisms or chemicals harmful to health. This task normally carried out by the sanitation services through a water treatment plant (ETA). Currently, the Ministry of Health through decree 2,914 of December 2011 establishes the maximum permitted values (VMP) of various substances for the classification of water as drinking. The objective of this work was to follow the water treatment and examination process carried out in the ETA "Metropolitan Basin Business Unit UN-BME-Maranguape" in accordance with ordinance 2,914 / 2011. Initially, the water abstracted from the Gavião dam was pumped to ETA. Upon arriving at the treatment plant, the water was treated with PAC (aluminum polychloride) and chlorine (sodium dichloroisocyanurate), passed through the filter and received. The treated water was then stored in a tank and examined by physical and chemical parameters such as Such as pH (using a pH meter), turbidity (nephelometric method), apparent color and residual chlorine (colorimetric method). In order to comply with the established standards pH must be between 5.5 and 9, turbidity between 20 and 50 Turbidity units (uT), the apparent color between 5 and 20 units of Color (uC) and residual chlorine with a minimum value of 0.2 mg / L. It was verified that the values obtained for the physical and chemical parameters through the analyzes carried out by the water quality control laboratory of the UN-BME-Maranguape ETA during the water treatment process were presented according to those required by ordinance 2,914 Of December 2011. The bacteriological tests were carried out in another laboratory outside the ETA. It is concluded that the water distributed by ETA was considered to be free from microorganisms or chemical substances that may be harmful to the health of the population.

Key words: ETA, pH, turbidity, apparent color, residual chlorine.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história a qualidade e a quantidade de água disponível ao homem têm sido de vital importância para o seu bem-estar. Esta tarefa normalmente é executada pelos serviços de saneamento por meio de uma estação de tratamento de água (ETA). Em países com baixos investimentos em tratamento de água seja ela convencional ou não, é notório a elevada taxa de mortalidade infantil, dados que podem ser acessados no site da Organização das Nações Unidas, através dos relatórios publicados anualmente.

Em Angola o país na qual sou cidadão, o tratamento de água é realizada pela Empresa Pública de Águas-EPAL, mas que não é suficiente para atender a demanda os processos realizados pela referida empresa compreende os seguintes: Pré-cloração, Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração e Desinfecção.

Atualmente, o Ministério da Saúde através da portaria 2.914 de dezembro de 2011 estabelece os valores máximos permitidos (VMP) de diversas substâncias para a classificação da água como potável. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morram por ano em virtude de doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreia (BRAGA et al., 2005). A contaminação da água é ocasionada por diversos fatores tais como, lançamento de contaminantes emergentes como fármacos (analgésicos, anti-inflamatórios, antibióticos); de produtos de cuidado pessoal como (fragrâncias, bronzeadores); de produtos químicos industriais (bisfenol-A, alquilfenóis),

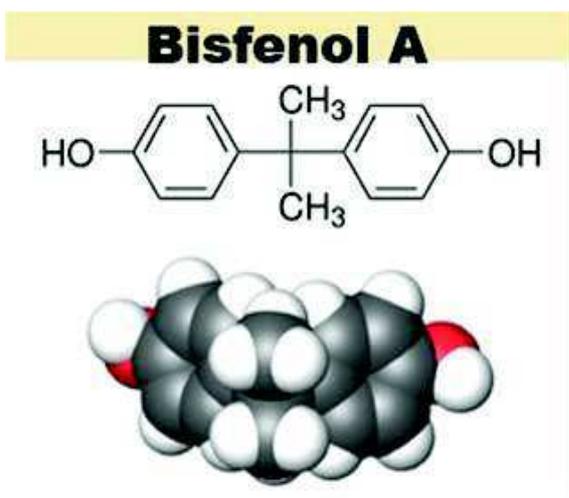


Tabela IV - Compostos fenólicos aplicados por Lenghaus *et al* [30] para a síntese de resinas.  
[Table IV - Phenolic compounds applied by Lenghaus *et al* [30] for the resins synthesis.]

	Xilenóis		Para-alkilfenóis			
Estrutura molecular do composto fenólico						
Nome químico	Fenol	3,5-dimetilfenol	Para-metilfenol	Para-etilfenol	Para-n-propilfenol	Para-isopropilfenol
Razões F/P usadas na síntese das resinas	1,0* 1,2 1,8	1,0* 1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

\* Resinas que não foram curadas antes da pirólise

de esgoto não tratado e outros detritos nos rios e lagos. Deste modo, a água de rios e lagos podem abrigar organismos que causam doenças ao homem. Vários compostos químicos

utilizados na agricultura também causam contaminação da água. Os contaminantes presentes na água podem conferir cor, sabor e cheiro desagradáveis (RICHTER, 2009).

A qualidade da água após o tratamento pode ser verificada através da avaliação de diferentes parâmetros, sendo estes agrupados em três categorias: 1) parâmetros físicos (Cor, Turbidez, Temperatura, Sabor e Odor); 2) parâmetros químicos (pH, Alcalinidade, Acidez, Dureza, Cloretos, Ferro, Manganês, , Matéria Orgânica, Nitrogênio e micro poluentes inorgânicos e Orgânicos; e 3) Características biológicas que compreendem organismos indicadores (coliformes fecais), algas etc. De acordo com a Companhia de Água e Esgoto do Ceará, cabe a mesma contribuir para a melhoria da saúde e qualidade de vida, provendo soluções em saneamento básico, com sustentabilidade econômica, social e ambiental.

O objetivo deste trabalho foi acompanhar o processo de tratamento e exame da água realizado na ETA UN-BME-Maranguape e verificar se os valores obtidos para os parâmetros físicos e químicos através das análises realizadas pelo laboratório de controle da qualidade da água durante o processo de tratamento apresentaram-se de acordo com aqueles exigidos pela portaria 2.914 de dezembro de 2011.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Compreender o funcionamento de uma ETA para a distribuição de água potável para o consumo humano.

### 2.2 Objetivos específicos

- Observar o funcionamento dos equipamentos de uma ETA;
- Avaliar os procedimentos realizados pelos profissionais de acordo com os padrões oficiais exigidos;
- Verificar a qualidade da água através de análises sistemática de uma estação de tratamento de água;

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.3 Parâmetros de qualidade da água

##### 2.3.1 Parâmetros físicos

###### 2.3.1.1 Cor

cor da água é decorrente de sua capacidade em absorver certas radiações do espectro visível e é devida, geralmente, às substâncias de origem mineral e orgânica dissolvidas no estado coloidal ou em suspensão. Quando a matéria em suspensão está presente, a cor é aparente. A cor aparente é determinada sem centrifugação ou sem filtração prévia da amostra. A água pura é virtualmente ausente de cor, adquirindo cor azulada em grandes espessuras, que faz a beleza dos lagos de regiões montanhosas. A cor marrom-amarelada, característica de muitas águas superficiais, geralmente se deve à presença de matéria proveniente da decomposição de vegetais (RICHTER, 2009).

