



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

LIDIANE BITTENCOURT DA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE
DE ÁGUA PRODUZIDA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA OESTE**

FORTALEZA
2017

LIDIANE BITTENCOURT DA SILVA

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE
DE ÁGUA PRODUZIDA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA OESTE

Monografia apresentada ao curso de Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Química com Habilitação Industrial.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ruth Vidal

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S1a SILVA, LIDIANE BITTENCOURT DA.
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA PRODUZIDA NA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA OESTE / LIDIANE BITTENCOURT DA SILVA. –
2017.
53 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro
de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal.
1. qualidade da água, análises físico-químicas, potabilidade, estação de tratamento de
água.. I. Título.

CDD 540

LIDIANE BITTENCOURT DA SILVA

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE
DE ÁGUA PRODUZIDA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA OESTE

Monografia apresentada ao curso de Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Química com Habilitação Industrial.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ruth Vidal

Aprovada em: 05/12/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal (Orientadora pedagógica)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. José Airton Pereira Lima (Orientador profissional)
CAGECE

Ma. Isabel Cristina Lima Freitas
CAGECE

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me enche de forças pra continuar, me conduzindo sempre em frente independentes das adversidades.

À minha família, por ser meu porto seguro, especialmente aos meus pais, por toda dedicação e amor.

Ao meu noivo David, por toda dedicação, apoio e paciência.

Aos meus companheiros de trabalho da ETA Oeste, especialmente a Mislene, Aldo, Gabriel e Mariane que contribuíram com seus conhecimentos para o término desse trabalho.

A minha excelentíssima professora Dra. Ruth Vidal que através de seu conhecimento e profissionalismo contribuiu de forma significativa com sua orientação a esse trabalho.

A CAGECE pela oportunidade, especialmente a meu orientador profissional, Airton Lima, por sua dedicação e conhecimento e a Isabel Freitas por todo apoio prestado.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade, e a todos profissionais que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

Aos meus amigos da UFBA e da UFC por todo apoio e contribuição.

RESUMO

Avaliar a qualidade da água tratada numa estação de tratamento de água (ETA) é de fundamental importância, pois as características da mesma tem influência direta sobre a saúde e a qualidade de vida. A avaliação do desempenho de uma ETA é uma ferramenta que permite identificar falhas no processo de tratamento da água. A correção de possíveis falhas no processo aumenta a eficiência do mesmo e garante a qualidade da água tratada. Assim, o presente trabalho tem por objetivo monitorar e avaliar os parâmetros de qualidade da água produzida no sistema operacional da ETA Oeste, através da realização de análises físico-químicas em amostras de água coletadas nas diversas etapas do processo de tratamento. Os ensaios foram realizados na água bruta, coagulada, tratada e na água advinda da estação de tratamento de rejeitos gerados (ETRG). Os parâmetros estudados foram pH, cor aparente, turbidez, concentração de fluoreto e cloro residual livre. Com base nos resultados obtidos foram realizadas comparações com os valores máximos permitidos na legislação Brasileira vigente para potabilidade da água e evidenciou-se a conformidade do processo de tratamento de água na referida estação.

PALAVRAS-CHAVES: qualidade da água, análises físico-químicas, potabilidade, estação de tratamento de água.

ABSTRACT

Assessing the quality of the water treated in a water treatment plant (WTP) is fundamentally important, because its characteristics have a direct influence on health, quality of life. The evaluation of the performance of a WTP allows for the identification of failures in the water treatment such failures, when corrected, which, if corrected, help improving the quality of the water and the efficiency of the treatment. The goal of this article is to evaluate and monitor the parameters of the quality of the water produced in the operational system of the West WTP, by means of physical-chemical analyses of the various stages involved in the treatment process. The tests were run on raw, coagulated, and treated water and on water from the generated reject treatment plant (GRTP). The parameters studied were pH, apparent color, turbidity, fluoride concentration and free residual chlorine. Based on the results obtained, comparisons were made to the maximum values permitted, according with the Brazilian legislation for drinking water and the water treatment process of the plant studied was found to be accordingly.

KEYWORDS: water quality, physical-chemical analyses, potability, water treatment plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ciclo hidrológico.....	11
Figura 02 - Situação do reservatório equivalente monitorados em 2015.....	12
Figura 03 - Usos das águas doces e classes de enquadramento.....	16
Figura 04 - Técnicas mais usuais de tratamento de água em ETAs.....	19
Figura 05 - Mecanismo de funcionamento do agente desinfetante.....	22
Figura 06 - Mapa do canal de integração do Ceará.....	24
Figura 07 - Local de coleta das amostras.....	28
Figura 08 - Modelo de frascos utilizados para coletar as amostras.....	29
Figura 09 - Colorímetro NQ 200, Policontrol.....	30
Figura 10 - Turbidímetro Portátil 2100Q, HACH.....	31
Figura 11 - Potenciômetro PG1800, GEHAKA com eletrodo de vidro.....	32
Figura 12 - Potenciômetro PG1800, GEHAKA com eletrodo de íon seletivo.....	33
Figura 13 - Aparelhagem utilizada para determinação de CRL.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Padrões de potabilidade definidos pela portaria MS 2914/2011 para água obtida de manancial superficial e tratamento tipo filtração direta.....	18
Tabela 02 - Produtos químicos utilizados no processo de tratamento.....	25
Tabela 03 – Resultados da análise de cor aparente.....	36
Tabela 04 – Resultados das análises de bancada da turbidez.....	37
Tabela 05 – Monitoramento online da turbidez da água filtrada no dia 15/11/17.....	38
Tabela 06 – Monitoramento online da turbidez da água filtrada no dia 16/11/17.....	39
Tabela 07 – Resultados das análises de CRL.....	41
Tabela 08 – Resultados das análises de Fluoreto.....	42
Tabela 09 – Resultados das análises de pH.....	43
Tabela 10 – Análise hidrobiológica da água bruta.....	44
Tabela 11 - Análise hidrobiológica da água tratada.....	44
Tabela 12 - Análise bacteriológica da água bruta.....	45
Tabela 13 - Análise bacteriológica da água tratada.....	45
Tabelas 14 - Análises físico-químicas da água tratada.....	46
Tabela 15 – Análises físico-químicas da água bruta.....	47
Tabela 16 – Análises semestrais realizadas pela empresa ASL soluções ambientais.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	Distribuição e disponibilidade de água no planeta.....	10
2.1.1	<i>Situação da água no Brasil.....</i>	11
2.2	Compostos presentes na água.....	12
2.3	Características da água.....	13
2.3.1	<i>Características físicas.....</i>	13
2.3.1.1	<i>Cor.....</i>	13
2.3.1.2	<i>Turbidez.....</i>	14
2.3.2	<i>Características químicas.....</i>	14
2.3.2.1	<i>Potencial Hidrogeniônico (pH).....</i>	14
2.3.2.2	<i>Cloro residual livre.....</i>	15
2.3.2.3	<i>Fluoreto.....</i>	15
2.4	Enquadramento da água doce.....	16
2.5	Exigências de potabilidade.....	17
2.6	Tratamento de água.....	19
2.6.1	<i>Dupla filtração.....</i>	20
2.6.1.1	<i>Etapas do tratamento na ETA Oeste.....</i>	20
2.6.1.1.1	<i>Coagulação.....</i>	20
2.6.1.1.2	<i>Filtração ascendente.....</i>	20
2.6.1.1.3	<i>Filtração descendente.....</i>	20
2.6.1.1.4	<i>Fluoretação.....</i>	21
2.6.1.1.5	<i>Desinfecção.....</i>	22
2.7	ETA Oeste.....	23
3	OBJETIVOS.....	26
3.1	Objetivo Geral.....	26
3.2	Objetivos Específicos.....	26
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1	Coletas das Amostras.....	28
4.1.1	<i>Locais de coleta.....</i>	28
4.1.2	<i>Procedimento para coleta de água.....</i>	28
4.2	Análises Físico-químicas.....	29

4.2.1 Determinação de Cor aparente.....	29
4.2.2 Determinação da Turbidez.....	30
4.2.3 Determinação do Potencial Hidrogeniônico.....	31
4.2.4 Determinação da concentração de fluoreto.....	32
4.2.5 Determinação da concentração de Cloro Residual Livre.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 Análises realizadas na ETA Oeste.....	35
5.1.1 Análise da cor aparente.....	35
5.1.2 Análise da turbidez.....	36
5.1.3 Análise de Cloro residual livre (CRL).....	40
5.1.4 Análise de Fluoretos.....	41
5.1.5 Análise de pH.....	43
5.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES REALIZADAS EXTERNAMENTE.....	44
5.2.1 GECOQ - Laboratório central da CAGECE.....	44
5.2.1.1 Análise hidrobiológica.....	44
5.2.1.2 Análise bacteriológica.....	45
5.2.1.3 Análise físico-química.....	46
5.2.2 Laboratórios terceiros.....	48
6 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	52
ANEXO.....	54

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à vida. A sua qualidade e oferta condicionam a saúde e o bem-estar das populações. A deterioração da qualidade da água dos mananciais representa crescentes aumentos nos custos de uma estação de tratamento de água. O monitoramento da qualidade da água utilizada no abastecimento é de extrema necessidade, assim como o monitoramento da qualidade da água produzida.

Para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros, que são indicadores da qualidade da água e se constituem não conformes quando alcançam valores acima aos estabelecidos para determinado uso. A qualidade requerida está bem definida nas concentrações máximas permitidas para determinadas substâncias, conforme especificado nas Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011, que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais e estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes. Os principais indicadores da qualidade da água são separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

A disponibilidade de recursos hídricos no nosso país é bastante comprometida, do ponto de vista sanitário, em regiões onde o desenvolvimento se processou de forma desordenada, provocando a poluição das águas pelo lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes.

A qualidade da água para consumo humano deve ser considerada, portanto, como fator essencial no desenvolvimento das ações dos Serviços de Abastecimento de Água, quer públicos ou privados, de maneira que a água distribuída ao usuário tenha todas as características de qualidade determinadas pela legislação vigente, sendo a Portaria 2914/11/MS tomando como base de referência para este trabalho. Deve existir monitoramento constante em todo o processo de tratamento de água. Esse controle tem como objetivo monitorar os mananciais de captação, as diversas fases do tratamento de água, para garantir a eficiência do tratamento. O controle é realizado através de ensaios físico químico e bacteriológico e comparado com a legislação vigente. (BRASIL,2004)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Distribuição e disponibilidade de água no planeta

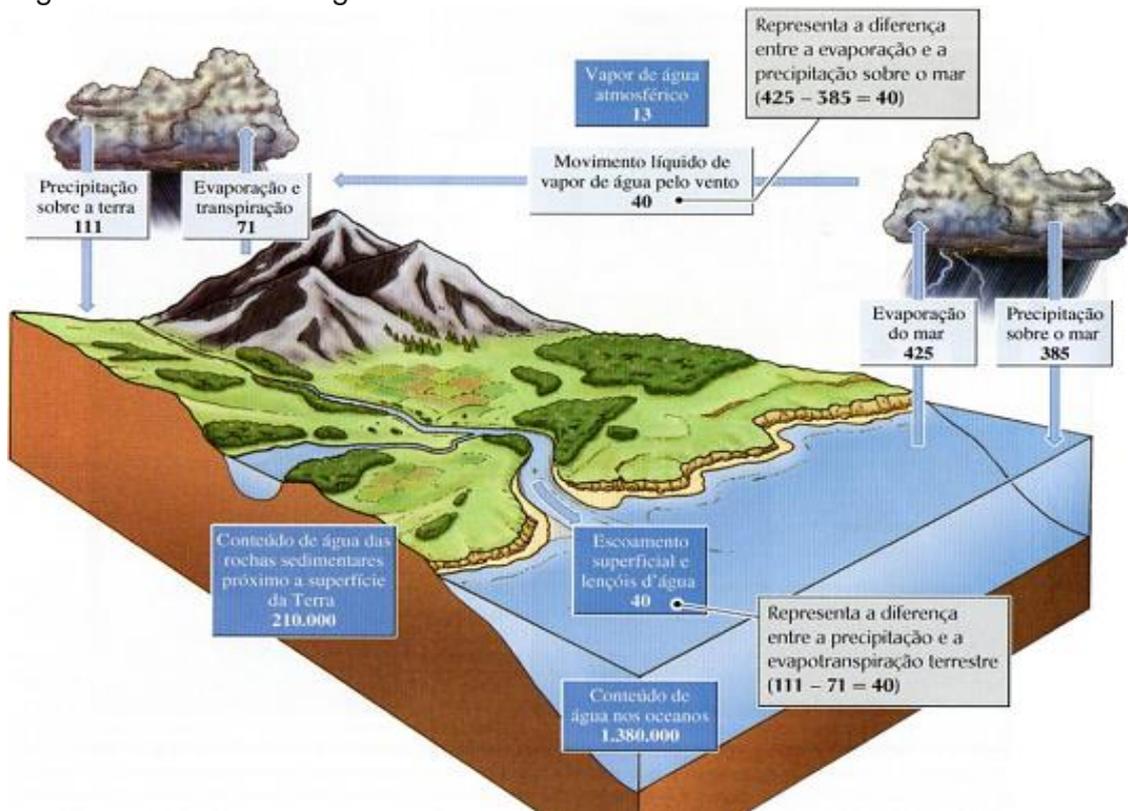
De acordo com Campos (2010), mais de 97% da água do planeta Terra é salgada, restando aproximadamente 3% de água doce. Sendo que 2% dessa água doce encontram-se nas geleiras, portanto, apenas 1% destina-se para suprir as necessidades humanas. Dessa pequena parcela, as águas subterrâneas representam os reservatórios mais importantes para humanidade, visto que 0,7% da água doce encontram-se na forma de lençóis subterrâneos. (CAMPOS, 2010)

O ciclo hidrológico representado na Figura 1 ilustra o balanço de massa global da água, e mostra os fluxos e as transferências de água entre o continente, oceano e atmosfera.

Os oceanos recebem a maior taxa de evaporação e precipitação, porém, cerca de 40.000 km³ de água são transferidos do oceano para o continente todos os anos. Como a evaporação, precipitação e transporte de vapor d'água são dependentes da temperatura, as taxas desses fenômenos devem variar de acordo com a localização, estação do ano e clima. Essa transferência que ocorre dos oceanos para os continentes é fundamental para a vida, entretanto, também permite que agentes nocivos e patogênicos responsáveis pela degradação da qualidade natural do recurso, sejam levados de um compartimento para outro. Apenas uma pequena parcela da água subterrânea corre diretamente para o oceano. Outra parte que é precipitada corre pelos rios e pode se acumular temporariamente em lagos, ou voltar para os oceanos. O restante da água que precipita retorna diretamente para a atmosfera por meio da evapotranspiração.

O ciclo da água pode ser alterado em resposta às alterações de temperatura global, circulação da atmosfera e dos oceanos já que essas forças estão diretamente relacionadas com o ciclo hidrológico. (CAMPOS, 2010)

Figura 1 - Ciclo hidrológico.



Fonte: (RICKLEFS, 2011)
A unidade é em $1.000 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$.