###### 2.3.1.1.1 Turbidez

A turbidez é uma propriedade ótica da água que causa a dispersão e absorção de um feixe de luz incidindo em uma amostra, em vez de sua transmissão em linha reta. Decorre da presença de partículas em suspensão variando em tamanho desde suspensões grosseiras até o estado coloidal. A natureza dessas partículas é muito variada: argila e silte, matéria orgânica, material proveniente de descargas de esgotos domésticos e industriais e de galerias de água pluvial, bactérias, algas e outros micro-organismos e até pequenas bolhas de ar (BRAGA et al., 2005; RICHTER, 2009).

###### 2.3.1.2 Sabor e odor

As características de sabor e odor são consideradas em conjunto, pois são intimamente relacionadas e facilmente confundidas. Reconhecem-se apenas quatro sabores: azedo, doce, amargo e salino. Substâncias inorgânicas na água produzem sabor geralmente sem produzir odor. Por sua vez, a matéria orgânica presente na água pode produzir tanto sabor como odor. (BRAGA et al., 2005; RICHTER, 2009; VON SPERLING, 1996).

### 2.3.1.3 Condutividade

A condutividade elétrica é a capacidade da água em conduzir a eletricidade. É definida como recíproca da resistividade e é indicativa da facilidade com a qual um material é capaz de conduzir uma corrente elétrica, (RICHTER, 2009). A condutividade depende da concentração, do tipo e da carga dos íons em solução. Ex. Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e H<sup>+</sup> a condutividade também está relacionada com a mobilidade do íon. entre os três, o H<sup>+</sup> tem condutância igual a 349,82 ohm<sup>-1</sup>cm<sup>2</sup> e o K<sup>+</sup> é 73,52 e o Na<sup>+</sup> é 50,11

$$\frac{Q}{\Delta t} = KA \frac{\Delta \theta}{L}$$

Q – Energia transferida como calor - J

Δt – intervalo de tempo - s

K – condutividade térmica - W/(m.K)

A – área – m<sup>2</sup>

L – espessura – m

Δθ – variação de temperatura – K

### 2.3.2 Parâmetros Químicos

#### pH

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14. A medição do pH pode ser realizada facilmente por meio do aparelho chamado pHmetro, ou por métodos colorimétricos. Diferentes valores de pH estão associados a diferentes faixas de atuação ótima de coagulantes e frequentemente o pH necessita ser corrigido antes e/ou depois da adição de produtos químicos no tratamento (VON SPERLING, 1996; RICHTER, 2009).

O pH de uma solução é o cologarítimo decimal de base dez, conforme expresso abaixo:

$$\text{colog} [\text{H}^+] = - \log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}, \text{ em mol/L}$$

#### 3.1.2.2. Alcalinidade

A alcalinidade é uma medida da capacidade da água de neutralizar ácidos. Os principais íons constituintes da alcalinidade são; bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). Mede-se a alcalinidade titulando uma amostra da água com ácido e determinando o equivalente de hidrogênio (VON SPERLING, 1996; RICHTER, 2009).

#### 3.1.2.3. Acidez

Capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases. Águas superficiais ácidas geralmente têm sua acidez originada em esgotos industriais ácidos ou por lixiviação ou infiltração de águas naturais de minas. A maioria das águas naturais é tamponada por um sistema constituído de ácido carbônico dissolvido  $\text{H}_2\text{CO}_3$  e bicarbonatos  $\text{HCO}_3^-$ , geralmente com um pH entre 6 e 8,3 (VON SPERLING, 1996; RICHTER, 2009).

#### 3.1.2.4. Dureza

É uma característica conferida à água pela presença de alguns íons metálicos bivalentes, principalmente os de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e os de magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e, em menor grau, os de ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e de estrôncio ( $\text{Sr}^{2+}$ ). A dureza é reconhecida pela sua propriedade de impedir a formação de espuma com o sabão. Os sais de cálcio e magnésio reagem sobre os radicais dos ácidos graxos dos sabões formando compostos insolúveis antes que se forme a espuma (RICHTER, 2009).

#### 3.1.2.5. Cloretos, sulfatos e sólidos totais

O conjunto de sais normalmente dissolvidos na água, constituído por bicarbonatos, cloretos, sulfatos e, em menor concentração, outros sais, pode, em grandes concentrações, conferir à água sabor salino e propriedades laxativas. A presença de cloretos em concentrações maiores que normalmente encontradas nas águas superficiais da região, é uma indicação de poluição por esgotos domésticos (RICHTER, 2009; VON SPERLING, 1996).

### 3.1.2.6. Ferro e Manganês

O ferro e o manganês encontram-se frequentemente associados, e os problemas que sua presença na água provoca aos consumidores e aos processos de tratamento para sua remoção são semelhantes. Existem diversos métodos para a remoção do ferro e do manganês. O processo básico consiste em oxidação seguida por clarificação e filtração. Entre os processos de oxidação, o mais utilizado é a aeração, geralmente precedida por ajuste do pH, principalmente no tratamento de águas subterrâneas (RICHTER,2009; VON SPERLING, 1996).

### 3.1.2.7. Produtos farmacêuticos

A presença de produtos farmacêuticos na água atualmente é de séria preocupação, principalmente pela tendência de reuso. Podem ser detectados em fontes de água produtos de higiene pessoal (xampus, desodorantes), antibióticos e compostos que têm a capacidade de desorganizar o sistema hormonal. Especificamente com relação ao reuso da água, os produtos farmacêuticos são resistentes à biodegradação e não são removidos no tratamento dos esgotos, e, assim, tendem a se concentrar causando problemas como a feminização de peixes machos e níveis elevados de resistência a antibióticos (RICHTER, 2009).

### 3.1.3. Parâmetros biológicos

#### 3.1.3.1. Bactérias

Uma grande variedade de micro-organismos vive nas águas superficiais, a maior parte inofensiva ao ser humano. A pesquisa direta de patogênicos sejam eles vírus, bactérias, protozoários ou helmintos, é difícil e demorada. Por esse motivo, a possibilidade de contaminação fecal é avaliada pela determinação do número de bactérias coliformes, grupos de micro-organismos provenientes do intestino de mamíferos (incluindo homem), cuja presença na água indica a possibilidade de existência de organismos patogênicos (BRAGA et al.; RICHTER, 2009).

### 3.1.3.2. Algas e protozoários

As algas são plantas que contêm clorofila e que, por meio dela, realizam a fotossíntese, usualmente unicelulares, porém algumas espécies podem atingir vários metros de comprimento. Durante o dia, as algas produzem oxigênio na fotossíntese, contudo, durante a noite, liberam CO<sub>2</sub> pela respiração, reduzindo o pH e a alcalinidade. As algas são organismos que vivem principalmente nas águas doces e no mar e desempenham um papel importante na eutrofização de um manancial. A eutrofização (ou eutroficação) é um processo normalmente de origem antrópica (provocado pelo homem), ou raramente de ordem natural, tendo como princípio básico a gradativa concentração de matéria orgânica acumulada nos ambientes aquáticos. As algas são consideradas um transtorno porque causam problemas de odor, sabor e encurtam as carreiras de filtração. Os protozoários são organismos unicelulares, móveis, completamente fechados (RICHTER, 2009; BRAGA et al., 2005).

### 3.1.3.3. Vírus

Os vírus são pequeníssimos seres vivos, menores que as bactérias (menos de 0,3 mm) que consistem em apenas material genético encerrado em proteína. Pelo fato de muitas variedades de vírus serem de tamanho muito pequeno, instáveis na aparência e no comportamento, e ocorrerem em baixas concentrações nas águas naturais, a análise de vírus na água é extremamente difícil. Essa dificuldade é aumentada pelos limitados métodos de identificação (RICHTER, 2009).

## 3.2. Definição dos processos de tratamento de água

Para produzir água potável, a seleção de processos de tratamento de água deve ser feita de modo a permitir a remoção ou redução de determinados constituintes da água bruta. Assim, as principais condicionantes na escolha dos processos unitários são a natureza da água bruta e a qualidade desejada para a água tratada. A adoção do tipo mais adequado para uma determinada água deve ser feita em função das suas características físico-químicas e de sua tratabilidade, condição que, muitas vezes, tem sido negligenciada, trazendo em consequência sérios problemas operacionais em diversas instalações (BRAGA et. al; RICHTER, 2009). De um modo geral, as estações de tratamento de água atualmente utilizadas no Brasil pode ser classificadas em três categorias básicas:

- estações de tratamento convencionais
- estações de filtração direta
- estações de flotação a ar dissolvido (VON SPERLING, 1996; RICHTER, 2009).

### 3.2.1. Estações de tratamento de água convencionais

É a categoria que apresenta o maior número, seja em unidades usuais com decantadores de fluxo horizontal ou em unidades de alta taxa. O processo de tratamento e os tipos de produtos químicos são definidos a partir da análise da água bruta feita em períodos de estiagem e de chuvas. Assim, as diversas fases do processo de tratamento dependem das condições da água a ser captada, avaliadas por meio de cinco parâmetros: DBO, coliformes, pH, cloretos e fluoretos. (RICHTER, 2009; CONAMA /357-2005; VON SPERLING, 1996).

### 3.2.2. Estações de filtração direta

Atualmente, tem sido muito utilizadas, de certa forma de maneira um tanto indiscriminada, principalmente por serem de baixo custo com a eliminação dos tanques de decantação.

### 3.2.3. Estações de flotação a ar dissolvido

Apesar de ser uma aplicação relativamente recente, a primeira instalação deste tipo na América foi construída em 1992 na cidade de Joinville/SC. Praticamente seu campo de utilização é o mesmo das instalações convencionais. Admite cargas de turbidez de até 600 uT (RICHTER, 2009; CONAMA /357-2005; VON SPERLING, 1995). A cadeia de processos inclui as seguintes unidades:

- a) Pré-tratamento para produzir um floco flutuável
  - Mistura rápida
  - Flocculação reduzida (5-10 min)
  - Flotação, com taxas de até 400-600 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia
- b) Filtração, como polimento para remover flocos residuais, em unidades idênticas às usadas na decantação (RICHTER, 2009).

### 3.2.4 Coagulação e mistura rápida

Coagulação é a alteração físico-química de partículas coloidais de uma água, caracterizada principalmente por cor e turbidez, produzindo partículas que possam ser removidas em seguida por um processo físico de separação, usualmente a sedimentação. A coagulação envolve

inicialmente a mistura rápida do coagulante com a água e, em seguida, a agitação lenta do material coagulado para a formação dos flocos (GETÚLIO, 2005; RICHTER, 2009). Os coagulantes usuais incluem sais de alumínio ou de ferro. O coagulante mais utilizado tem sido o sulfato de alumínio -  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ . Em aplicações específicas, é comum a adição de polímeros, sílica ativada e bentonita como auxiliares de coagulação, (RICHTER, 2009). O pH de coagulação é um parâmetro crítico na eficiência do processo. Como o pH resultante depende do coagulante utilizado, da dose aplicada e da alcalinidade presente, há necessidade do conhecimento desses dados para otimizar o processo, o que geralmente é obtido com ensaios de coagulação (“jar-test”). Em instalações de tratamento mais importantes, pode ser conveniente o monitoramento da quantidade de coagulante aplicada (RICHTER, 2009; SILVEIRA, 2005).

### 3.2.5. Floculação

Floculação é um processo de juntar partículas coaguladas ou desestabilizadas para formar maiores massas ou flocos, de modo a possibilitar sua separação por sedimentação (flotação) e/ou filtração da água. Este processo é o mais utilizado para remoção de substâncias que produzem cor e turbidez na água. Os flocladores podem ser classificados em flocladores em manto de lodos, flocladores hidráulicos, flocladores de pedras, flocladores mecânicos e flocladores de chicana. Para o processo de coagulação, a NBR 12216 (1992), estabelece que o tempo de mistura e o gradiente de velocidade devem ser estabelecidos em laboratório. A Tabela 1 apresenta os valores recomendados para os parâmetros de floculação mecânica e hidráulica de acordo com a NBR 12216 para unidades com técnica mecanizada (RICHTER, 2009).

Tabela 1: Valores recomendados para os parâmetros de floculação mecânica e hidráulica

Tempo de Mistura Lenta (Tml)	
Hidráulico	Mecanizado
20 min < Tml < 30 min	30 min < Tml < 40 min
Gradiente (G)	
$10 \text{ S}^{-1} < G < 70 \text{ S}^{-1}$	

Fonte: Richter (2009)

### 3.2.6. Decantação e sedimentação

A sedimentação é um processo físico que separa partículas sólidas em suspensão da água, e é um dos mais comuns no tratamento da água. Consiste na utilização das forças gravitacionais para separar partículas de densidade superior à da água, depositando-as em uma superfície ou zona de armazenamento. Em função na tendência de interação das partículas, pode-se diferenciar quatro tipos de sedimentação: discreta, floculante, interferida e compressão (RICHTER, 2009, NBR 12216 (1992)).

### 3.2.7. Filtração

A filtração é um processo imprescindível para a produção contínua e segura de água potável, pode ser rápida ou lenta, dependendo da taxa de filtração. Usualmente, os filtros rápidos funcionam com taxas de filtração entre 150 e 600 m<sup>3</sup>/dia enquanto os filtros lentos operam com taxas geralmente inferiores a 6 m<sup>3</sup>/dia. Para o uso eficiente da filtração rápida, é necessário o pré-tratamento da água bruta com coagulação química, podendo ou não haver a floculação e decantação ou flotação, dependendo da qualidade da água a ser tratada. Como na filtração lenta não é utilizada a coagulação química, a água a ser filtrada deve possuir características apropriadas, pois caso contrário o processo torna-se ineficaz. Por isso, na

atualidade, a filtração lenta tem sido precedida por unidades de pré-tratamento, geralmente constituídas por pré-filtro de pedregulho. (Di Bernardo et al. 1999).