2.1.1 Situação da água no Brasil

Segundo a Agência Nacional de águas (ANA), em termos globais o Brasil possui grande oferta de água, porém, esse recurso natural, encontra-se distribuído de maneira heterogênea no território nacional. Estima-se que pelo território brasileiro passam em média cerca de $260.000 \text{ m}^3/\text{s}$ de água, dos quais $205.000 \text{ m}^3/\text{s}$ estão localizados na bacia do rio Amazonas, e $55.000 \text{ m}^3/\text{s}$ de vazão média para o restante do território. Além destas questões espaciais, o regime fluvial sofre variações ao longo do ano, pois estão diretamente relacionados com as precipitações. Na maior parte do Brasil existe uma forte sazonalidade com estações secas e chuvosas bem definidas, de forma que ao final do período seco podem-se observar vazões muito abaixo da vazão média e inclusive ausência de água. (BRASIL, 2016)

Na maioria dos rios do Nordeste só é possível garantir uma oferta contínua de água com o uso de açudes ou reservatórios, já que esses rios naturalmente secam durante os meses de estiagem. A recuperação dos volumes

desses reservatórios, no entanto, depende do aporte de água dos rios nos períodos úmidos, que por sua vez dependem majoritariamente do regime pluviométrico.

Os baixos índices de precipitação e a irregularidade de chuvas na região do semiárido brasileiro contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica. Os elevados índices de evapotranspiração normalmente superam os totais pluviométricos irregulares, configurando taxas negativas no balanço hídrico, como mostra a Figura 2. (BRASIL, 2016)

Figura 2 – Situação do reservatório equivalente monitorado em 2015.

Estado	Capacidade (hm ³) Janeiro/2015	Volume Janeiro/2015		Capacidade (hm ³) Dezembro/2015	Volume Dezembro/2015		Variação (%)
		(hm ³)	% da capacidade		(hm ³)	% da capacidade	
BA	4.108,71	2.155,04	52,45%	4.162,51	1.820,14	43,73%	-8,72%
CE	18.043,60	3.885,49	21,53%	18.053,60	2.369,99	13,13%	-8,41%
PB	3.496,09	785,18	22,46%	3.496,09	506,88	14,50%	-7,96%
PE	2.638,20	498,58	18,90%	3.000,24	402,31	13,41%	-5,49%
PI	1.733,54	681,54	39,31%	1.733,54	590,81	34,08%	-5,23%
RN	4.289,28	1.360,01	31,71%	4.289,28	917,95	21,40%	-10,31%
Nordeste	34.309,41	9.365,83	27,30%	34.735,25	6.608,08	19,02%	-8,27%

* Nessa avaliação não foram considerados os reservatórios do setor elétrico

** As diferenças de capacidades se dão pelo aumento ou diminuição do número de reservatórios acompanhados em cada Estado

Fonte: (BRASIL, 2016)

2.2 Compostos presentes na água

Por ser um dos componentes básicos dos ciclos geoquímico e biogeoquímico, a água sempre terá em solução, espécies químicas, sejam essas classificadas como poluentes ou não poluentes, sendo assim a água nos mananciais naturais não é uma substância pura. (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009)

Os principais componentes das águas dos rios são materiais particulados em suspensão, gases e sais dissolvidos, sendo que maior parte desses dissolvidos são compostos inorgânicos e matéria orgânica dissolvida (CAMPOS, 2010) (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009)

Segundo Campos (2010), o desenvolvimento das civilizações ocorreu ao redor dos rios, devido à facilidade de obtenção de água doce e também do uso

como via de transporte. Assim, as águas dos rios vêm sendo afetadas direta ou indiretamente pelas atividades humanas.

São diversas as fontes de poluição dos mananciais superficiais ou subterrâneos, desde fontes naturais até as provocadas pelo homem. (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009)

2.3 Características da água

2.3.1 Características físicas

2.3.1.1 Cor

Nas águas naturais, a cor é causada pelos sólidos que estão dissolvidos na água, assim como, pela presença de matéria orgânica originada da decomposição de animais e vegetais. A cor também pode ser resultado de uma fonte de contaminação, como por exemplo, a contaminação causada por corante industrial. (DI BERNARDO; PAZ, 2008)

Quando é de origem natural, para efeito de caracterização de águas para abastecimento, pode ser classificada como aparente ou verdadeira. A cor aparente é resultado de minúsculas partículas, com dimensão inferior a 1 µm em suspensão ou no estado coloidal e é medida sem a remoção das partículas suspensas na água.

A cor verdadeira é tida como aquela que não sofre interferências de partículas suspensas na água, é obtida através de filtração ou centrifugação da amostra e é resultado de diversos fatores, como a decomposição da matéria orgânica, ácidos húmicos e fúlvicos, presença de íons complexos de ferro, manganês e outros elementos de transição. (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009) (DI BERNARDO; PAZ, 2008)

Antigamente, a remoção de cor era realizada apenas por motivos estéticos. A importância da cor como parâmetro de qualidade de água adquiriu maior evidência após a confirmação, no início da década de 1970, da perspectiva de formação de compostos potencialmente cancerígenos como os trihalometanos como consequência da cloração de águas coloridas com a finalidade de abastecimento.

Vale ressaltar que os THM não são os únicos subprodutos da desinfecção, mas é o que mais prevalece e seus efeitos maléficos a saúde são mais acentuados. (DI BERNARDO; PAZ, 2008)

2.3.1.2 Turbidez

A turbidez é a interferência da concentração das partículas suspensas na água, medida por meio do efeito da dispersão da luz que elas causam.

Quando os compostos em suspensão não são de natureza química tóxica, a turbidez é apenas uma questão de inadequação estética, porém quando tem microrganismos associados a essas partículas suspensas, dificulta o tratamento da água, pois diminuem a eficiência dos desinfetantes. (VALTER LUCIO DE PADUA, 2009)

2.3.2 Características químicas

2.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH), representa a medida da concentração hidrogeniônica da solução, ou seja, a quantidade de íons H^+ presente em solução. Segundo Brown, Lemay Junior e Bursten (2005), a concentração molar de $H^+_{(aq)}$ em uma solução aquosa geralmente é muito pequena.

Segundo Becker (2008), Sorensen, em 1909, conceituou o pH como o antilogaritmo de $[H^+]$, assim, o pH está relacionado concentração de H^+ pela equação 1.

$$pH = - \log [H^+] \quad (1)$$

Pelo pH pode-se dizer se uma solução é ácida, neutra ou alcalina. A escala de pH varia de 0 a 14 a 25 °C.

Dessa forma, a uma temperatura de 25°C:

- a) Se $[H^+] > [OH^-]$ tem-se uma solução ácida, com valores de $pH < 7$;
- b) Se $[H^+] = [OH^-]$ tem-se uma solução neutra, com valor de $pH = 7$;
- c) Se $[H^+] < [OH^-]$ tem-se uma solução básica, com valores de $pH > 7$.

Segundo a Portaria MS 2914/ 2011, o valor desse parâmetro deve estar entre 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição de água. Dessa forma, o mesmo é

importante nas etapas dos processos de tratamento de água, bem como, coagulação, floculação e desinfecção.

2.3.2.2 Cloro residual livre

O cloro aparece na água porque é adicionado no processo de desinfecção, e às vezes na etapa da oxidação. A desinfecção tem caráter corretivo e preventivo, considerando que a água pode ser contaminada ao longo do percurso até o consumo. Normalmente é usado na forma cloro molecular (Cl_2), líquido ou gasoso. A quantidade de cloro na água como Cl_2 (cloro elementar), HOCl (ácido hipocloroso) e OCl^- (íon hipoclorito) é denominada de cloro residual livre e é de extrema importância na inibição do crescimento bacteriano.

Nesses processos, o cloro pode sofrer interação com substratos húmicos de ocorrência natural na água bruta, formando mais de 150 compostos orgânicos halogenados – trihalometano (THM), voláteis e não voláteis. A interação entre estes contaminantes em águas tratadas, altera sua toxicidade, sendo, portanto a determinação da concentração de cloro residual livre de extrema importância no controle da dosagem do mesmo, a fim de garantir uma água livre de micro-organismos, porém sem que haja formação de subprodutos. (BRASIL, 2004)

2.3.2.3 Fluoreto

O flúor é um mineral natural encontrado em toda a crosta terrestre e largamente distribuído pela natureza. É o mais eletronegativo e o mais reativo de todos os elementos químicos. Sua extrema reatividade, que se traduz em forte tendência à formação de compostos, os fluoretos. Os fluoretos são compostos químicos formados pela combinação com outros elementos, encontrados em toda parte: solo, ar, água, nas plantas e na vida animal. Isto explica porque muitos alimentos contêm flúor. Os fluoretos ocorrem naturalmente em muitos sistemas de abastecimento. Em outros são adicionados ou apenas complementados à água potável. (BRASIL, 2012)

2.4 Enquadramento da água doce

A 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.

Os vários usos da água possuem diferentes requisitos de qualidade. As águas com maior qualidade permitem a existência de usos mais exigentes, enquanto águas com pior qualidade permitem apenas os usos menos exigentes.

As águas doces são classificadas de acordo com as informações contidas na Figura 3, que representa uma adaptação resumida da Resolução 357/2005.

Figura 3 – Usos das águas doces e classes de enquadramento.

Usos	ESPECIAL	1	2	3	4
PRESERVAÇÃO DO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS 	●				
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS 		●	●		
ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO 	● Após desinfecção	● Após tratamento simplificado	● Após tratamento convencional	● Após tratamento convencional ou avançado	
RECREAÇÃO 	○	○	● Contato primário	● Contato secundário	
IRRIGAÇÃO 	○	● Hortaliças consumidas cruas	● Hortaliças, frutíferas, parques	● Culturas arbóreas, cereais, forrageiras	
AQUICULTURA E PESCA 	○	○	● Aquicultura	● Pesca	
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS 	○	○	○	●	
NAVEGAÇÃO 	○	○	○	○	●
HARMONIA PAISAGÍSTICA 	○	○	○	○	●

Fonte: (BRASIL, 2009)

2.5 Exigências de potabilidade

No Brasil, a primeira norma de qualidade da água potável válida em todo o território nacional foi a Portaria nº 56/BSB editada em 1977.

Em 1990, a Portaria nº 56/BSB foi revisada e, portanto substituída pela Portaria nº36 GM/90. Passados dez anos, em novo processo de revisão, foi editada a Portaria nº 1469/2000/MS, em seguida veio a Portaria nº 518/2004/MS, que foi, essencialmente, a reedição da Portaria nº 1469/2000/MS, com pequenas alterações relacionadas à transferência de competências. (ABES, 2009)

Atualmente, o Ministério da Saúde (MS) é o órgão responsável por definir os parâmetros de qualidade para água potável, através da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. E esta dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, assim como traz definições de conceitos importantes sobre a água:

- a) **Água para consumo humano:** água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- b) **Água potável:** água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e que não ofereça riscos à saúde;
- c) **Água tratada:** água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;
- d) **Sistema de abastecimento de água para consumo humano:** instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.
- e) **Controle da qualidade da água para consumo humano:** conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição.

Todo controle de qualidade está relacionado à inspeção do produto, portanto deve-se realizar a inspeção da água distribuída e consumida. Esse monitoramento requer uma frequência adequada e representação significativa dos pontos mais vulneráveis do sistema, pra que se preveja a possível ocorrência de episódios de qualidade indesejável da água, permitindo assim, impedi-las ou evitá-las, ou até mesmo corrigi-los, quando necessário. Essa inspeção do produto ocorre mediante a realização de análises físico-químicas e microbiológicas, estrategicamente planejadas, para conjuntos de parâmetros de qualidade, conforme definido na legislação relativa aos padrões de potabilidade. (BRASIL, 2006)

Na Tabela 1 estão dispostos os valores de referência dos parâmetros avaliados no laboratório da qualidade da ETA Oeste segundo a Portaria nº 2914/11/MS.

Tabela 01 – Padrões de potabilidade definidos pela portaria MS 2914/2011 para água obtida de manancial superficial e tratamento tipo filtração rápida.

Parâmetro	Valores de referência	Observações
Cloro residual livre	Máximo permitido - 5,0 mg/L	Anexo VII
	Máximo 2,0 mg/L - Recomendado em qualquer ponto do sistema de § 1º do art. 39. abastecimento	
	Mínimo 0,2 mg/L - Manutenção obrigatória em toda extensão do sistema Art. 34 de distribuição (reservatório e rede)	
Cor aparente	Máximo 15 uH	Anexo X
Fluoreto	Máximo 1,5 mg/L	Anexo VII
	0,6 a 0,8 mg/L	§ 1º do art.37*.
pH	6,0 a 9,5	§ 1º do art. 39.
Turbidez da água filtrada (pós-filtração ou pré desinfecção)	≤ 0,5 uT em 95% das amostras	Anexo III
	≤ 1,0 uT no restante das amostras	Anexo III

Fonte: Elaborada pelo autor.

* Solicita observar a Portaria nº 635/GM/MS, que estabelece que para uma faixa de temperatura de 26,8 a 32,5 °C os valores ideais para concentrações de íon fluoreto é de 0,6 a 0,8 mg F/L.

2.6 Tratamento de água

O tratamento da água envolve o emprego de diferentes operações e processos unitários para adequar a água de diferentes mananciais aos padrões de qualidade definidos pelos órgãos de saúde e agências reguladoras.

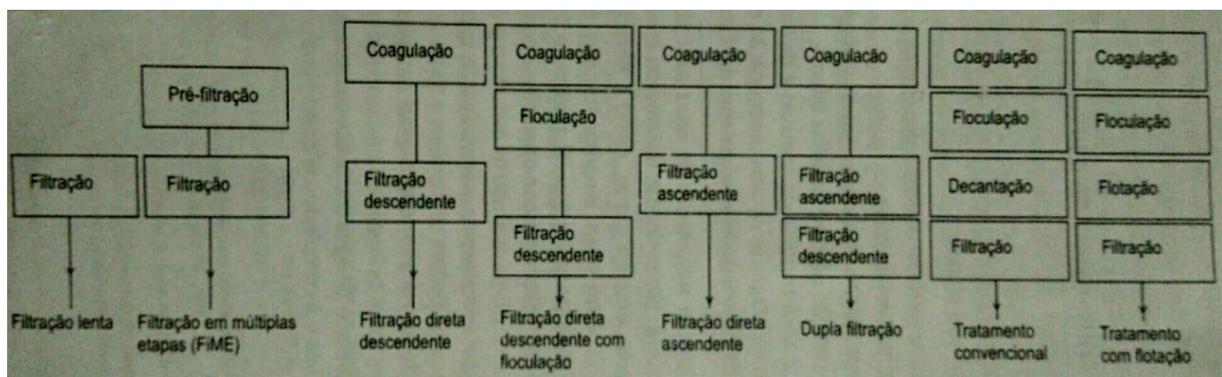
A escolha do tipo de tratamento de água deve levar em consideração alguns fatores como, tipo de origem da água (subterrânea ou superficial) e os contaminantes presentes. Os contaminantes são classificados em função das características físico-químicas que controlam a sua remoção ou eliminação nas diferentes operações e processos unitários que constituem as ETAs.

Segundo (DI BERNARDO, 2008) tem sido comum no Brasil e em diversos países em desenvolvimento, a escolha da técnica sem considerar a qualidade da água bruta, comprometendo radicalmente a eficiência do sistema.

Apesar de existirem diversas técnicas de tratamento de água para abastecimento público, no Brasil destacam-se as de tratamento convencional, ou seja, de ciclo completo e a filtração direta. Outras já são empregadas, porém em um número relativamente pequeno de ETAs comparando com as técnicas convencionais. (HELLER, 2010)

As técnicas de tratamento de água, de uma forma geral, podem ser distinguidas em função dos processos e operações unitárias que elas possuem, como mostrado na Figura 4, na qual foram omitidas as etapas que podem ser comuns a todas as técnicas, assim como, por exemplo, a fluoretação e a desinfecção.

Figura 4 – Técnicas mais usuais de tratamento de água em ETAs



Fonte: Retirada de (HELLER, 2010).