### 3.2.8. Desinfecção, Cloração e outros processos

A desinfecção tem por finalidade a destruição de micro-organismos patogênicos presentes na água – bactérias, protozoários, vírus e vermes (LUCHESE, 2009). Entre os agentes de desinfecção, o mais largamente empregado na purificação da água é o cloro, por estar facilmente disponível como gás ( $\text{Cl}_2$ ), líquido (hipoclorito de sódio) ou sólido (hipoclorito de cálcio) e ser de baixo custo. Deixa um residual em solução, de concentração facilmente determinável, que, não sendo prejudicial ao homem, protege o sistema de distribuição. É capaz de destruir a maioria dos micro-organismos patogênicos, (LUCHESE, 2009; RICHTER, 2009, NBR 12216, 1992).

## 3.3. Legislação

### 3.3.1. Portaria 2914 (2011) - Ministério da Saúde

A portaria 2914 do Ministério da Saúde, publicada em 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. As disposições desta portaria não se aplicam à água mineral natural, à água natural e as águas adicionadas de sais, destinadas ao consumo humano após envasamento, e a outras águas utilizadas como matéria-prima para elaboração de produtos. Esta portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água. Penalidades e sanções administrativas podem ser aplicadas caso as orientações desta portaria não sejam cumpridas.

### 3.3.2. Padrões de potabilidade

A água fornecida para o consumo humano deve estar em conformidade com os parâmetros de potabilidade descritos pela portaria 2914 do Ministério da Saúde. Os parâmetros mais pertinentes tais como, pH, Cor, Turbidez, cloro, ferro, flúor e microbiológico foram considerados neste trabalho. O padrão microbiológico é mostrado na Tabela 2 e o padrão de turbidez é apresentado na Tabela 3. O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no

efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente para desinfecção ou filtração lenta e no mínimo a cada duas horas para filtração rápida.

Tabela 2: padrão microbiológico da água

Parâmetro	Valores máximos permissíveis (VPM)
Água para consumo humano	
E. coli	Ausência em 100 mL
Água tratada (saída do tratamento)	
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL
Água tratada (rede e reservatório)	
E. coli	Ausência em 100 mL
Coliformes totais: < 20.000 habitantes	Apenas uma amostra por mês pode ser recusada
Coliformes Totais: < 20. 000 Habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras

Fonte: Di Bernardo et al., 1993

Tabela 3: padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

Tratamento da água	Valores máximos permissíveis ( VMP )
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 uT em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 uT em 95% das amostras

FONTE: Di Bernardo et al,1993

As Principais doenças veiculadas pela água e os agentes causadores são apresentados a seguir, enquanto que algumas epidemias de origem hídrica ocorridas nos séculos XIX e XX são mostradas na Tabela 5.

#### 1. Hepatite A

A hepatite A é uma infecção viral transmitida pela via fecal-oral, ou seja, a pessoa precisa ter contato com fezes humanas contaminadas para se contaminar.

#### 2. Cólera

A cólera é uma infecção causada pela bactéria *Vibrio cholerae* e se caracteriza por um severo quadro de diarreia aquosa, que pode levar rapidamente à grave desidratação

### 3. Diarreia infecciosa

Além da cólera e da hepatite A, vários outros germes, incluindo bactérias, vírus e parasitas, podem contaminar águas e os seres humanos que entram em contato com as mesmas. Só para citar alguns.

#### a) Bactérias:

Escherichia coli

Salmonella.

Shigella.

Campylobacter pylori.

Chlamydia trachomatis.

Yersinia enterocolítica.

Vibrio vulnificus.

#### b) Vírus:

- Rotavírus.
- Norovírus (chamado antigamente de vírus Norwalk).
- Adenovírus.
- Sapovírus.
- Astrovírus.
- Adenovírus entérico.
- Pólio.
- Hepatitis E

#### Esquistossomose

A esquistossomose, também conhecida por barriga d'água ou doença do caramujo, é uma infecção causada pelo parasita *Schistosoma*, que vive em águas contaminadas por fezes e povoadas pelo caramujo PINHEIRO, 2016.

Tabela 5: Algumas epidemias importantes de origem hídrica nos séculos XIX e XX.

Lugar	Ano	Enfermidade	Número de casos	Número de óbitos
Paris	1832	Cólera	Desconhecido	18.000
Zurique	1884	Tifoide	1.621	148
Hamburgo	1885/88	Tifoide	15.804	1.214
Berlim	1889	Tifoide	632	--
São Petersburgo	1908	Cólera	9.000	4.000
Marselha	1911	Cólera	96	42
Hanôver	1926	Tifóide	2.500	260
Lyon	1928	Tifóide	3.000	300
Filadélfia	1944	Hepatite A	344	-
Worcester	1969/71	Hepatite A	1.174	-
Bristol	1985	Giardíase	108	-
Ayshire	1988	Cryptosporidii	27	-
Haia (Subúrbios)	1990	Shigellosis	800	1
Milwaukee	1993	Cryptosporidii	370.000	40

Fonte: organização pan-americana de saúde, 1999

#### 4. Materiais e métodos

##### 4.1 Local de estudo

A Estação de Tratamento de Água UN-BME, em estudo, está localizada na rua Benedito Prata S/N no centro do município de Maranguape-CE. De acordo com os últimos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2010), a população é estimada em 113.561 habitantes. O fornecimento de água na cidade é realizado pela ETA UN-BME. De acordo com o responsável administrativo e a secretaria de saúde, a ETA abastece em média 70% da população da cidade. A Figura 1 mostra a localização da ETA.

Figura 1: Localização da ETA



A ETA foi construída em meados do ano de 1975, ampliada no ano de 1999. O volume de água armazenada nos seis tanques existentes é de aproximadamente  $24 \text{ m}^3$ . A Figura 2 mostra um mapa com a localização do açude Gavião e do município de Maranguape - CE. A água bruta é proveniente do manancial Gavião que fica a 50 km de distancia da ETA. A água bruta do manancial é transportada através de tubos.

Figura 2. Esquema de tratamento de água da ETA.

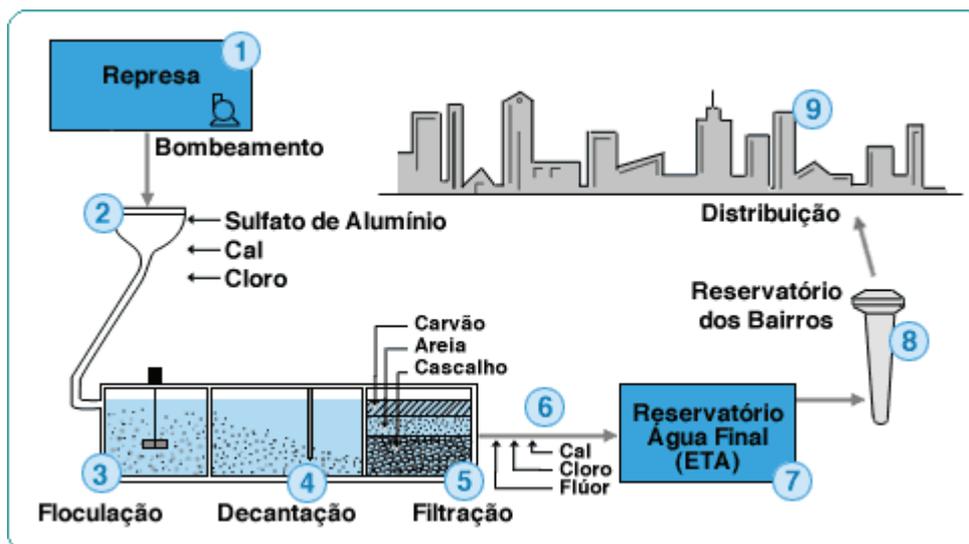
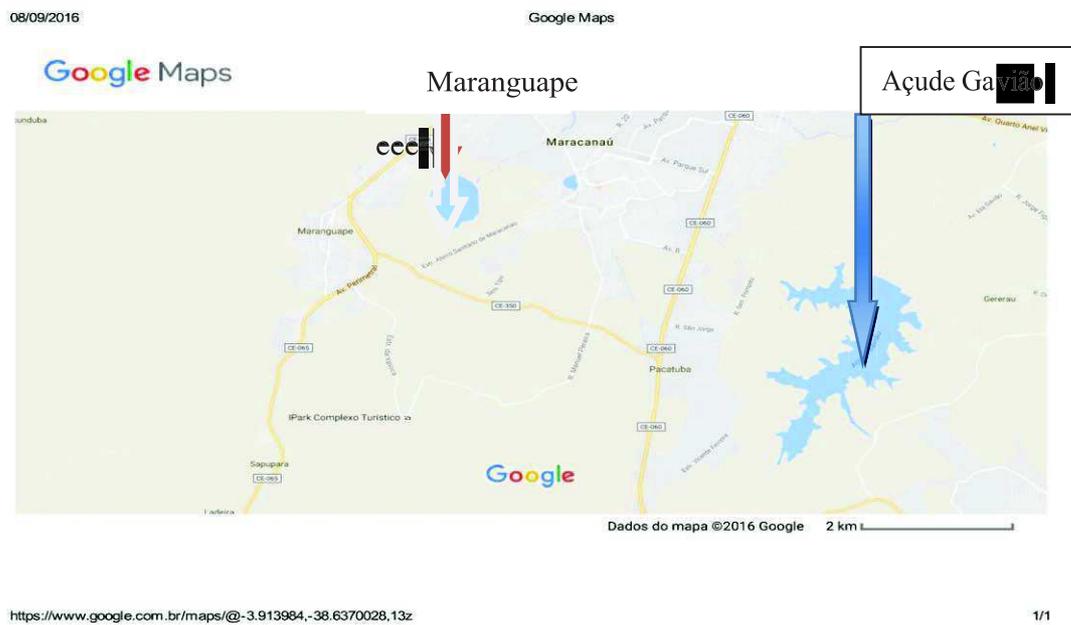


Figura 3: Localização do Açude Gavião e o município de Maranguape-CE



Fonte: Google Maps adaptado pelo Google Earth.

#### 4.2 Pré-cloração

Logo na entrada da estação de tratamento, a água bruta recebe o cloro (hipoclorito de sódio- $\text{NaClO}$ ).

O sistema de recebimento da água e pré-tratamento pode ser visto na Figura 3.

Figura 4: Sistema de recebimento da água e pré-tratamento.



Fonte: próprio autor

### 4.3 Tecnologias utilizadas

O método utilizado no tratamento de água realizado na ETA- Unidade de Negócio Bacia Metropolitana UN-BME é a pré-filtração ascendente. Basicamente, a pré-filtração ascendente é composta pela estrutura de divisão de vazão às diferentes unidades, câmaras filtrantes (as quais contêm o meio granular e o sistema de drenagem), estrutura de saída, tubulações e acessórios de controle da vazão, contendo três subcamadas de pedregulho de diferentes tamanhos. O processo ocorre em seis tanques onde o material filtrante é composto de subcamadas de pedregulho ascendente no sentido do escoamento. Cada camada filtrante é disposta em compartimento separado, de tal modo que a água filtrada no primeiro compartimento de pedregulho, com uma espessura de 1,0 a 1,3 (m), tamanho dos grãos entre 0,59-2,00, enquanto que o tamanho efetivo que é o terceiro compreende uma medida de 0,9 mm, a figura 4 mostra um esquema de constituição do meio filtrante.

Figura 5: Esquema de constituição do meio filtrante



Fonte: [http://images.slideplayer.com.br/3/393481/slides/slide\\_92.jpg](http://images.slideplayer.com.br/3/393481/slides/slide_92.jpg)

A filtração ascendente que é realizada na ETA-UN-BME, é aplicada em uma única unidade, com os materiais granulares de menor tamanho disposto sobre os maiores tamanhos,

ou em duas ou mais unidades em série, com as primeiras contendo os materiais de maior tamanho. A torre de distribuição pode ser vista na Figura 5.

Figura 6: Torre de distribuição



Fonte: Próprio autor.

A vazão (volume de água que entra para tratamento) da ETA durante o período da observação esteve em torno de  $457\text{m}^3/\text{s}$ . Logo na entrada da encanação a água antes de ser distribuída nos filtros recebe o PAC (policloreto de alumínio  $\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{Cl}_3$ ) que serve para aglomerar os flocos e otimizar o processo de filtração, e o cloro que tem a função de auxiliar o processo de oxidação.

A casa da química, vista na Figura 6, é um lugar reservado para armazenar e monitorar a aplicação dos reagentes tais como, o polímero catiônico (um coagulante) e o PAC (policloreto de alumínio). Num outro espaço, o estoque de produtos químicos (Figura 7), é onde se armazena os reagentes.

Figura 7: Casa da Química



Fonte: O próprio autor.

Figura 8: Estoque de produtos químicos



Fonte: O próprio autor.

#### 4.4 Coleta de amostras dos filtros

Amostras de água bruta foram coletadas na torneira instalada dentro do laboratório de análises. Amostras de água tratada foram coletadas após passagem por cada unidade filtrante utilizando frascos de 250 mL previamente lavados com a água destilada. Os parâmetros físico-químicos tais como, turbidez, cor aparente, temperatura, pH e cloro residual foram avaliados nas amostras coletadas.

As torneiras mostradas na Figura 8 encontram-se dentro do laboratório da unidade de tratamento. A coleta das amostras de água bruta e de água tratada é feita utilizando-se estas

torneiras. Além do controle da água tratada, também é feito o controle do desempenho de cada filtro individualmente, já que amostras de água são também coletadas após passagem por cada filtro.

Figura 9: Torneiras de água bruta e água tratada dentro do laboratório.



Fonte: O próprio autor.

#### 4.5 Determinação da turbidez

Para a determinação da turbidez foi utilizado o método nefelométrico que é um método analítico que mede a turvação de um líquido. por meio de um turbidímetro (HACH 2100Q). A leitura foi fornecida em unidades nefelométricas de turbidez (NTU). O turbidímetro utilizado pode ser visto na Figura 9.

Figura 10: Turbidímetro utilizado.