2.6.1 Dupla filtração

Surgiu com o intuito de reduzir as limitações das tecnologias de filtração direta quando relacionadas ao tratamento de águas com contaminação relativamente elevada.

Tem-se a associação da filtração direta ascendente com a filtração rápida descendente.

De acordo com DI Bernardo & Sabogal Paz (2008), a tecnologia da dupla filtração se mostrou vantajosa quando a água a ser tratada possui altos valores de densidade de algas, cor verdadeira, turbidez e coliformes.

2.6.1.1 Etapas do tratamento na ETA Oeste

2.6.1.1.1 Coagulação

A etapa de coagulação consiste em adicionar os coagulantes ao meio líquido com o objetivo de desestabilizar as partículas coloidais e suspensas na água. Nessa etapa, a água bruta passa por uma câmara de carga, antes da divisão da vazão, onde é introduzido o coagulante e o auxiliar de coagulação. Em instalações de menor porte, há uma única câmara de carga, já em instalações maiores, há uma unidade de mistura rápida interligada a um canal que leva a água coagulada às várias câmaras de carga. O mecanismo de coagulação utilizado na dupla filtração é do tipo adsorção-neutralização de cargas.

2.6.1.1.2 Filtração ascendente

A filtração é um processo físico em que a água atravessa um leito filtrante, em geral areia ou areia e carvão, de modo que partículas em suspensão sejam retidas produzindo um efluente mais limpo. Na dupla filtração, água coagulada segue para os filtros ascendentes através de canal sob pressão e é distribuída às câmaras de carga dos mesmos por meio de derivações constituídas por tubulações providas de válvulas com comando eletromecânico. A água coagulada entra na parte inferior da câmara de carga, verte através do vertedor e segue dividida por duas tubulações para as duas câmaras filtrantes, onde passa

pelo leito dos filtros ascendentes. A água pré-filtrada é coletada pelas calhas, cai no canal central do filtro ascendente e passa pela comporta do efluente para o canal geral de coleta e distribuição da água de todos os filtros ascendentes, encaminhando o fluxo para os filtros descendentes.

2.6.1.1.3 Filtração descendente

A água pré-filtrada, vinda através do canal geral de coleta e distribuição, se divide para os seis filtros rápidos descendentes, passa pelo vertedor, a comporta do afluente e segue para as duas câmaras filtrantes, onde passa pelo leito de cada filtro. A água filtrada segue por tubulação para uma câmara provida de vertedor com descarga livre, e verte no canal geral de veiculação de água filtrada, que por sua vez, segue para a câmara de contato, onde será armazenada para adução.

2.6.1.1.4 Fluoretação

Nos mananciais superficiais utilizados como fonte de água bruta para água de abastecimento público, não são encontradas quantidades significativas de fluoreto para atender às exigências em termos de saúde pública, portanto, faz-se necessário adicionar, no final do processo de tratamento da água, quantidade suficiente para suprir esta deficiência. Embora essa etapa ocorra com maior frequência no final do tratamento, simultânea a desinfecção, em algumas estações, facilidades operacionais culminaram com a aplicação dos compostos de flúor aos coagulantes na unidade de mistura rápida. (LIBÂNIO, 2005).

A fluoretação da água é uma medida preventiva contra a cárie dental, e a dosagem de um teor ótimo de flúor é essencial para a qualidade da água para consumo humano, pois embora haja consenso da relação existente entre o uso do flúor e a redução de cárie dentária, pode-se afirmar que o flúor é uma substância tóxica quando ingerido em altas doses, tornando-se prejudicial ao consumo humano. Em razão disso e outros fatores, o controle do teor de fluoreto faz necessário na estação de tratamento de água.

A Portaria nº. 635/Bsb de 26 de dezembro de 1975 informa que a dosagem de flúor na água para consumo humano deve ser estabelecida em função

da média das temperaturas máximas diárias da localidade observadas durante um determinado período.

A concentração, em mg/L, recomendada de íon fluoreto nas águas de abastecimento público é obtida por intermédio da equação (2).

$$C \text{ mg/L} = \frac{22,2}{E} \quad (2)$$

Onde:

$E = 10,3 + 0,725 T$, sendo que T = média de Temperatura máxima diárias observadas durante um período mínimo de 1 ano (recomendado 5 anos) em graus centígrados.

Os compostos de flúor comumente utilizados são: Fluoreto de Cálcio ou Fluorita (CaF_2); Fluossilicato de Sódio (Na_2SiF_6); Fluoreto de sódio (NaF); Ácido Fluossilícico (H_2SiF_6).

Na ETA Oeste utiliza-se o Ácido Fluossilícico. O ácido fluossilícico é um subproduto da indústria de fertilizantes. É um líquido altamente solúvel e corrosivo, que ao vaporizar-se, decompõe-se em Ácido Fluorídrico e Tetrafluoreto de Silício.

2.6.1.1.5 Desinfecção

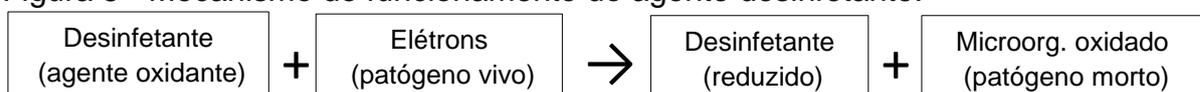
O art. 24. da portaria MS 2914/2011 exige que toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

Realiza-se a desinfecção da água com o intuito de destruir micro-organismos patogênicos, como, bactérias, vírus, fungos, algas, etc.

Os desinfetantes mais usados são cloro e seus derivados (hipoclorito de sódio e cálcio, cal clorada e dióxido de cloro), ozônio, luz ultravioleta, iodo e seus derivados.

O mecanismo de funcionamento de um desinfetante é similar a de um agente oxidante, ou seja, o composto desinfetante busca elétrons no microrganismo, provocando a sua oxidação, o resultado dessa oxidação representa a eliminação ou a morte do micro-organismo, a reação está ilustrada na Figura 5. (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009).

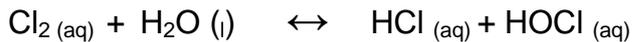
Figura 5 - Mecanismo de funcionamento do agente desinfetante.



Fonte: Produzida pelo autor, adaptada de (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009).

No Brasil, quase que a totalidade das estações de tratamento de água usa o cloro molecular como desinfetante. O uso de cloro no tratamento da água além da desinfecção tem como objetivo a oxidação ou ambas as ações ao mesmo tempo. O cloro é um gás amarelo – esverdeado, venenoso e corrosivo, de odor irritante, bastante solúvel em água, por isso quando mistura a água produz uma substância fortemente clorada.

Quando o cloro é adicionado na água ocorre à reação:



Ao reagir, 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.

2.7 ETA Oeste

A Companhia de água e esgoto do Ceará (CAGECE), em dezembro de 2012, inaugurou a Estação de Tratamento de Água Oeste. A estação está localizada no município de Caucaia. Os mananciais que atendem a ETA se constituem no Sistema de Açudes Pacajus-Pacoti-Gavião associado ao Açude Castanhão, na bacia do Jaguaribe, através do Canal da Integração. A captação de água bruta desse sistema para a ETA Oeste é feita através do Trecho 5 do Canal da Integração, o qual se denomina de Sistema Adutor Gavião-Pecém, detalhado na Figura 6. A supracitada ETA se destina ao atendimento da demanda de água tratada preferencialmente à zona oeste de Fortaleza e ao município de Caucaia.

Figura 6 – Mapa do canal de integração do Ceará.



Fonte: Retirado e adaptado de <http://www.casacivil.ce.gov.br/2012/10/02/eixao-das-aguas-trecho-iv-beneficiara-regiao-metropolitana-de-fortaleza/>

Projetada e construída com tecnologia de dupla filtração (ascendente/descendente), com capacidade de $5,0\text{m}^3/\text{s}$, estando ainda em fase de construção de adutoras de água bruta, tratada e reservação. A ETA é composta por 24 filtros ascendentes e 24 filtros descendentes, divididos em quatro módulos. Atualmente, funcionam seis filtros ascendentes e seis filtros descendentes.

A água bruta e a água recuperada proveniente da ETRG chegam a câmara de mistura rápida através de tubulações, nela são adicionados o cloro, o PAC e o polímero catiônico, que com o auxílio de agitadores mecânicos promovem a oxidação e coagulação da água a ser tratada. Da câmara de mistura, a água coagulada se divide para quatro módulos de dupla filtração, cada um com capacidade de $1,25\text{ m}^3/\text{s}$, sendo cada módulo constituído por 6 filtros ascendentes e

6 descendentes. Os produtos utilizados no tratamento da ETA Oeste bem como as especificações técnica dos mesmos estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 02 – Produtos químicos utilizados no processo de tratamento

Produto	Concentração (%)	Densidade (g/cm ³)	Temperatura (°C)
Ácido fluossilícico	20 (H ₂ SiF ₆)	1,17	17,5
PAC	23 (Al ₂ O ₃)	1,35	25
Poli (dialildimetilcloroeto de amônio) – Polidadmac	39	1,14	25
Cloro gasoso	99	1,410	20

Fonte: Elaborada pelo autor

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Monitorar e avaliar os parâmetros da qualidade de água produzida no sistema operacional da ETA OESTE.

3.2 Objetivos Específicos

Coletar amostras de água nos vários pontos do sistema operacional de tratamento da água.

Realizar as análises químicas de pH, Cor aparente, Turbidez, Fluoreto e Cloro residual livre.

Analisar os dados obtidos.

Proceder às correções necessárias.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Na ETA Oeste são realizados os ensaios de cor aparente, cloro residual livre, pH, fluoreto e turbidez.

As frequências e os pontos de amostragem das análises são estabelecidos em conformidade com as determinações e recomendações da portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Conforme é exigido no artigo.41. desta portaria, anualmente a CAGECE elabora o plano de amostragem para o monitoramento da qualidade da água dos sistemas Gavião e Oeste na rede de distribuição de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú. Esses planos são apresentados e submetidos para análise das autoridades municipais de saúde pública. Os planos são elaborados respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nos anexos XI, XII, XIII e XIV da referida portaria.

O anexo XII desta portaria estabelece o número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físico-químicas na saída do tratamento de acordo com o tipo de manancial. A ETA Oeste possui um sistema de abastecimento com manancial do tipo superficial, sendo necessário realizar uma análise a cada duas horas dos parâmetros de cor aparente, cloro residual livre, pH e fluoreto, tendo como base o referido anexo.

Com relação à frequência das análises de turbidez, o § 3º do artigo 30, desta mesma portaria, estabelece que para filtração rápida devam ser realizadas análises, no mínimo, a cada duas horas.

Além das análises mencionadas, realizam-se outros ensaios e atividades, como, coletas de água para análise externa, algumas destas realizadas pela própria empresa, no laboratório central pertencente à GECCOQ e as demais análises como, por exemplo, as de periodicidade semestral, são realizadas por laboratórios contratados.

Realizam-se também as verificações diárias dos equipamentos, assim como as calibrações necessárias dos equipamentos e vidrarias utilizados.

As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros mencionados têm como base o Standard Methods For The Examination of Water and Wastwater, 22 ed. Washington, DC, 2012, de autoria das instituições AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.

4.1 Coletas das Amostras

4.1.1 Locais de coleta

Os locais de coletas das amostras para o controle das condições de operacionalidade da estação e consequente caracterização da qualidade da água produzida, são escolhidos no decorrer do processo. Na ETA Oeste os pontos de coleta estão disponíveis no laboratório piloto da estação, conforme mostrado na Figura 7. Pontos escolhidos no decorrer do processo:

- Água Bruta - Entrada da ETA;
- Água coagulada - Câmara de mistura rápida;
- Água tratada - Saída da ETA;
- Água residual - Estação de tratamento de rejeitos gerados (ETRG);
- Água filtrada- Saída de cada sistema de filtração.

Figura 7 – Local de coletas das amostras



Fonte: Produzido pelo autor.

4.1.2 Procedimento para coleta de água

Separam-se os frascos necessários e dirige-se para os locais de coleta, os frascos utilizados estão representados na Figura 8.

Abre-se a torneira e deixa-se escoar por dois a três minutos para eliminar a água estagnada na tubulação;

Ambienta-se previamente o frasco com a água a ser coletada;

Enche-se o frasco com a amostra diretamente da torneira, até aproximadamente $\frac{3}{4}$ (três quartos) do seu volume, para possibilitar sua homogeneização.

As coletas são realizadas de acordo com o Guia Nacional De Coleta e Preservação De Amostra de autoria da ANA.

Figura 8 - Modelo de frascos utilizados para coletar as amostras



Fonte: Produzido pelo autor.

4.2. Análises Físico-Químicas - Parâmetros da qualidade de água produzida

4.2.1. Determinação de Cor aparente

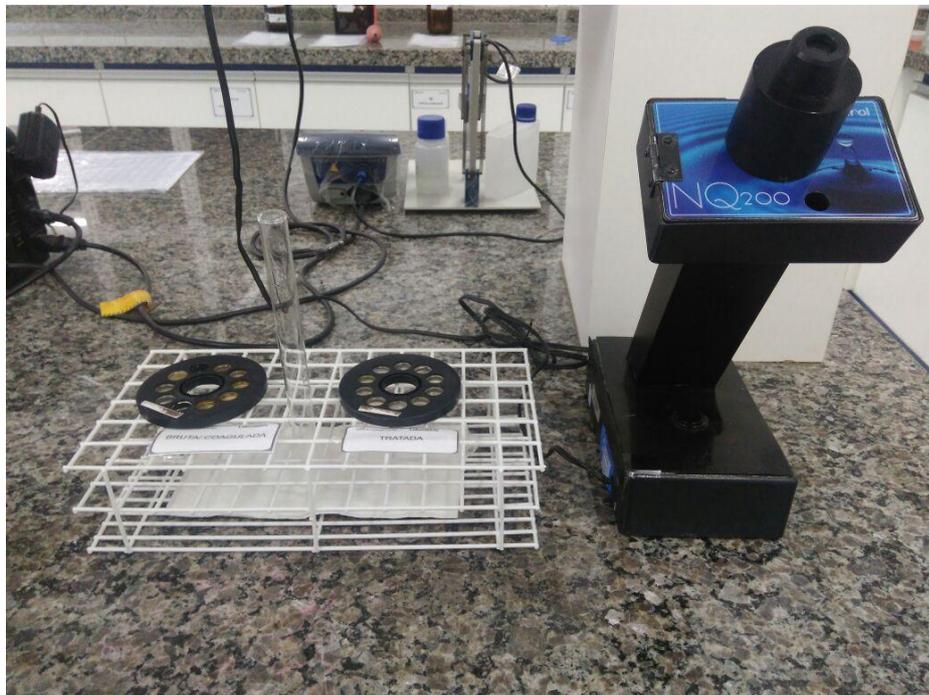
a) Princípio: A análise é baseada no método de comparação visual em que se utilizam discos colorimétricos de vidro que são calibrados com as cores da escala Platino-Cobalto para fazer a comparação com as amostras de águas analisadas. Há dois discos, um para matriz de águas com maior intensidade de cor e outro para águas mais claras, como a exemplo da tratada.

b) Procedimento: Utilizou-se um comparador visual NESSLER QUANTI 200 da Policontrol, representado na Figura 9, utilizando como unidade de medida o uH (Unidade Hazen).