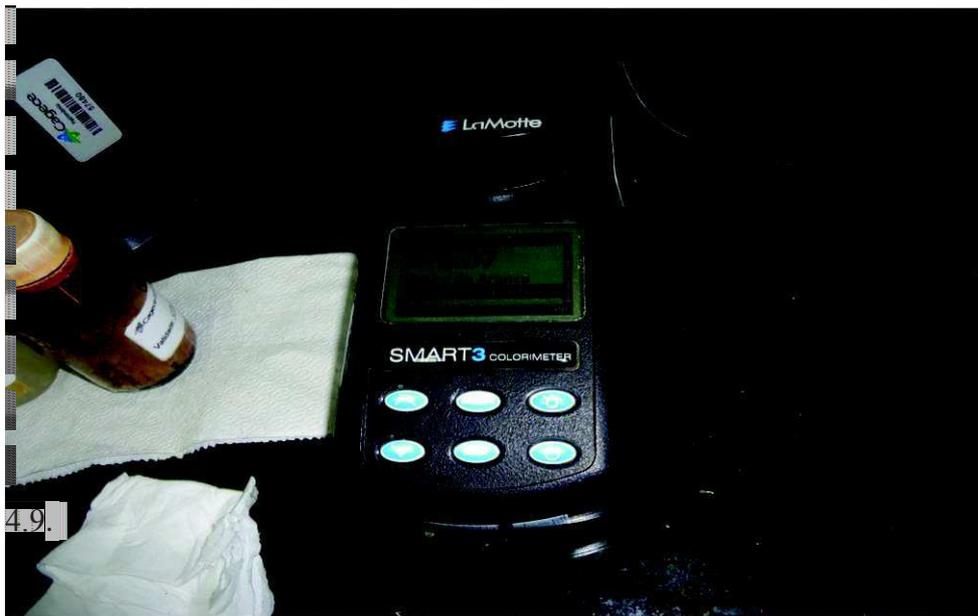


Fonte: O Próprio auto

#### 4.6 Determinação de cloro residual

O cloro residual foi determinado nas amostras coletadas por colorimetri. Colorimetria é a ciência e a prática de determinar e especificar cores quanto a matiz, saturação e intensidade.. O equipamento utilizado foi (LaMotte SNART3), que opera em uma faixa de medição de 0 a 5, pode ser visto na Figura 10.

Figura 10: Equipamento para a determinação de cloro residual livre.



#### 4.7 Determinação da cor aparente

A cor aparente foi determinada nas amostras de água por intermédio da técnica de comparação, utilizando um colorímetro NQ200, que opera numa faixa de 0 a 200 Unidades de Cor (uC).

#### 4.8 Determinação do pH

O pH foi determinado nas amostras de água utilizando um pHmetro de bancada (PG 1800). O pHmetro utilizado pode ser visto na Figura 11.

Figura 11: pHmetro PG 1800.



Fonte: O próprio autor.

#### 4.9 Base de dados ISO 9001 Política de qualidade:

- Fornecimento de água potável e realização do tratamento dos efluentes de acordo com os requisitos regulamentares e as necessidades dos clientes;
- Promover a melhoria contínua da eficiência e da eficácia do sistema de gestão para aumentar a satisfação dos clientes; Objetivos da qualidade:
  - Aumentar o índice de satisfação dos clientes;
  - Melhorar a imagem da empresa;
  - Reduzir perdas físicas e comerciais de água;
  - Melhorar a qualidade da água e do efluente tratado;
  - Racionalizar os custos de produção de água e do tratamento de efluente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 1 e o Gráfico 2 apresentam os resultados obtidos para turbidez em amostras de água bruta e água tratada coletadas em intervalos de uma hora referente às visitas de março e agosto, respectivamente.

Gráfico 1: Valores obtidos para turbidez em amostras de água bruta e tratada.

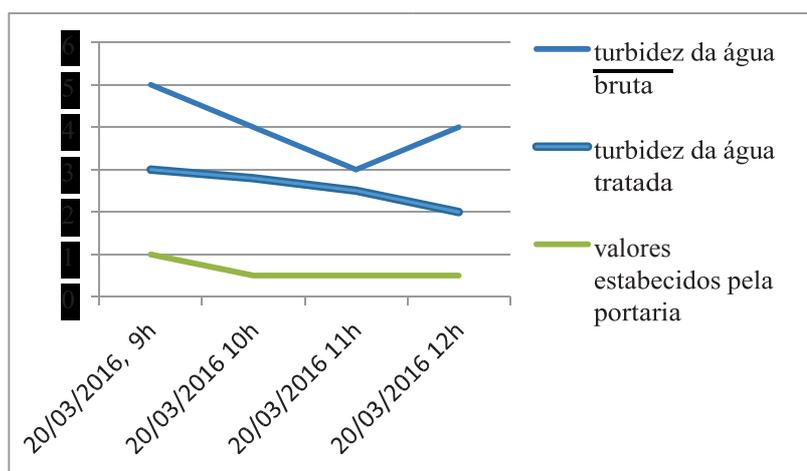
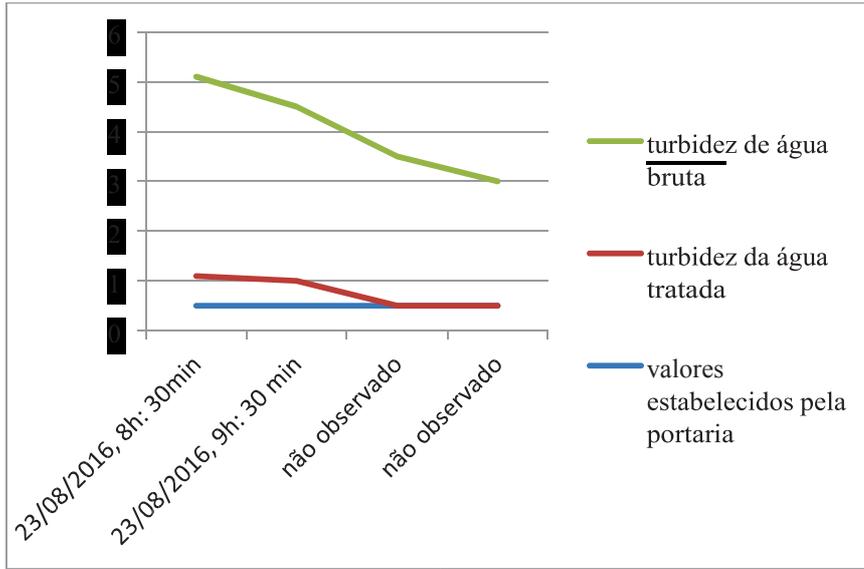


Gráfico 2: Valores obtidos para turbidez em amostras de água bruta e tratada.



Observa-se pelo gráfico que os resultados obtidos para turbidez ficaram em desacordo com a portaria 2914/2011, uma vez que os mesmos ficaram acima de 0,5 uT. A portaria estabelece metas progressivas para a adequação do valor máximo permitido (VMP) de 0,5 uT na filtração rápida. O motivo que leva a ETA a não atingir o VMP talvez esteja associado à técnica de filtração usada, sendo um modelo de filtração russa que se encontra em desuso.