Enche-se um tubo de Nessler com a amostra e coloca-se no compartimento da amostra, que é o da direita. O da esquerda deverá conter um tubo cheio com água destilada que servirá como branco da amostra facilitando a comparação. Liga-se o aparelho e vai-se girando o disco até encontrar a cor que mais se assemelha com a da amostra analisada. Registra-se o valor encontrado. Amostra com a cor maior que 70uH deverá ser diluída e realizados os cálculos da diluição, conforme a equação 3.

$$\text{Cor aparente (uH)} = \frac{\text{Valor da cor obtido} \times \text{Volume final}}{\text{Volume de amostra inicial}} \quad (3)$$

Figura 9 - Colorímetro NQ200, Policontrol



Fonte: Produzido pelo autor.

4.2.2 Determinação da Turbidez

a) Princípio: É realizada por meio do método nefelométrico. O princípio do método é baseado na comparação da luz que atravessa uma amostra sob condições definidas, com a intensidade da luz atravessada por um padrão de referência sob as mesmas condições. O padrão é a formazina. O turbidímetro utilizado para a leitura é constituído de um nefelômetro.

b) Procedimento: Utilizou-se um turbidímetro portátil 2100Q da HACH representado na Figura 10 utilizando como unidade de medida o NTU (Nephelometric Turbidity Units ou unidade nefelométrica de turbidez).

Lava-se a cubeta previamente com água destilada e depois com a amostra homogeneizada. Preenche-se a cubeta com a amostra de forma suave para evitar formação de bolhas. Caso haja o aparecimento de bolhas, aguardar até que desapareçam e tampar a cubeta. Enxugar as paredes externas com papel macio e introduzir no compartimento ótico de forma que as marcas da cubeta e do turbidímetro coincidam. Pressionar a tecla de leitura, esperar que o resultado apareça no visor.

Figura 10 – Turbidímetro Portátil 2100Q, HACH



Fonte: Produzido pelo autor.

4.2.3 Determinação do Potencial Hidrogeniônico

a) Princípio: A análise de pH através do método eletrométrico, baseia-se na medição da concentração (atividade) do íon hidrogênio (H^+), por meio de um eletrodo de vidro combinado conectado a um potenciômetro. O eletrodo responde à concentração do íon hidrogênio, gerando um potencial elétrico na interface vidro/líquido. Qualquer mudança no potencial do sistema do eletrodo em uma determinada temperatura, é devido a mudança de pH da amostra (POHLING, 2009)

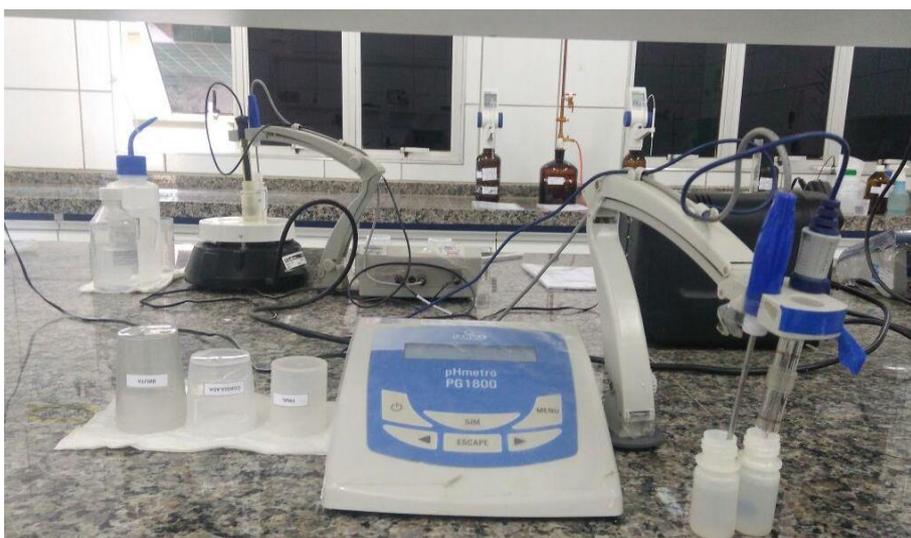
b) Procedimento: Utilizou-se um eletrodo de vidro da Digimed, que é um eletrodo do tipo íon seletivo, sensível a variações de pH acoplado a um

potenciômetro PG 1800 da GEHAKA, que possui um sensor de platina PT1000 usado para medir a temperatura da solução e corrigir a leitura de pH para a temperatura da amostra, ou seja, um termocompensador de temperatura. O conjunto está representado na Figura 11.

Transfere-se uma alíquota de amostra homogeneizada para o frasco em que será feita a medida, retira-se o sensor de pH da solução de descanso, que é uma solução de KCl (cloreto de potássio) 3M. Lava-se o sensor com água destilada e enxuga-se delicadamente com um papel absorvente macio.

Mergulhar o eletrodo na amostra, aguardar estabilização da leitura, anotar o valor quando a variação de pH for mínima. Entre uma leitura e outra sempre executar o procedimento de limpeza descrito acima e ao final colocar o eletrodo novamente na solução de descanso KCl 3M.

Figura 11 – Potenciômetro PG1800, GEHAKA com eletrodo de vidro



Fonte: Produzido pelo autor.

4.2.4 Determinação de Fluoreto

a) Princípio: A análise é realizada pelo método eletrométrico. Por meio do eletrodo de íon seletivo de fluoreto de lantânio acoplado a um potenciômetro com escala expandida em milivolts, o elemento cristal de fluoretos estabelecerá um potencial pela presença de íons fluoretos. Essa medição serve para medir atividade ou concentração de fluoreto em amostra de água mediante a uma curva padrão apropriada.

b) Interferentes: Cátions polivalentes tais como Al^{3+} , Fe^{3+} e Si^{4+} formam complexos com o íon fluoreto. A formação dos complexos depende do pH da solução, mas o complexo é desprezível se o pH for ajustado. Por esse motivo adiciona-se um tampão de ajuste de força iônica total TISAB.

c) Procedimento: Utilizou-se um potenciômetro PG1800 da GEHAKA no modo de leitura em mV, acoplado a um EIS (Eletrodo de íon seletivo) de fluoreto 9609BNWP da Orion e um termocompensador de temperatura. Também se fez uso de um agitador magnético da Fisotom para auxiliar na agitação da amostra a ser analisada. A figura 12 mostra os equipamentos utilizados.

Retira-se uma alíquota de 10mL de amostra e transfere-se para um béquer plástico, adiciona-se 10 mL de TISAB ciclohexilenoditricrato(CDTA), deve ser inserida uma barra magnética para proceder com a homogeneização da amostra. Liga-se o agitador de forma que se tenha uma leve agitação, retira-se o eletrodo da solução de descanso, lava-se com água destilada, enxuga-se cuidadosamente e insere-se no béquer da amostra juntamente com o termocompensador. Aguarda a estabilização da leitura e registra-se o valor do potencial para que se possa calcular a concentração de fluoreto. A concentração é calculada por uma regressão linear obtida pelo método de calibração do padrão externo.

Figura 12 – Potenciômetro PG 1800, GEHAKA com eletrodo de íon seletivo



Fonte: Produzido pelo autor.

4.2.5 Determinação do Cloro Residual Livre

a) Princípio: A determinação do cloro residual livre é realizada pelo método titulométrico FAS-DPD, que se baseia na reação de cloro com a solução padrão FAS (Sulfato ferroso amoniacal), usando a solução indicadora DPD (N,N–dietil–p–fenilenediamina). A titulação deve ser realizada de maneira rápida, pois se esse procedimento não for efetuado em tempo hábil, o cloro volatilizará e a análise não será possível de ser realizada. Além disso, este método não é indicado para altas concentrações de cloro.

b) Procedimento: Utilizou-se 2 buretas automáticas Top Buret da Eppendorf para a adição do tampão de fosfato e titulação com o FAS e para adição da solução indicadora de DPD utilizou-se uma bureta âmbar semi automática de 25 mL da Laborglass. A aparelhagem utilizada é mostrada na Figura 13.

Em um erlenmeyer de 250mL, adiciona-se 5mL de solução padrão de fosfato e 5mL de solução indicadora de DPD, em seguida transfere-se 100mL da amostra homogeneizada.

Procede-se a titulação rapidamente com a solução padrão de FAS até o primeiro desaparecimento da cor vermelha. Realizam-se os cálculos de correção, conforme a equação 4.

$$\text{mg de Cl}_2/\text{L} = \text{Volume titulado (mL)} \times \text{Fator de correção do FAS} \quad (4)$$

Figura 13 - Aparelhagem utilizada para determinação de CRL



Fonte: Produzido pelo autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizaram-se análises físico-químicas em águas bruta, coagulada, tratada e residual no laboratório da Qualidade da ETA Oeste, conforme o Plano de Amostragem. Também, foram feitas coletas de amostras da saída do sistema para análises microbiológicas, hidrobiológicas e demais parâmetros físico químicos, a fim de controlar o sistema em conformidade com as exigências da Portaria nº 2914/11/MS.

A maioria dessas coletas realizadas é encaminhada para a Gerência de controle da qualidade de produto (GECOQ) da Companhia de água e esgoto do estado do Ceará (CAGECE). As demais são encaminhadas para laboratórios contratados, como a exemplo dos parâmetros semestrais.

Os resultados obtidos para cada parâmetro de controle da qualidade operacional estão expressos abaixo, assim como alguns resultados referentes às coletas encaminhadas para análises externas.

5.1 Análises realizadas na ETA Oeste

São apresentadas aqui, resultados dos parâmetros de controle operacional, assim como, cor aparente, pH, turbidez, CRL e fluoreto, obtidos pelas análises realizadas no laboratório da qualidade da ETA OESTE.

5.1.1 *Análise da cor aparente*

Os resultados de cor aparente das amostras de água bruta, coagulada e tratada, obtidos no período estudado estão representados na Tabela 3.

Os resultados de cor das análises da água tratada estão em conformidade com a Portaria nº 2914/11/MS, tendo em vista que o resultado aceitável é até 15 uH. As amostras de água bruta e coagulada não tem valores estipulados por essa portaria, portanto são realizadas para controle do processo de tratamento. Os valores obtidos no intervalo estudado manteve-se constante, o que favorece um maior controle do processo no que está relacionado à remoção de cor.

Tabela 03 – Resultados da análise de cor aparente.

Cor (uH)							
15/11/17				16/11/17			
Hora	Bruta	Coag.	Final	Hora	Bruta	Coag.	Final
00:00	70,0	70,0	2,5	00:00	70,0	70,0	2,5
02:00	70,0	70,0	2,5	02:00	70,0	70,0	2,5
04:00	70,0	70,0	2,5	04:00	70,0	70,0	2,5
06:00	70,0	70,0	2,5	06:00	70,0	70,0	2,5
08:00	70,0	70,0	2,5	08:00	70,0	70,0	2,5
10:00	70,0	70,0	2,5	10:00	70,0	70,0	2,5
12:00	70,0	70,0	2,5	12:00	70,0	70,0	2,5
14:00	70,0	70,0	2,5	14:00	70,0	70,0	2,5
16:00	70,0	70,0	2,5	16:00	70,0	70,0	2,5
18:00	70,0	70,0	2,5	18:00	70,0	70,0	2,5
20:00	70,0	70,0	2,5	20:00	70,0	70,0	2,5
22:00	70,0	70,0	2,5	22:00	70,0	70,0	2,5
Média	70,0	70,0	2,5	Média	70,0	70,0	2,5
Mínima	70,0	70,0	2,5	Mínima	70,0	70,0	2,5
Máxima	70,0	70,0	2,5	Máxima	70,0	70,0	2,5

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.2 Análise da turbidez

Estão expressos na Tabela 4 os resultados de turbidez obtidos nas amostras de água bruta, coagulada, residual e tratada. O § 3º do art.30. sugere que o controle seja feito no mínimo a cada duas horas, e que esse monitoramento seja realizado preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração. Portanto, as Tabelas 5 e 6 respectivamente mostram os resultados de turbidez obtidos por cada filtro de hora em hora pelo monitoramento online do processo nos dias 15/11/17 e 16/11/17. Esse monitoramento se faz remotamente através dos turbidímetro de processo, onde cada filtro dispõe de um sensor de turbidez, e os

dados são monitorados pelo operador responsável pelo processo de tratamento de água.

Tabela 04 – Resultados das análises de bancada da turbidez.

Turbidez (NTU)									
15/11/17					16/11/17				
Hora	Bruta	Coag.	ETRG	Final	Hora	Bruta	Coag.	ETRG	Final
00:00	6,28	9,12	5,97	0,41	00:00	5,37	8,60	7,04	0,44
02:00	7,66	10,30	6,41	0,41	02:00	5,72	7,87	7,55	0,45
04:00	7,35	9,28	6,29	0,44	04:00	5,78	8,48	7,17	0,42
06:00	6,82	10,40	6,93	0,38	06:00	5,71	9,39	6,59	0,44
08:00	6,84	10,10	6,25	0,34	08:00	6,90	8,65	6,85	0,47
10:00	8,16	10,50	11,40	0,47	10:00	6,21	9,68	6,84	0,46
12:00	8,31	10,00	8,22	0,49	12:00	5,27	8,11	7,11	0,48
14:00	8,27	8,28	9,66	0,49	14:00	6,23	8,19	7,99	0,43
16:00	8,23	9,17	6,99	0,42	16:00	5,97	8,42	6,41	0,44
18:00	10,70	9,73	8,97	0,44	18:00	6,97	8,74	7,50	0,45
20:00	7,73	12,80	8,06	0,41	20:00	6,71	9,37	11,10	0,40
22:00	5,10	7,61	7,79	0,42	22:00	5,15	10,20	10,50	0,38
Média	7,62	9,77	7,75	0,43	Média	6,00	8,81	7,72	0,44
Mínima	5,10	7,61	5,97	0,34	Mínima	5,15	7,87	6,41	0,38
Máxima	10,70	12,80	11,40	0,49	Máxima	6,97	10,20	11,10	0,48

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Resolução do CONAMA nº 357/05 estabelece como valor máximo permitido de turbidez, 100 uT e a Portaria nº 2914/11/MS estabelece que 95% dos resultados de turbidez para água filtrada devem estar abaixo de 0,5NTU e 5% restante não deve ultrapassar 1,0 NTU.

Observando os dados da tabela 4, pode-se verificar que tanto para os valores de turbidez da água bruta, quanto da água proveniente da ETRG, obteve-se alteração na ordem superior a 5NTU. O que prova a necessidade do controle rigoroso desses pontos para que o tratamento dessas águas seja efetivo.

Tabela 05 – Monitoramento online da turbidez da água filtrada no dia 15/11/17.

TURBIDEZ (NTU)							
15/11/17	Filtro 01	Filtro 02	Filtro 03	Filtro 04	Filtro 05	Filtro 06	Média
00:00	0,42	0,39	0,41	0,43	0,46	0,40	0,42
01:00	0,41	0,38	0,39	0,42	0,45	0,39	0,41
02:00	0,39	0,36	0,37	0,39	0,42	0,36	0,38
03:00	0,39	0,37	0,37	0,40	0,42	0,37	0,39
04:00	0,39	0,38	0,37	0,40	0,43	0,36	0,39
05:00	0,40	0,37	0,37	0,47	0,43	0,37	0,40
06:00	0,39	0,36	0,37	0,39	0,42	0,36	0,38
07:00	0,39	0,36	0,37	0,39	0,42	0,36	0,38
08:00	0,39	0,36	0,37	0,39	0,42	0,37	0,38
09:00	0,37	0,34	0,35	0,37	0,40	0,35	0,36
10:00	0,38	0,36	0,36	0,40	0,41	0,36	0,38
11:00	0,40	0,36	0,37	0,41	0,42	0,37	0,39
12:00	0,40	0,36	0,37	0,41	0,43	0,37	0,39
13:00	0,40	0,36	0,37	0,40	0,42	0,37	0,39
14:00	0,40	0,37	0,37	0,41	0,43	0,37	0,39
15:00	0,40	0,36	0,38	0,41	0,42	0,37	0,39
16:00	0,39	0,36	0,37	0,40	0,42	0,36	0,38
17:00	0,42	0,39	0,39	0,44	0,45	0,39	0,41
18:00	0,42	0,39	0,39	0,44	0,46	0,39	0,42
19:00	0,44	0,41	0,40	0,45	0,47	0,40	0,43
20:00	0,45	0,42	0,41	0,45	0,48	0,41	0,44
21:00	0,46	0,42	0,42	0,47	0,50	0,43	0,45
22:00	0,45	0,40	0,40	0,45	0,47	0,40	0,43
23:00	0,48	0,45	0,44	0,47	0,50	0,43	0,46
\bar{X} (NTU)	0,41	0,38	0,38	0,42	0,44	0,38	0,40
<0,5 NTU (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
< 1 NTU (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Amplitude	0,11	0,11	0,09	0,10	0,10	0,08	0,10

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 06 – Monitoramento online da turbidez da água filtrada no dia 16/11/17.

TURBIDEZ (NTU)							
16/11/17	Filtro 01	Filtro 02	Filtro 03	Filtro 04	Filtro 05	Filtro 06	Média
00:00	0,46	0,43	0,41	0,46	0,49	0,41	0,44
01:00	0,44	0,42	0,40	0,45	0,48	0,40	0,43
02:00	0,45	0,42	0,41	0,46	0,48	0,40	0,44
03:00	0,45	0,41	0,39	0,44	0,46	0,39	0,42
04:00	0,45	0,43	0,41	0,47	0,49	0,41	0,44
05:00	0,48	0,46	0,44	0,49	0,50	0,44	0,47
06:00	0,50	0,45	0,45	0,49	0,50	0,44	0,47
07:00	0,46	0,43	0,42	0,46	0,48	0,41	0,44
08:00	0,44	0,41	0,40	0,44	0,47	0,40	0,43
09:00	0,42	0,39	0,39	0,43	0,45	0,38	0,41
10:00	0,42	0,40	0,79	0,43	0,45	0,39	0,48
11:00	0,40	0,37	0,40	0,41	0,42	0,36	0,39
12:00	0,39	0,37	0,41	0,41	0,43	0,37	0,40
13:00	0,40	0,38	0,41	0,40	0,43	0,37	0,40
14:00	0,39	0,38	0,41	0,41	0,43	0,37	0,40
15:00	0,40	0,38	0,45	0,45	0,43	0,39	0,42
16:00	0,42	0,43	0,46	0,47	0,45	0,39	0,44
17:00	0,41	0,40	0,44	0,43	0,42	0,38	0,41
18:00	0,39	0,40	0,45	0,44	0,43	0,38	0,42
19:00	0,44	0,44	0,49	0,48	0,46	0,41	0,45
20:00	0,42	0,42	0,45	0,46	0,44	0,39	0,43
21:00	0,43	0,43	0,45	0,46	0,43	0,39	0,43
22:00	0,47	0,42	0,45	0,46	0,43	0,33	0,43
23:00	0,39	0,39	0,42	0,43	0,41	0,37	0,40
\bar{X} (NTU)	0,43	0,41	0,44	0,45	0,45	0,39	0,43
<0,5 NTU(%)	100,00	100,00	95,65	100,00	100,00	100,00	100,00
<1 NTU (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Amplitude	0,11	0,09	0,40	0,09	0,09	0,11	0,09

Fonte: Elaborada pelo autor.

Avaliando os resultados de turbidez obtidos pelo monitoramento online referente à água filtrada no período destacado, temos que 100% se apresentam com valores abaixo de 1,0 NTU e 95,65% abaixo de 0,5 NTU.

No dia 16/11/17 às 10 horas, o filtro três apresentou resultado de turbidez de 0,79 NTU, foi feita uma coleta na saída do referido filtro para análise no laboratório, o resultado obtido foi de 0,71 NTU, o que confirma que a turbidez desse filtro específico estava realmente acima de 0,5NTU. Foi informado pelo operador que o filtro tinha acabado de passar pelo processo de lavagem, processo esse em que revolve o leito de filtração, perturbando por alguns instantes o sistema. Minutos depois a turbidez se estabilizou e voltou a apresentar valores conformes, como é evidenciado no registro feito às 11 horas, que apresentou um resultado de 0,40NTU. Pode-se observar que apesar do filtro três apresentar valor de turbidez acima do permitido, a média dos filtros que compõe o sistema filtrante resultou em um valor médio de 0,48 NTU. Evidencia-se então que dentro do intervalo monitorado os resultados de turbidez da água filtrada e tratada foram satisfatórios segundo a portaria de potabilidade.

5.1.3 Análise de Cloro residual livre (CRL)

Foram submetidas à análise de CRL , amostras referente ao processo de pré-oxidação e desinfecção. Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 7.

Conforme já mencionado, no Brasil é obrigatória a manutenção em redes públicas de abastecimento de água, conforme Portaria nº2914/2011/MS, no mínimo, uma concentração de 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a rede de distribuição. E é sugerido que a concentração máxima seja de 2,0 mg/L, apesar de ser permitido resultados de cloro residual até 5,0 mg/L. Na etapa da desinfecção da ETA Oeste estipulou-se um intervalo entre 2,0 e 3,0 mg/L. Apesar de obter dois resultados no dia 15/11/17 abaixo da faixa mínima especificada pela estação, os resultados em sua totalidade mostrou a eficiência de correção durante o processo. O monitoramento do CRL realizado pela estação de tratamento mostra-se eficiente tendo em vista o controle dos resultados obtidos nas análises microbiológicas, assim como o monitoramento de CRL na rede de distribuição através do monitoramento remoto.

Tabela 07 – Resultados das análises de CRL.

Cloro residual livre mg Cl ₂ /L					
15/11/17			16/11/17		
Hora	Pré	Final	Hora	Pré	Final
00:00	0,00	2,30	00:00	0,00	2,31
02:00	0,00	2,38	02:00	0,00	2,37
04:00	0,00	2,13	04:00	0,00	2,49
06:00	0,00	2,90	06:00	0,00	2,66
08:00	0,00	2,84	08:00	0,00	2,18
10:00	0,00	1,94	10:00	0,00	2,02
12:00	0,00	2,21	12:00	0,00	2,27
14:00	0,00	1,75	14:00	0,00	2,56
16:00	0,00	2,47	16:00	0,00	2,44
18:00	0,00	2,28	18:00	0,00	2,37
20:00	0,00	2,95	20:00	0,00	2,20
22:00	0,00	2,68	22:00	0,00	2,65
Média	0,00	2,40	Média	0,00	2,38
Mínima	0,00	1,75	Mínima	0,00	2,02
Máxima	0,00	2,95	Máxima	0,00	2,66

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.4 Análise de Fluoretos

A fluoretação realizada pela ETA Oeste tem o objetivo de complementar o residual de íon fluoreto pré-existente na água bruta, portanto monitora-se o teor de íon fluoreto na água bruta no início de cada plantão, afim de que o operador complemente a dosagem considerando esse valor inicial. Como determinado no § 1º do art.37 da portaria MS 2914/2011, os valores recomendados para concentração de íon fluoreto deve ser de acordo com a portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976, e esta estabelece que para temperaturas médias de 26,8 a 32,5 °C deverá ser na faixa de 0,6 a 0,8 mg F⁻/L portanto a meta de dosagem da ETA Oeste é de 0,7, representando a média da faixa estabelecida pela portaria 635 Bsb.

Com exceção do resultado obtido as 02h00min do dia 15/11/17, os resultados estão de acordo com as portarias mencionadas anteriormente.

Devido a esse ponto está abaixo do mínimo estabelecido, realizou-se uma recolta da água tratada e obteve-se um resultado de 0,60 mg F⁻/L, apesar disso foi solicitado ao operador da ETA Oeste que realizasse a aferição dos pontos de dosagem do ácido fluossilícico. O procedimento foi realizado ajustando-se a dosagem de acordo com a vazão, resultando em resultados conformes nas análises subsequentes.

Tabela 08 – Resultados das análises de Fluoreto.

Fluoreto (mg F⁻/L)					
15/11/17			16/11/17		
Hora	Bruta	Final	Hora	Bruta	Final
00:00		0,68	00:00		0,60
02:00		0,59	02:00		0,60
04:00		0,66	04:00		0,66
06:00		0,65	06:00		0,64
08:00	0,36	0,68	08:00	0,34	0,63
10:00		0,74	10:00		0,79
12:00		0,79	12:00		0,74
14:00		0,74	14:00		0,69
16:00		0,61	16:00		0,62
18:00		0,60	18:00		0,72
20:00	0,32	0,66	20:00	0,37	0,60
22:00		0,63	22:00		0,66
Média	0,34	0,67	Média	0,36	0,66
Mínima	0,32	0,59	Mínima	0,34	0,60
Máxima	0,36	0,79	Máxima	0,37	0,79

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.5 Análise de pH

Na Tabela 9 estão dispostos os resultados obtidos na análise de pH. Os resultados estão compreendidos na faixa de pH entre 6,0 a 9,5, sendo essa a faixa recomendada pela portaria MS 2914/2011 .

Tabela 09 – Resultados das análises de pH.

pH							
15/11/17				16/11/17			
Hora	Bruta	Coag.	Final	Hora	Bruta	Coag.	Final
0:00	8,33	8,08	8,08	0:00	8,20	7,91	7,75
2:00	8,33	8,09	7,83	2:00	8,21	7,95	7,90
4:00	8,30	8,14	7,70	4:00	8,14	7,89	7,81
6:00	8,26	8,14	7,62	6:00	8,21	7,94	7,74
8:00	8,10	7,93	7,60	8:00	8,20	8,12	7,74
10:00	8,19	7,94	7,76	10:00	8,13	7,85	7,66
12:00	8,30	8,01	7,33	12:00	8,18	7,89	7,62
14:00	8,21	8,00	7,73	14:00	7,99	7,85	7,66
16:00	8,16	8,03	7,74	16:00	8,05	7,92	7,69
18:00	8,28	8,04	7,73	18:00	8,00	7,98	7,65
20:00	8,25	7,90	7,60	20:00	8,00	7,91	7,63
22:00	8,10	7,88	7,62	22:00	8,34	8,10	7,71
Média	8,23	8,02	7,70	Média	8,14	7,94	7,70
Mínima	8,10	7,88	7,33	Mínima	7,99	7,85	7,62
Máxima	8,33	8,14	8,08	Máxima	8,34	8,12	7,90

Fonte: Elaborada pelo autor

5.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES REALIZADAS EXTERNAMENTE

São expostos aqui, alguns resultados de análises que não são realizados no laboratório da estação, sendo esse responsável apenas pela coleta das amostras de água tratada, enquanto que as coletas de água bruta são realizadas no ponto de captação do manancial açude Gavião, tendo como responsável pelas coletas o corpo técnico da ETA Gavião.

5.2.1 GECOQ – Laboratório central da CAGECE

A GECOQ é a gerencia da CAGECE responsável pelo controle da qualidade da água.

5.2.1.1 Análise hidrobiológica

Os resultados expressos nas tabelas 10 e 11, referem-se às análises hidrobiológicas realizadas na unidade laboratorial de hidrobiologia da GECOQ.

Tabela 10 – Análise hidrobiológica da água bruta.

Laudo da análise nº6802/2017			
	Valor detectado de toxina dissolvida	Valor de referência*	Metodologia da análise
Microcistinas	< 0,15 µg/L	1 µg/L	ELISA
Saxitoxinas	0,04 µg/L	3 µg/L	
Cilindrospermopsina	< 0,05 µg/L	1 µg/L	

Fonte: Elaborada pelo autor

*Segundo a Portaria nº 2914/11/MS

Tabela 11 – Análise hidrobiológica da água tratada.

Laudo da análise nº6803/2017			
	Valor detectado de toxina dissolvida	Valor de referência*	Metodologia da análise
Microcistinas	< 0,15 µg/L	1 µg/L	ELISA
Saxitoxinas	0,03 µg/L	3 µg/L	
Cilindrospermopsina	< 0,05 µg/L	1 µg/L	

Fonte: Elaborada pelo autor

CRL= 2,16 mg/L.

*Segundo a Portaria nº 2914/11/MS

Metodologia de análise baseada no Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22^a ed. 2012, e em Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management, OMS.

As análises de microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsina revelaram que as concentrações destas cianotoxinas encontram-se dentro dos limites considerados seguros para consumo humano, segundo a Portaria nº 2914/11/MS

5.2.1.2 Análise bacteriológica

Os resultados expressos nas tabelas 12 e 13 referem-se às análises bacteriológicas realizadas na unidade laboratorial de microbiologia da GECCOQ. Os resultados obtidos encontram-se dentro dos limites estabelecidos pelas normas específicas.

Tabela 12 - Análise bacteriológica da água bruta.

Laudo da análise bacteriológica nº1977923-A/17			
	Resultados	Valor de referência*	Metodologia da análise
Coliformes totais	2,9 E4 NMP/100 mL	NE	Substrato Cromogênico
Escherichia Coli	<1,0 NMP/100 mL	NMP< 1000 em 100 mL	

Fonte: Elaborada pelo autor.

*Segundo a Resolução do Conama nº357/05

Tabela 13 - Análise bacteriológica da água tratada.

Laudo da análise bacteriológica nº1969505-A/17			
	Resultados	Valor de referência *	Metodologia da análise
Coliformes totais	ausência em 100 mL	ausência em 100 mL	Substrato Cromogênico
Escherichia Coli	ausência em 100 mL	ausência em 100 mL	

Fonte: Elaborada pelo autor.

*Segundo a Portaria nº 2914/11/MS

5.2.1.3 Análise físico-química

Tabela 14 – Análises físico-químicas da água tratada, realizadas pela GECCOQ.

Laudo das análises físico químico nº1968848-A/17				
Parâmetros	Resultados	V.M.P *	Unidades	Metodologia da análise
Alcalinidade - Hidróxidos	Ausente			
Alcalinidade - Carbonatos	Ausente	NE	mg CaCO ₃ /L	Titrimetria / Ácido - base
Alcalinidade - Bicarbonatos	85,7			
Dureza Total	89,25	500	mg CaCO ₃ /L	Titrimetria / Complexometria
Cálcio	11,68	NE	mg Ca/L	com EDTA
Magnésio	14,41	NE	mg Mg/L	Medida indireta
Condutividade	434,9	NE	µs/cm	Condutimetria
Cloreto	82,1	250	mg Cl ⁻ /L	Titrimetria/Argentometria
Sulfato	9	250	mg SO ₄ ⁻² / L	Espectrofotometria
Sódio	46	200	mg Na/L	Fotometria de chama
Potássio	9	NE	mg K/L	
Nitrato	0,12	10	mg N-NO ₃ ⁻ /L	Espectrofotometria/ Coluna redutora Cd-Cu
Nitrito	ND	1	mg N-NO ₂ ⁻ /L	Espectrofotometria/ Diazotização
Amônia	0,34	1,5	mg N-NH ₃ /L	Espectrofotometria/ Nesslerização
Alumínio	0,09	0,2	mg Al//L	Espectrofotometria/ Eriocromo cianina
Manganês	ND	0,1	mg Mn/L	Espectrofotometria/ Persulfato
Ferro total	0,01	0,3	mg Fe/L	Espectrofotometria/ Ortofenantrolina
STD	239,2	1.000	mg/L	Medida indireta

Fonte: Elaborada pelo autor.