O Gráfico 3 e o Gráfico 4 apresentam os resultados obtidos para cor aparente em amostras de água bruta e água tratada coletadas em intervalos de uma hora referente às visitas de março e agosto, respectivamente.

Gráfico 3: Valores obtidos para cor aparente em amostras de água bruta e tratada uC.

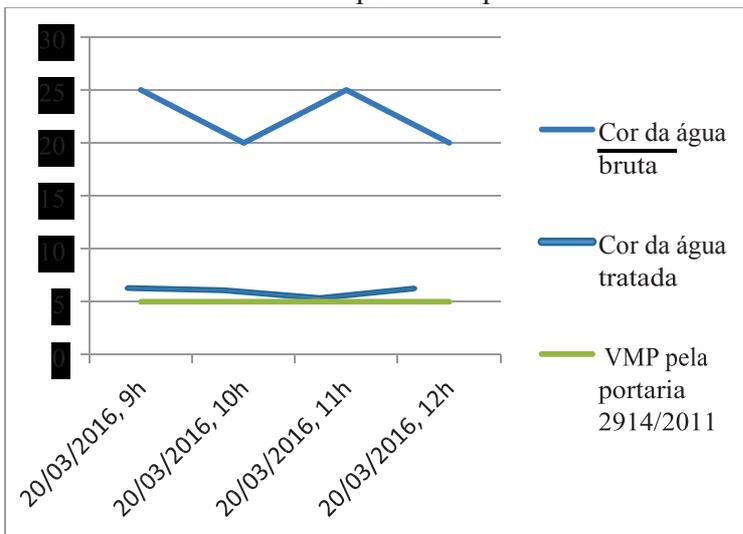
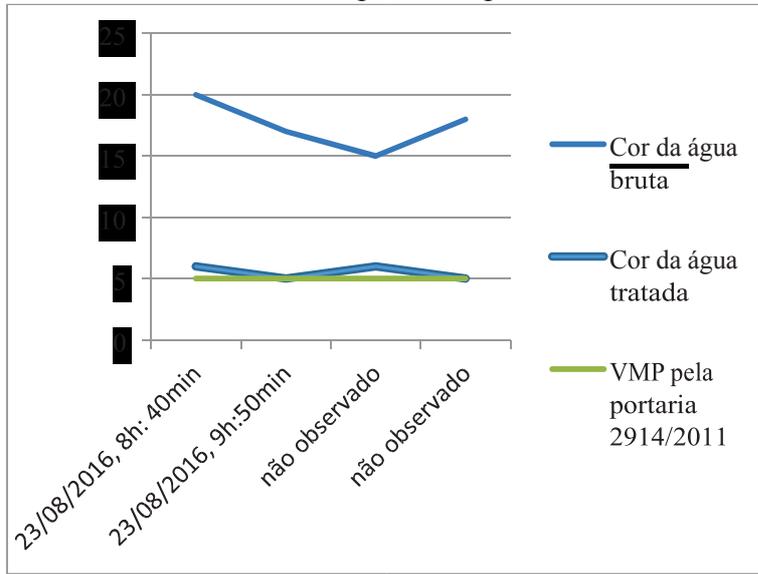


Gráfico 4: Valores obtidos para cor aparente em amostras de água bruta e tratada.



O Gráfico 5 e o Gráfico 6 apresentam os resultados obtidos para pH em amostras de água bruta e água tratada coletadas em intervalos de uma hora referente às visitas de março e agosto, respectivamente. Constatou - se que a um ligeiro aumento de pH para base na visita de março, talvez este aumento se associa a estação, por ser chuvosa.

Gráfico 5: Valores obtidos para pH em amostras de água bruta e tratada.

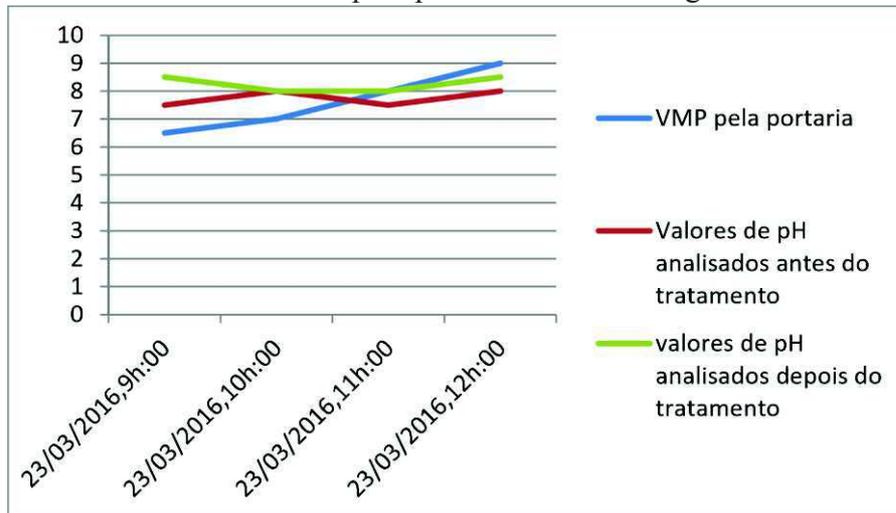
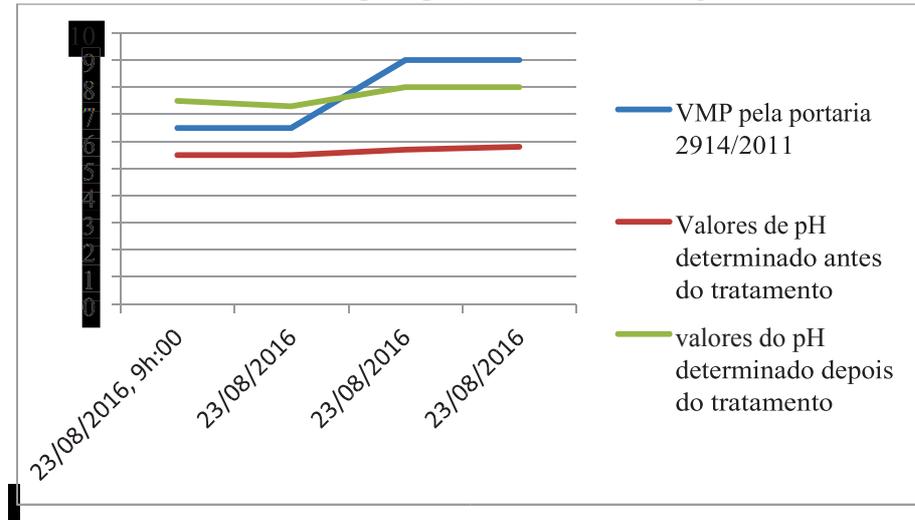


Gráfico 6: Valores obtidos para pH em amostras de água bruta e tratada.