* Valor máximo permitido pela Portaria nº 2914/2011/MS;

**Sólidos totais dissolvidos.

Tabela 15 – Análises físico-químicas da água bruta, realizadas pela GECCOQ.

Laudo das análises físico químico nº1968840-A/17				
Parâmetros	Resultados	V.M.P *	Unidades	Metodologia da análise
Alcalinidade - Hidróxidos	Ausente			
Alcalinidade - Carbonatos	Ausente	NE	mg CaCO ₃ /L	Titrimetria / Ácido - base
Alcalinidade - Bicarbonatos	97,97			
Dureza Total	92,29	NE	mg CaCO ₃ /L	Titrimetria / Complexometria
Cálcio	12,25	NE	mg Ca/L	com EDTA
Magnésio	14,80	NE	mg Mg/L	Medida indireta
Condutividade	406,50	NE	µs/cm	Condutimetria
Cloreto	71,97	250	mg Cl ⁻ /L	Titrimetria/Argentometria
Sulfato	15	250	mg SO ₄ ⁻² / L	Espectrofotometria
Sódio	47	200	mg Na/L	Fotometria de chama
Potássio	9	NE	mg K/L	
Nitrato	0,02	10	mg N-NO ₃ ⁻ /L	Espectrofotometria/ Coluna redutora Cd-Cu
Nitrito	ND	1	mg N-NO ₂ ⁻ /L	Espectrofotometria/ Diazotização
Amônia	0,27	1,0	mg N-NH ₃ /L	Espectrofotometria/ Nesslerização
Alumínio	0,05	0,1	mg Al//L	Espectrofotometria/ Eriocromo cianina
Manganês	0,06	0,1	mg Mn/L	Espectrofotometria/ Persulfato
Ferro total dissolvido	0,03	0,3	mg Fe/L	Espectrofotometria/ Ortofenantrolina
STD**	223,58	500	mg/L	Medida indireta

Fonte: Elaborada pelo autor.

* Valor máximo permitido pela Resolução do Conama nº 357/05;

**Sólidos totais dissolvidos.

5.2.2 Resultados de laboratórios terceiros

Tabela 16 – Análises semestrais realizadas pela empresa ASL soluções ambientais.

	Parâmetro	Resultado	VMP*	Unidade
Inorgânicos	Antimônio	<0,004	0,005	mg/L
	Arsênio	< 0,005	0,01	mg/L
	Bário	0,067	0,7	mg/L
	Cádmio	< 0,001	0,005	mg/L
	Chumbo	< 0,005	0,01	mg/L
	Cianeto	< 0,002	0,07	mgCN-/L
	Cobre	< 0,005	2	mg/L
	Cromo	< 0,005	0,05	mg/L
	Mercúrio	< 0,0002	0,001	mg/L
	Selênio	< 0,005	0,01	mg/L
	Níquel	<0,010	0,07	mg/L
	Urânio	<0,010	0,03	µg/L
	Orgânicos	Acrilamida	<0,15	0,5
Benzeno		< 1,0	5	µg/L
Benzo(a)pireno		<0,010	0,7	µg/L
Cloreto de Vinila		<0,5	2	µg/L
1,2-Dicloroetano		<1,0	10	µg/L
1,1-Dicloroetano		<1,0	30	µg/L
1,2-Dicloroetano		<1,0	50	µg/L
Di(2-etilhexil)ftalato		<1,0	8	µg/L
Diclorometano		<1,0	20	µg/L
Estireno		<1,0	20	µg/L
Pentaclorofenol		<0,05	9	µg/L
Tetracloroto de Carbono		<1,0	4	µg/L
Tetracloroetano		<1,0	40	µg/L
Triclorobenzenos		<1,0	20	µg/L
Tricloroetano		<1,0	20	µg/L
Etilbenzeno		<0,001	0,2	µg/L
Monoclorobenzeno		<0,001	0,12	µg/L

Agrotóxicos	Tolueno	<0,001	0,17	µg/L
	Aldrin + Dieldrin	< 0,0002	0,03	µg/L
	Atrazina	<0,05	2	µg/L
	Clordano	<0,005	0,2	µg/L
	Alaclor	<0,05	20	µg/L
	Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido	<0,250	10	µg/L
	Carbedazim + Benomil	<1,0	120	µg/L
	Carbofurano	<0,05	7	µg/L
	Clordano (Cis+ trans)	<0,005	0,2	µg/L
	Clorpirifos + Clorpirifos oxon	<0,05	30	µg/L
	2,4-D +2,4,5T	<0,05	30	µg/L
	DDT + DDD + DDE	<0,001	1	µg/L
	Diuron	<1,0	90	µg/L
	Endossulfan	<0,05	20	µg/L
	Endrin	<0,003	0,6	µg/L
	Glifosato + AMPA	<30,0	500	µg/L
	Lindano (gama HCH)	<0,003	2	µg/L
	Mancozebe	<5,0	180	µg/L
	Metamidofós	<0,05	12	µg/L
	Metolacoloro	<0,05	10	µg/L
	Molinato	<0,05	6	µg/L
	Parationa Metilica	<0,05	9	µg/L
	Pendimetalina	<0,05	20	µg/L
	Permetrina	<0,05	20	µg/L
	Profenofos	<0,05	60	µg/L
	Simazina	<0,05	2	µg/L
	Terbuconazol	<1,0	180	µg/L
	Terbufos	<0,05	1,2	µg/L
	Trifluralina	<0,05	20	µg/L
	Ácidos Haloacéticos Totais	0,0774	0,08	mg/L
2,4,6 – Triclorofenol	<0,00005	0,2	mg/L	

1,2-Diclorobenzeno	<0,001	0,01	mg/L
1,4 – Diclorobenzeno	<0,001	0,03	mg/L
Etilbenzeno	<0,001	0,2	mg/L
Gosto	Não observado	6	FTN
Odor	Não observado	6	TON
Monoclorobenzeno	<0,001	0,12	mg/L
Sulfeto de Hidrogênio	<0,002	0,1	mg S ⁻² /L
Condutividade Elétrica	389	NA	μS/cm
Zinco	0,296	5	mg/L
Xilenos	<0,001	0,3	mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor.

* Valor máximo permitido pela Portaria nº 2914/2011/MS.

Os parâmetros com periodicidade semestrais mostraram resultados satisfatórios nos critérios e exigências relacionados à Portaria nº 2914/2011/MS.

6 CONCLUSÃO

Dentre os cinco parâmetros analisados no laboratório da qualidade da estação, os resultados das análises de cor aparente e pH tiveram todos seus valores em acordo com as exigência da Portaria nº 2914/2011/MS.

Na análise de turbidez, obteve-se uma amostra pontual com resultado superior a 0,5NTU, apesar disso, em sua totalidade o processo de tratamento mostrou-se eficiente no quesito remoção de turbidez, obtendo 95,65% das análises realizadas abaixo de 0,5NTU.

Com o acompanhamento das análises de cloro residual livre e fluoreto evidenciou-se que apesar de ter resultados fora do especificado, esses foram corrigidos de imediato, mostrando a eficiência do sistema de tratamento.

A maioria das coletas e análises realizadas nos diversos pontos da estação de tratamento evidenciaram resultados satisfatórios, assegurando a qualidade da água produzida destinada ao consumo humano de acordo com o que está pré-estabelecido pelas normas vigentes.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22^a Ed. Washington DC. 2012

BECKER,H.S.; **Apostila de Controle Analítico de águas-** 4^o Versão, Fortaleza,2008.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE DO MINISTÉRIO DA SAÚDE. **PORTARIA MS Nº 2914/2011**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em 27/11/2017.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. . **Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil**. 6. ed. Brasília: Ana, 2009. Cadernos de recursos hídricos.

BRASIL. Agência Nacional de águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (spr). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2016. Informe 2016. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano**. Brasília; 2012

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (Ed.). **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BROWN, Theodore; LEMAY, H.Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química, a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CAMPOS, Maria LÚcia A. Moura. **Introdução à biogeoquímica de ambientes aquáticos**. Campinas: Editora Átomo, 2010.

CARLOS JESUS BRANDÃO (Brasil). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb (Org.). **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos**. São Paulo, 2011.

Coordenadoria de Imprensa do Governo do Estado do Ceará (Ed.). **Eixão das Águas: Trecho IV beneficiará Região Metropolitana de Fortaleza**. 2012. Com Informações da SDH/Cogerh. Disponível em: <de <http://www.casacivil.ce.gov.br/2012/10/02/eixao-das-aguas-trecho-iv-beneficiara-regiao-metropolit>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

DI BERNARDO, Luiz ; PAZ, Lyda Patricia Sabogal. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. São Carlos: Ldibe Ltda, 2008. 2 v. (Volume 2).

DI BERNARDO, Luiz ; PAZ, Lyda Patricia Sabogal. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. São Carlos: Ldibe, 2008. 2 v. (Volume 1).

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2010. 2 v. (Volume 1). Edição revista e atualizada.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2010. 2 v. (Volume 2). Edição revista e atualizada.

LENZI, Ervim; FAVERO, Luzia Otilia Bortotti; LUCHESE, Eduardo Bernardi. **Introdução á química da água**: Ciência, vida e sobrevivência. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2005.

Ministério da Saúde. Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975. Diário Oficial da União, Brasília, Poder Executivo, DF, 26 dez.

POHLING, Rolf. **Reações químicas na análise de água**. FORTALEZA, Arte Visual, 2009.

RICKLEFS, Robert E.. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. Tradução de : The economy of nature, 6th ed..

SAUDE, Ministério da Saúde. Fundação Nacional da (Ed.). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.

VALTER LUCIO DE PÁDUA. Abes (Org.). **Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consu**. Rio de Janeiro: Abes, 2009. Projeto Prosab.

ANEXO – PORTARIA nº 2.914/2011/MS

PORTARIA Nº 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.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos I e II do parágrafo único do art. 87 da Constituição, e

Considerando a Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977, que configura infrações à legislação sanitária federal e estabelece as sanções respectivas;

Considerando a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, que dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes;

Considerando a Lei nº 9.433, de 1º de janeiro de 1997, que 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 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;

Considerando a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos;

Considerando a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978;

Considerando o Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977, que dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água;

Considerando o Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005, que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano; e

Considerando o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, resolve:

Art. 1º Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 2º Esta Portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água.

Parágrafo único. As disposições desta Portaria não se aplicam à água mineral natural, à água natural e às águas adicionadas de sais, destinadas ao consumo humano após o envasamento, e a outras águas utilizadas como matéria-prima para elaboração de produtos, conforme Resolução (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

CAPÍTULO II DAS DEFINIÇÕES

Art. 5º Para os fins desta Portaria, são adotadas as seguintes definições:

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

IV - padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;

V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;

VI - sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;

VII - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;

VIII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares;

IX - rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável, até as ligações prediais;

X - ligações prediais: conjunto de tubulações e peças especiais, situado entre a rede de distribuição de água e o cavalete, este incluído;

XI - cavalete: kit formado por tubos e conexões destinados à instalação do hidrômetro para realização da ligação de água;

XII - interrupção: situação na qual o serviço de abastecimento de água é interrompido temporariamente, de forma programada ou emergencial, em razão da necessidade de se efetuar reparos, modificações ou melhorias no respectivo sistema;

XIII - intermitência: é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência;

XIV - integridade do sistema de distribuição: condição de operação e manutenção do sistema de distribuição (reservatório e rede) de água potável em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada até as ligações prediais;

XV - controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;

XVI - vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana;

XVII - garantia da qualidade: procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados;

XVIII - coleta: ação de coletar nova amostra de água para consumo humano no ponto de coleta que apresentou alteração em algum parâmetro analítico; e

XIX - passagem de fronteira terrestre: local para entrada ou saída internacional de viajantes, bagagens, cargas, contêineres, veículos rodoviários e encomendas postais.

CAPÍTULO III DAS COMPETÊNCIAS E RESPONSABILIDADES

Seção I Das Competências da União

Art. 6º Para os fins desta Portaria, as competências atribuídas à União serão exercidas pelo Ministério da Saúde e entidades a ele vinculadas, conforme estabelecido nesta Seção.

Art. 7º Compete à Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS):

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e respectivos responsáveis pelo controle da qualidade da água;

II - estabelecer ações especificadas no Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA);

III - estabelecer as ações próprias dos laboratórios de saúde pública, especificadas na Seção V desta Portaria;

IV - estabelecer diretrizes da vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem implementadas pelos Estados, Distrito Federal e Municípios, respeitados os princípios do SUS;

V - estabelecer prioridades, objetivos, metas e indicadores de vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem pactuados na Comissão Intergestores Tripartite; e

VI - executar ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, de forma complementar à atuação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Art. 8º Compete à Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI/MS) executar, diretamente ou mediante parcerias, incluída a contratação de prestadores de serviços, as ações de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano nos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água das aldeias indígenas.

Art. 9º Compete à Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) apoiar as ações de controle da qualidade da água para consumo humano proveniente de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano, em seu âmbito de atuação, conforme os critérios e parâmetros estabelecidos nesta Portaria.

Art. 10. Compete à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) exercer a vigilância da qualidade da água nas áreas de portos, aeroportos e passagens de fronteiras terrestres, conforme os critérios e parâmetros estabelecidos nesta Portaria, bem como diretrizes específicas pertinentes.

Seção II Das Competências dos Estados

Art. 11. Compete às Secretarias de Saúde dos Estados:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com os Municípios e com os responsáveis pelo controle da qualidade da água;

II - desenvolver as ações especificadas no VIGIAGUA, consideradas as peculiaridades regionais e locais;

III - desenvolver as ações inerentes aos laboratórios de saúde pública, especificadas na Seção V desta Portaria;

IV - implementar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional;

V - estabelecer as prioridades, objetivos, metas e indicadores de vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem pactuados na Comissão Intergestores Bipartite;

VI - encaminhar aos responsáveis pelo abastecimento de água quaisquer informações referentes a investigações de surto relacionado à qualidade da água para consumo humano;

VII - realizar, em parceria com os Municípios em situações de surto de doença diarreica aguda ou outro agravo de transmissão fecal-oral, os seguintes procedimentos:

a) análise microbiológica completa, de modo a apoiar a investigação epidemiológica e a identificação, sempre que possível, do gênero ou espécie de microorganismos;

b) análise para pesquisa de vírus e protozoários, no que couber, ou encaminhamento das amostras para laboratórios de referência nacional, quando as amostras clínicas forem confirmadas para esses agentes e os dados epidemiológicos apontarem a água como via de transmissão; e

c) envio das cepas de *Escherichia coli* aos laboratórios de referência nacional para identificação sorológica;

VIII - executar as ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, de forma complementar à atuação dos Municípios, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção III Das Competências dos Municípios

Art. 12. Compete às Secretarias de Saúde dos Municípios:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano;

II - executar ações estabelecidas no VIGIAGUA, consideradas as peculiaridades regionais e locais, nos termos da legislação do SUS;

III - inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s);

IV - manter articulação com as entidades de regulação quando detectadas falhas relativas à qualidade dos serviços de abastecimento de água, a fim de que sejam adotadas as providências concernentes a sua área de competência;

V - garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados, de acordo com mecanismos e os instrumentos disciplinados no Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005;

VI - encaminhar ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano informações sobre surtos e agravos à saúde relacionados à qualidade da água para consumo humano;

VII - estabelecer mecanismos de comunicação e informação com os responsáveis pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água sobre os resultados das ações de controle realizadas;

VIII - executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e estadual;

IX - realizar, em parceria com os Estados, nas situações de surto de doença diarreica aguda ou outro agravo de transmissão fecaloral, os seguintes procedimentos:

a) análise microbiológica completa, de modo a apoiar a investigação epidemiológica e a identificação, sempre que possível, do gênero ou espécie de microorganismos;

b) análise para pesquisa de vírus e protozoários, quando for o caso, ou encaminhamento das amostras para laboratórios de referência nacional quando as amostras clínicas forem confirmadas para esses agentes e os dados epidemiológicos apontarem a água como via de transmissão; e

c) envio das cepas de *Escherichia coli* aos laboratórios de referência nacional para identificação sorológica;

X - cadastrar e autorizar o fornecimento de água tratada, por meio de solução alternativa coletiva, mediante avaliação e aprovação dos documentos exigidos no art. 14 desta Portaria.

Parágrafo único. A autoridade municipal de saúde pública não autorizará o fornecimento de água para consumo humano, por meio de solução alternativa coletiva, quando houver rede de distribuição de água, exceto em situação de emergência e intermitência.

Seção IV
Do Responsável pelo Sistema ou Solução Alternativa Coletiva
de Abastecimento de Água para Consumo Humano

Art. 13. Compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano:

I - exercer o controle da qualidade da água;

II - garantir a operação e a manutenção das instalações destinadas ao abastecimento de água potável em conformidade com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das demais normas pertinentes;

III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, nos termos desta Portaria, por meio de:

a) controle operacional do(s) ponto(s) de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, quando aplicável;

b) exigência, junto aos fornecedores, do laudo de atendimento dos requisitos de saúde estabelecidos em norma técnica da ABNT para o controle de qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento de água;

c) exigência, junto aos fornecedores, do laudo de inocuidade dos materiais utilizados na produção e distribuição que tenham contato com a água;

d) capacitação e atualização técnica de todos os profissionais que atuam de forma direta no fornecimento e controle da qualidade da água para consumo humano; e

e) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes dos sistemas e das soluções alternativas coletivas, conforme plano de amostragem estabelecido nesta Portaria;

IV - manter avaliação sistemática do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base nos seguintes critérios:

a) ocupação da bacia contribuinte ao manancial;

b) histórico das características das águas;

c) características físicas do sistema;

d) práticas operacionais; e

e) na qualidade da água distribuída, conforme os princípios dos Planos de Segurança da Água (PSA) recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou definidos em diretrizes vigentes no País;

V - encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água, conforme o modelo estabelecido pela referida autoridade;

VI - fornecer à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios os dados de controle da qualidade da água para consumo humano, quando solicitado;

VII - monitorar a qualidade da água no ponto de captação, conforme estabelece o art. 40 desta Portaria;

VIII - comunicar aos órgãos ambientais, aos gestores de recursos hídricos e ao órgão de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios qualquer alteração da qualidade da água no ponto de captação que comprometa a tratabilidade da água para consumo humano;

IX - contribuir com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, por meio de ações cabíveis para proteção do(s) manancial(ais) de abastecimento(s) e das bacia(s) hidrográfica(s);

X - proporcionar mecanismos para recebimento de reclamações e manter registros atualizados sobre a qualidade da água distribuída, sistematizando-os de forma compreensível aos consumidores e disponibilizando-os para pronto acesso e consulta pública, em atendimento às legislações específicas de defesa do consumidor;

XI - comunicar imediatamente à autoridade de saúde pública municipal e informar adequadamente à população a detecção de qualquer risco à saúde, ocasionado por anomalia operacional no sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano ou por não conformidade na qualidade da água tratada, adotando-se as medidas previstas no art. 44 desta Portaria; e

XII - assegurar pontos de coleta de água na saída de tratamento e na rede de distribuição, para o controle e a vigilância da qualidade da água.

Art. 14. O responsável pela solução alternativa coletiva de abastecimento de água deve requerer, junto à autoridade municipal de saúde pública, autorização para o fornecimento de água tratada, mediante a apresentação dos seguintes documentos:

I - nomeação do responsável técnico habilitado pela operação da solução alternativa coletiva;

II - outorga de uso, emitida por órgão competente, quando aplicável; e

III - laudo de análise dos parâmetros de qualidade da água previstos nesta Portaria.

Art. 15. Compete ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano por meio de veículo transportador:

I - garantir que tanques, válvulas e equipamentos dos veículos transportadores sejam apropriados e de uso exclusivo para o armazenamento e transporte de água potável;

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e a fonte de água;

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água, previstos nesta Portaria;

IV - assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e

V - garantir que o veículo utilizado para fornecimento de água contenha, de forma visível, a inscrição "ÁGUA POTÁVEL" e os dados de endereço e telefone para contato.

Art. 16. A água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição.

Seção V
Dos Laboratórios de Controle e Vigilância

Art. 17. Compete ao Ministério da Saúde:

I - habilitar os laboratórios de referência regional e nacional para operacionalização das análises de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano, de acordo com os critérios estabelecidos na Portaria nº 70/SVS/MS, de 23 de dezembro de 2004;

II - estabelecer as diretrizes para operacionalização das atividades analíticas de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

III - definir os critérios e os procedimentos para adotar metodologias analíticas modificadas e não contempladas nas referências citadas no art. 22 desta Portaria.

Art. 18. Compete às Secretarias de Saúde dos Estados habilitar os laboratórios de referência regional e municipal para operacionalização das análises de vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Art. 19. Compete às Secretarias de Saúde dos Municípios indicar, para as Secretarias de Saúde dos Estados, outros laboratórios de referência municipal para operacionalização das análises de vigilância da qualidade da água para consumo humano, quando for o caso.

Art. 20. Compete aos responsáveis pelo fornecimento de água para consumo humano estruturar laboratórios próprios e, quando necessário, identificar outros para realização das análises dos parâmetros estabelecidos nesta Portaria.

Art. 21. As análises laboratoriais para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano podem ser realizadas em laboratório próprio, conveniado ou subcontratado, desde que se comprove a existência de sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/IEC 17025:2005.

Art. 22. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos nesta Portaria devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes, tais como:

I - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF);

II - United States Environmental Protection Agency (USEPA);

III - normas publicadas pela International Standardization Organization (ISO); e

IV - metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

CAPÍTULO IV
DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES
ALTERNATIVAS COLETIVAS DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Art. 23. Os sistemas e as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem contar com responsável técnico habilitado.

Art. 24. Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

Parágrafo único. As águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração.

Art. 25. A rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão.

Art. 26. Compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver:

- I - situações de emergência com potencial para atingir a segurança de pessoas e bens;
- II - interrupção, pressão negativa ou intermitência no sistema de abastecimento;
- III - necessidade de realizar operação programada na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão negativa;
- IV - modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento; e
- V - situações que possam oferecer risco à saúde.

CAPÍTULO V DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art. 27. A água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto no Anexo I e demais disposições desta Portaria.

§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

§ 2º Nos sistemas de distribuição, as novas amostras devem incluir no mínimo uma recoleta no ponto onde foi constatado o resultado positivo para coliformes totais e duas amostras extras, sendo uma à montante e outra à jusante do local da recoleta.

§ 3º Para verificação do percentual mensal das amostras com resultados positivos de coliformes totais, as recoletas não devem ser consideradas no cálculo.

§ 4º O resultado negativo para coliformes totais das recoletas não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§ 5º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa no Anexo I a esta Portaria, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§ 6º Quando o padrão microbiológico estabelecido no Anexo I a esta Portaria for violado, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas.

§ 7º Quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e *Escherichia coli*, deve-se fazer a recoleta.

Art. 28. A determinação de bactérias heterotróficas deve ser realizada como um dos parâmetros para avaliar a integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

§ 1º A contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada em 20% (vinte por cento) das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição (reservatório e rede).

§ 2º Na seleção dos locais para coleta de amostras devem ser priorizadas pontas de rede e locais que alberguem grupos populacionais de risco à saúde humana.

§ 3º Alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/mL.

Art. 29. Recomenda-se a inclusão de monitoramento de vírus entéricos no(s) ponto(s) de captação de água proveniente(s) de manancial(is) superficial(is) de abastecimento, com o objetivo de subsidiar estudos de avaliação de risco microbiológico.

Art. 30. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso no Anexo II e devem ser observadas as demais exigências contidas nesta Portaria.

§ 1º Entre os 5% (cinco por cento) dos valores permitidos de turbidez superiores ao VMP estabelecido no Anexo II a esta Portaria, para água subterrânea com desinfecção, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

§ 2º O valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta, estabelecidos no Anexo II desta Portaria, deverão ser atingidos conforme as metas progressivas definidas no Anexo III a esta Portaria.

§ 3º O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso no Anexo II a esta Portaria, 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.

Art. 31. Os sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal de *Escherichia coli* no(s) ponto(s) de captação de água.

§ 1º Quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL deve-se realizar monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. no(s) ponto(s) de captação de água.

§ 2º Quando a média aritmética da concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. for maior ou igual a 3,0 oocistos/L no(s) pontos(s) de captação de água, recomenda-se a obtenção de efluente em filtração rápida com valor de turbidez menor ou igual a 0,3 uT em 95% (noventa e cinco por cento) das amostras mensais ou uso de processo de desinfecção que comprovadamente alcance a mesma eficiência de remoção de oocistos de *Cryptosporidium* spp.

§ 3º Entre os 5% (cinco por cento) das amostras que podem apresentar valores de turbidez superiores ao VMP estabelecido no § 2º do art. 30 desta Portaria, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser menor ou igual a 1,0 uT, para filtração rápida e menor ou igual a 2,0 uT para filtração lenta.

§ 4º A concentração média de oocistos de *Cryptosporidium* spp. referida no § 2º deste artigo deve ser calculada considerando um número mínimo de 24 (vinte e quatro) amostras uniformemente coletadas ao longo de um período mínimo de um ano e máximo de dois anos.

Art. 32. No controle do processo de desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação ou da aplicação de dióxido de cloro devem ser observados os tempos de contato e os valores de concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato expressos nos Anexos IV, V e VI a esta Portaria.

§ 1º Para aplicação dos Anexos IV, V e VI deve-se considerar a temperatura média mensal da água.

§ 2º No caso da desinfecção com o uso de ozônio, deve ser observado o produto concentração e tempo de contato (CT) de 0,16 mg.min/L para temperatura média da água igual a 15º C.

§ 3º Para valores de temperatura média da água diferentes de 15º C, deve-se proceder aos seguintes cálculos:

I - para valores de temperatura média abaixo de 15ºC: duplicar o valor de CT a cada decréscimo de 10ºC.

II - para valores de temperatura média acima de 15ºC: dividir por dois o valor de CT a cada acréscimo de 10ºC.

§ 4º No caso da desinfecção por radiação ultravioleta, deve ser observada a dose mínima de 1,5 mJ/cm² para 0,5 log de inativação de cisto de *Giardia spp.*

Art. 33. Os sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água supridas por manancial subterrâneo com ausência de contaminação por *Escherichia coli* devem realizar cloração da água mantendo o residual mínimo do sistema de distribuição (reservatório e rede), conforme as disposições contidas no art. 34 a esta Portaria.

§ 1º Quando o manancial subterrâneo apresentar contaminação por *Escherichia coli*, no controle do processo de desinfecção da água, devem ser observados os valores do produto de concentração residual de desinfetante na saída do tanque de contato e o tempo de contato expressos nos Anexos IV, V e VI a esta Portaria ou a dose mínima de radiação ultravioleta expressa no § 4º do art. 32 a desta Portaria.

§ 2º A avaliação da contaminação por *Escherichia coli* no manancial subterrâneo deve ser feita mediante coleta mensal de uma amostra de água em ponto anterior ao local de desinfecção.

§ 3º Na ausência de tanque de contato, a coleta de amostras de água para a verificação da presença/ausência de coliformes totais em sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de águas, supridas por manancial subterrâneo, deverá ser realizada em local à montante ao primeiro ponto de consumo.

Art. 34. É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Art. 35. No caso do uso de ozônio ou radiação ultravioleta como desinfetante, deverá ser adicionado cloro ou dióxido de cloro, de forma a manter residual mínimo no sistema de distribuição (reservatório e rede), de acordo com as disposições do art. 34 desta Portaria.

Art. 36. Para a utilização de outro agente desinfetante, além dos citados nesta Portaria, deve-se consultar o Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS.

Art. 37. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos VII e VIII e demais disposições desta Portaria.

§ 1º No caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976, não podendo ultrapassar o VMP expresso na Tabela do Anexo VII a esta Portaria.

§ 2º As concentrações de cianotoxinas referidas no Anexo VIII a esta Portaria devem representar as contribuições da fração intracelular e da fração extracelular na amostra analisada.

§ 3º Em complementação ao previsto no Anexo VIII a esta Portaria, quando for detectada a presença de gêneros potencialmente produtores de cilindrospermopsinas no monitoramento de cianobactérias previsto no § 1º do art. 40 desta Portaria, recomenda-se a análise dessas cianotoxinas, observando o valor máximo aceitável de 1,0 µg/L.

§ 4º Em complementação ao previsto no Anexo VIII a esta Portaria, quando for detectada a presença de gêneros de cianobactérias potencialmente produtores de anatoxina-a(s) no monitoramento de cianobactérias previsto no § 1º do art. 40 a esta Portaria, recomenda-se a análise da presença desta cianotoxina.

Art. 38. Os níveis de triagem que conferem potabilidade da água do ponto de vista radiológico são valores de concentração de atividade que não excedem 0,5 Bq/L para atividade alfa total e 1Bq/L para beta total.

Parágrafo único. Caso os níveis de triagem citados neste artigo sejam superados, deve ser realizada análise específica para os radionuclídeos presentes e o resultado deve ser comparado com os níveis de referência do Anexo IX desta Portaria.

Art. 39. A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo X a esta Portaria.

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.

§ 3º Na verificação do atendimento ao padrão de potabilidade expresso nos Anexos VII, VIII, IX e X, eventuais ocorrências de resultados acima do VMP devem ser analisadas em conjunto com o histórico do controle de qualidade da água e não de forma pontual.

§ 4º Para os parâmetros ferro e manganês são permitidos valores superiores ao VMPs estabelecidos no Anexo X desta Portaria, desde que sejam observados os seguintes critérios:

I - os elementos ferro e manganês estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde, conforme preconizado no art. 13 desta Portaria e nas normas da ABNT;

II - os VMPs dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados; e

III - as concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente.

§ 5º O responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água deve encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios informações sobre os produtos químicos utilizados e a comprovação de baixo risco à saúde, conforme preconizado no art. 13 e nas normas da ABNT.

CAPÍTULO VI DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 40. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem coletar amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana.

§ 1º Para minimizar os riscos de contaminação da água para consumo humano com cianotoxinas, deve ser realizado o monitoramento de cianobactérias, buscando-se identificar os diferentes gêneros, no ponto de captação do manancial superficial, de acordo com a Tabela do Anexo XI a esta Portaria, considerando, para efeito de alteração da frequência de monitoramento, o resultado da última amostragem.

§ 2º Em complementação ao monitoramento do Anexo XI a esta Portaria, recomenda-se a análise de clorofila-a no manancial, com frequência semanal, como indicador de potencial aumento da densidade de cianobactérias.

§ 3º Quando os resultados da análise prevista no § 2º deste artigo revelarem que a concentração de clorofila-a em duas semanas consecutivas tiver seu valor duplicado ou mais, deve-se proceder nova coleta de amostra para quantificação de cianobactérias no ponto de captação do manancial, para reavaliação da frequência de amostragem de cianobactérias.