A determinação do pH é uma das mais comuns e importantes no contexto da química da água. O pH interfere na coagulação química, controle da corrosão, abrandamento e desinfecção. O padrão de potabilidade em vigor no Brasil, preconiza uma faixa de pH entre 6,5 e 9. Os valores obtidos nas amostras analisadas estão de acordo com a portaria 2914/2011. O aumento do pH da água tratada em relação ao da água bruta se deve à adição de produtos químicos, como Cloro residual livre- CRL, Hipoclorito de sódio -NaClO.

O Gráfico 7 e o Gráfico 8 apresentam os resultados obtidos para cloro residual em amostras de água tratada coletadas em intervalos de uma hora referente às visitas de março e agosto, respectivamente.

Gráfico 7: Valores de cloro residual determinados em amostras de água tratada.

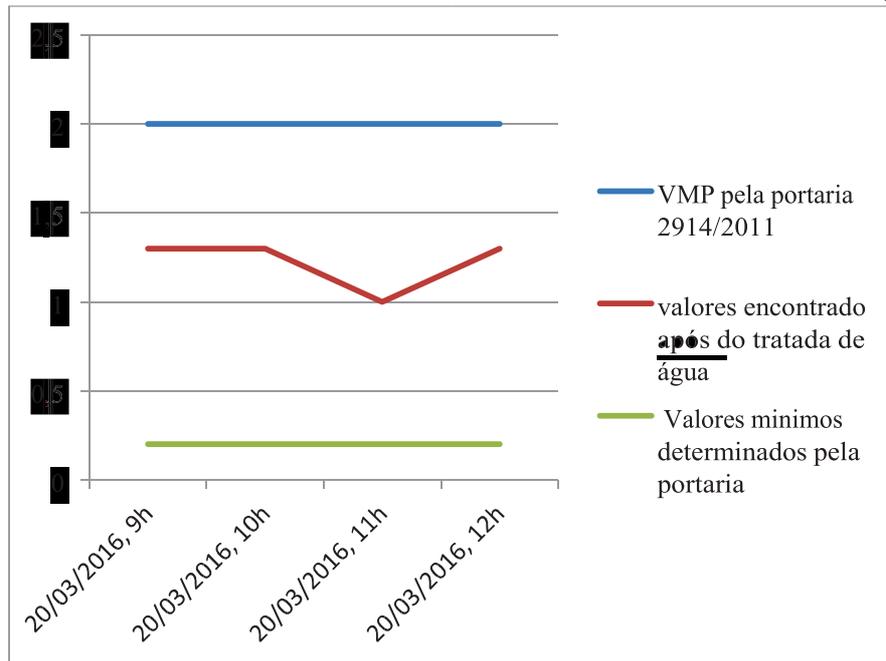
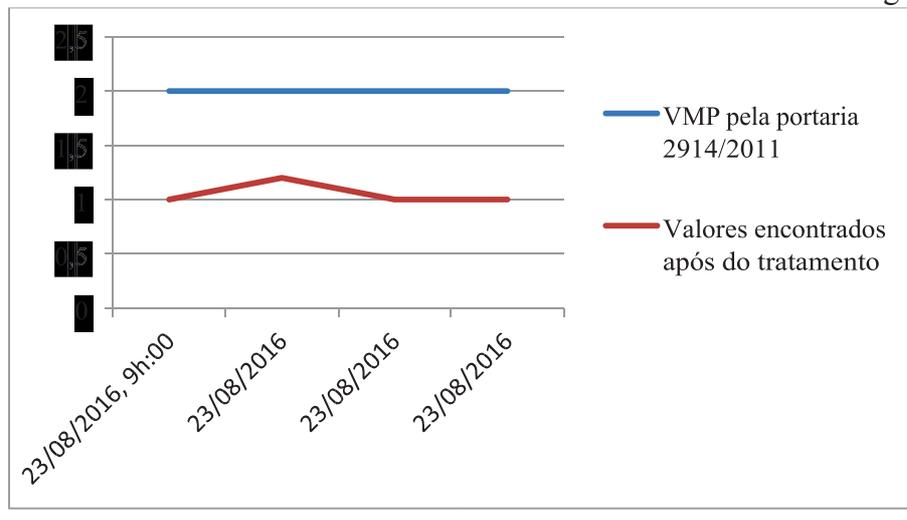


Gráfico 8: Valores de cloro residual determinados em amostras de água tratada.



Conhecer o teor de cloro residual que permanece após o tratamento da água permite garantir a qualidade microbiológica da água, ou seja, se ela está em condições de uso. Os valores obtidos para cloro residual nas amostras analisadas estão de acordo com a portaria 2914/2011 (entre 0,2 e 2,0 mg/L), sendo que os resultados variaram de 1 a 1,3 mg/L.

## 6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos para turbidez, cor aparente, pH e cloro residual em amostras da água tratada na ETA UN-BME-Maranguape nos dois períodos de observação, a ETA funciona em condições permitidos, uma vez que possui a certificação ISO, que é concedida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente(CONAMA), os padrões são avaliados em conformidade a portaria 2914/2011, respeitando o intervalo de tempo, pode-se afirmar que a água distribuída pela ETA está de acordo com a portaria 2914/2011 do ministério da saúde, sendo adequada para o consumo humano.

## 7. REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria N° 2.914, 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.

Richter, Carlos A. Água: métodos e tecnologia de tratamento, São paulo: Blucher, 2009

PÁDUA, Coelho; PHILIPPI, Arlindo: Saneamento, Saúde e Ambiente - Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável - Coleção ambiente, Barueri,SP: Mole,2005.

BRAGA, Hespanhol; CONEJO e ET AL. Introdução à engenharia ambiental. São. Paulo : Prentice Hall - 2ª edição. 2005.

VON SPERLING, M. "Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos", DESA-UFMG, Belo Horizonte,1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa\\_tcu.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm)> Acesso em 28 de Junho de 2016

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência. Rio de Janeiro: LTC, 2009

Di Bernardo, L. et.al. Tratamento de água de abastecimento por filtração em múltiplas etapas. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/peru/braapa091.pdf> acesso em 15 de novembro de 2016.

Silva, George Antônio da. Análise do controle operacional de estação de tratamento de água visando o atendimento dos padrões de potabilidade.(manuscrito)/George Antônio Belarmino da Silva.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO ESTADO DO CEARÁ(ARCE). Relatório de fiscalização,RF/CSB/0054/2015.

RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. 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.

INÁCIO, T. Samuel. Relatório de estágio, Análise físico e Química de Águas e produtos para tratamento de águas. 1º semestre/95.

Silva, G. Guimarães. Tratamento de Água de Reservatório por Dupla Filtração, Oxidação e Adsorção em Carvão Ativado Granular. / Giulliano Guimarães Silva. - Palmas, 2009.

PINHEIRO, Pedro. Doenças Transmitidas Pela Água, Disponível em <<http://www.mdsaude.com/2012/01/doencas-da-agua.html>> em 10 dezembro de 2016.

RIBEIRO, Krukemberghe Divino Kirk da Fonseca. "Eutrofização"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/eutrofizacao.htm>>. Acesso em 12 de dezembro de 2016.