§ 4º Quanto a densidade de cianobactérias exceder 20.000 células/ml, deve-se realizar análise de cianotoxinas na água do manancial, no ponto de captação, com frequência semanal.

§ 5º Quando as concentrações de cianotoxinas no manancial forem menores que seus respectivos VMPs para água tratada, será dispensada análise de cianotoxinas na saída do tratamento de que trata o Anexo XII a esta Portaria.

§ 6º Em função dos riscos à saúde associados às cianotoxinas, é vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de microalgas e cianobactérias no manancial de abastecimento ou qualquer intervenção que provoque a lise das células.

§ 7º As autoridades ambientais e de recursos hídricos definirão a regulamentação das excepcionalidades sobre o uso de algicidas nos cursos d'água superficiais.

Art. 41. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano devem elaborar e submeter para análise da autoridade municipal de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema e solução, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nos Anexos XI, XII, XIII e XIV.

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como:

a) aqueles próximos a grande circulação de pessoas: terminais rodoviários, terminais ferroviários entre outros;

b) edifícios que alberguem grupos populacionais de risco, tais como hospitais, creches e asilos;

c) aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição como pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, entre outros; e

d) locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas os agentes de veiculação hídrica.

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto no Anexo XII, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas, deve ser efetuada medição de turbidez e de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§ 4º Quando detectada a presença de cianotoxinas na água tratada, na saída do tratamento, será obrigatória a comunicação imediata às clínicas de hemodiálise e às indústrias de injetáveis.

§ 5º O plano de amostragem para os parâmetros de agrotóxicos deverá considerar a avaliação dos seus usos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas.

§ 6º Na verificação do atendimento ao padrão de potabilidade expressos nos Anexos VII, VIII, IX e X a esta Portaria, a detecção de eventuais ocorrências de resultados acima do VMP devem ser analisadas em conjunto com o histórico do controle de qualidade da água.

§ 7º Para populações residentes em áreas indígenas, populações tradicionais, dentre outras, o plano de amostragem para o controle da qualidade da água deverá ser elaborado de acordo com as diretrizes específicas aplicáveis a cada situação.

CAPÍTULO VII DAS PENALIDADES

Art. 42. Serão aplicadas as sanções administrativas previstas na Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977, aos responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água que não observarem as determinações constantes desta Portaria, sem prejuízo das sanções de natureza civil ou penal cabíveis.

Art. 43. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal dos Municípios, ou órgãos equivalentes, assegurar o cumprimento desta Portaria.

CAPÍTULO VIII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 44. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem, em conjunto, elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 45. É facultado ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de parâmetros estabelecidos nesta Portaria, mediante justificativa fundamentada.

Parágrafo único. Uma vez formulada a solicitação prevista no caput deste artigo, a autoridade de saúde pública decidirá no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com base em análise fundamentada no histórico mínimo de dois anos do controle da qualidade da água, considerando os respectivos planos de amostragens e de avaliação de riscos à saúde, da zona de captação e do sistema de distribuição.

Art. 46. Verificadas características desconformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco à saúde, conforme relatório técnico, a autoridade de saúde pública competente

determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano que:

- I - amplie o número mínimo de amostras;
- II - aumente a frequência de amostragem; e
- III - realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais.

Art. 47. Constatada a inexistência de setor responsável pela qualidade da água na Secretaria de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, os deveres e responsabilidades previstos, respectivamente, nos arts. 11 e 12 desta Portaria serão cumpridos pelo órgão equivalente.

Art. 48. O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da SVS/MS, a revisão desta Portaria no prazo de 5 (cinco) anos ou a qualquer tempo.

Parágrafo único. Os órgãos governamentais e não governamentais, de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação, poderão requerer a revisão desta Portaria, mediante solicitação justificada, sujeita a análise técnica da SVS/MS.

Art. 49. Fica estabelecido o prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria, para que os órgãos e entidades sujeitos à aplicação desta Portaria promovam as adequações necessárias ao seu cumprimento, no que se refere ao monitoramento dos parâmetros gosto e odor, saxitoxina, cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp.

§ 1º Para o atendimento ao valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), fica estabelecido o prazo de 4 (quatro) anos para cumprimento, contados da data de publicação desta Portaria, mediante o cumprimento das etapas previstas no § 2º do art. 30 desta Portaria.

§ 2º Fica estabelecido o prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria, para que os laboratórios referidos no art. 21 desta Portaria promovam as adequações necessárias para a implantação do sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/IEC 17025:2005.

§ 3º Fica estabelecido o prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria, para que os órgãos e entidades sujeitos à aplicação desta Portaria promovam as adequações necessárias no que se refere ao monitoramento dos parâmetros que compõem o padrão de radioatividade expresso no Anexo VIII a esta Portaria.

Art. 50. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão adotar as medidas necessárias ao fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 51. Ao Distrito Federal competem as atribuições reservadas aos Estados e aos Municípios.

Art. 52. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 53. Fica revogada a Portaria nº 518/GM/MS, de 25 de março de 2004, publicada no Diário Oficial da União, Seção 1, do dia 26 seguinte, página 266.

ALEXANDRE ROCHA SANTOS PADILHA

ANEXO I

Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água		Parâmetro	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano	Na saída do tratamento	Escherichia coli ⁽²⁾ Coliformes totais ⁽³⁾ Escherichia coli	Ausência em 100 mL Ausência em 100 mL Ausência em 100 mL
	Água tratada (reservatórios e rede)	Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abasteçam menos de 20.000 habitantes
Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abasteçam a partir de 20.000 habitantes			Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

NOTAS:

- (1) Valor máximo permitido.
- (2) Indicador de contaminação fecal.
- (3) Indicador de eficiência de tratamento.
- (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

ANEXO II

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

Tratamento da água		VMP ⁽¹⁾
Desinfecção (para águas subterrâneas)		1,0 uT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)		0,5 ⁽³⁾ uT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração lenta		1,0 ⁽³⁾ uT ⁽²⁾ em 95% das amostras

NOTAS:

- (1) Valor máximo permitido.
- (2) Unidade de Turbidez.
- (3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

ANEXO III

Tabela de metas progressivas para atendimento ao valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida e de 1,0 uT para filtração lenta

Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	
Período após a publicação da Portaria	Turbidez ≤ 0,5 uT
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas
Filtração Lenta	
Período após a publicação da Portaria	Turbidez ≤ 1,0uT
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas

ANEXO IV

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção por meio da cloração, de acordo com concentração de cloro residual livre, com a temperatura e o pH da água⁽¹⁾

C ⁽²⁾	Temperatura = 5°C												Temperatura = 10°C												Temperatura = 15°C											
	Valores de pH												Valores de pH												Valores de pH											
	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0								
≤ 0,4	38	47	58	70	83	98	114	27	33	41	49	58	70	80	27	33	41	49	58	70	80	19	24	29	35	41	48	57								
0,6	27	34	41	49	59	69	80	19	24	29	35	41	49	57	15	19	23	27	32	38	45	13	17	20	25	29	34	40								
0,8	21	26	32	39	46	54	63	15	19	23	27	32	38	45	12	15	19	23	27	32	37	11	13	16	19	23	27	31								
1,0	17	22	26	32	38	45	52	12	15	19	23	27	32	37	9	11	14	17	20	24	28	7	9	11	13	16	19	22	26							
1,2	15	19	23	27	32	38	45	11	13	16	19	23	27	32	7	9	11	14	17	20	24	6	7	9	11	14	16	19	22							
1,4	13	16	20	24	28	34	39	9	11	14	17	20	24	28	7	8	10	12	15	18	21	5	6	7	9	11	13	15	17							
1,6	12	15	18	21	25	30	35	8	10	12	15	18	21	25	7	8	10	12	15	18	21	5	6	7	9	11	13	15	17							
1,8	11	13	16	19	23	27	32	7	9	11	14	16	19	22	6	7	9	11	14	16	19	5	6	7	8	10	11	14	16							
2,0	10	12	15	18	21	25	29	7	8	10	12	15	17	20	6	7	8	10	12	15	17	5	6	7	9	10	12	14	16							
2,2	9	11	14	16	19	23	27	6	8	10	12	14	16	19	6	7	8	10	12	14	16	5	6	7	8	10	11	13	15							
2,4	8	10	13	15	18	21	25	6	7	9	11	13	15	17	6	7	8	10	12	14	16	4	5	6	7	8	9	11	12							
2,6	8	10	12	14	17	20	23	5	7	8	10	12	14	16	5	7	8	10	12	14	16	4	5	6	7	8	10	12	12							
2,8	7	9	11	13	15	19	22	5	6	8	9	11	13	15	5	6	8	9	11	13	15	4	4	5	6	7	8	9	11							
3,0	7	9	10	13	15	18	20	5	6	7	9	11	12	14	5	6	7	9	11	12	14	3	4	5	6	8	9	10	10							

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção por meio da cloração, de acordo com concentração de cloro residual livre, com a temperatura e o pH da água⁽¹⁾ (continuação)

C ⁽²⁾	Temperatura = 20°C										Temperatura = 25°C										Temperatura = 30°C									
	Valores de pH										Valores de pH										Valores de pH									
	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,0	8,5	8,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,0	8,5	8,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0			
≤ 0,4	14	17	20	25	29	34	40	40	40	9	12	14	18	21	24	28	28	28	28	6	8	10	12	15	17	20				
0,6	10	12	14	17	21	24	28	28	28	7	8	10	11	15	17	20	20	20	20	5	6	7	9	10	12	14				
0,8	7	9	11	14	16	19	22	22	22	5	6	8	10	11	13	16	16	16	16	3	5	6	7	8	10	11				
1,0	6	8	9	11	13	16	18	18	18	4	5	6	8	9	11	13	13	13	13	3	4	5	6	7	8	9				
1,2	5	7	8	10	11	13	16	16	16	4	5	5	7	8	10	11	11	11	11	3	3	3	3	5	6	7	8			
1,4	5	6	7	9	10	11	14	14	14	3	4	5	6	7	8	10	10	10	10	2	3	3	3	4	5	6	7			
1,6	4	5	6	8	9	11	12	12	12	3	4	4	5	6	7	9	9	9	9	2	3	3	3	4	4	5	6			
1,8	4	5	6	7	8	10	12	12	12	3	3	4	5	6	7	8	8	8	8	2	2	3	3	3	4	5	6			
2,0	3	4	5	6	7	9	10	10	10	2	3	4	4	5	6	7	7	7	7	2	2	2	3	3	4	4	5			
2,2	3	4	5	6	7	8	9	9	9	2	3	3	4	4	5	6	6	6	6	2	2	2	2	3	3	4	5			
2,4	3	4	4	5	6	8	9	9	9	2	3	3	4	4	5	6	6	6	6	2	2	2	2	3	3	4	4			
2,6	3	3	4	5	6	7	8	8	8	2	2	3	3	4	5	6	6	6	6	1	2	2	2	3	3	4	4			
2,8	3	3	4	5	6	7	8	8	8	2	2	3	3	4	5	5	5	5	5	1	2	2	2	2	3	3	4			
3,0	2	3	4	4	5	6	7	7	7	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	1	2	2	2	3	3	3	4			

NOTAS:

(1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.

(2) C: residual de cloro livre na saída do tanque de contato (mg/L).

ANEXO V

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção por meio de cloração, de acordo com concentração de cloro residual combinado (cloraminas) e com a temperatura da água, para valores de pH da água entre 6 e 9 ⁽¹⁾

C ⁽²⁾	Temperatura (°C)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
≤0,4	923	773	623	473	323	173	123	73	23	13
0,6	615	515	415	315	215	115	65	15	15	15
0,8	462	387	312	237	162	87	37	12	12	12
1,0	369	309	249	189	130	69	19	19	19	19
1,2	308	258	208	158	108	58	10	10	10	10
1,4	264	221	178	135	92	50	8	8	8	8
1,6	231	193	156	118	81	43	7	7	7	7
1,8	205	172	139	105	72	39	6	6	6	6
2,0	185	155	125	95	64	35	5	5	5	5
2,2	168	141	113	86	59	32	4	4	4	4
2,4	154	129	104	79	54	29	3	3	3	3
2,6	142	11	9,96	7,3	5,0	2,7	2	2	2	2
2,8	132	11	0,89	6,78	4,6	2,5	1	1	1	1
3,0	123	103	83	63	43	23	1	1	1	1

NOTAS:

(1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.

(2) C: residual de cloro combinado na saída do tanque de contato (mg/L).

ANEXO VI

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção com dióxido de cloro, de acordo com concentração de dióxido de cloro e com a temperatura da água, para valores de pH da água entre 6 e 9 ⁽¹⁾.

C ⁽²⁾	Temperatura (°C)									
	5	10	15	20	25	30				
≤0,4	13	9	8	7	6	6				
0,6	9	6	5	6	4	4				
0,8	7	5	4	4	3	3				
1,0	5	4	3	3	3	2				
1,2	4	3	3	3	2	2				
1,4	4	3	2	2	2	2				
1,6	3	2	2	2	2	1				
1,8	3	2	2	2	1	1				
2,0	3	2	2	2	1	1				
2,2	2	2	2	1	1	1				
2,4	2	2	1	1	1	1				
2,6	2	2	1	1	1	1				
2,8	2	1	1	1	1	1				
3,0	2	1	1	1	1	1				

NOTAS:

(1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.

(2) C: residual de dióxido de cloro na saída do tanque de contato (mg/L).

ANEXO VII

Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

Parâmetro	CAS ⁽¹⁾	Unidade	VMP ⁽²⁾
INORGÂNICAS			
Antimônio	7440-36-0	mg/L	0,005
Arsênio	7440-38-2	mg/L	0,01
Bário	7440-39-3	mg/L	0,7
Cádmio	7440-43-9	mg/L	0,005
Chumbo	7439-92-1	mg/L	0,01
Cianeto	57-12-5	mg/L	0,07
Cobre	7440-50-8	mg/L	2
Cromo	7440-47-3	mg/L	0,05
Fluoreto	7782-41-4	mg/L	1,5
Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,001
Níquel	7440-02-0	mg/L	0,07
Nitrato (como N)	14797-55-8	mg/L	10
Nitrito (como N)	14797-65-0	mg/L	1
Selênio	7782-49-2	mg/L	0,01
Urânio	7440-61-1	mg/L	0,03
ORGÂNICAS			
Acrilamida	79-06-1	µg/L	0,5
Benzeno	71-43-2	µg/L	5
Benzo[a]pireno	50-32-8	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	75-01-4	µg/L	2
1,2 Dicloroetano	107-06-2	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	75-35-4	µg/L	30
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	156-59-2 (cis) 156-60-5 (trans)	µg/L	50
Diclorometano	75-09-2	µg/L	20
Di(2-etilhexil) ftalato	117-81-7	µg/L	8
Estireno	100-42-5	µg/L	20
Pentaclorofenol	87-86-5	µg/L	9
Tetracloreto de Carbono	56-23-5	µg/L	4
Tetracloroetano	127-18-4	µg/L	40

Parâmetro	ORGÂNICAS (continuação)	CAS ⁽¹⁾	Unidade	VMP ⁽²⁾
Triclorobenzenos	1,2,4-TCB (120-82-1) 1,3,5-TCB (108-70-3) 1,2,3-TCB (87-61-6)		µg/L	20
Tricloroeteno	79-01-6		µg/L	20
AGROTÓXICOS				
2,4 D + 2,4,5 T	94-75-7 (2,4 D) 93-76-5 (2,4,5 T)		µg/L	30
Alaclor	15972-60-8		µg/L	20
Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	116-06-3 (aldicarbe) 1646-88-4 (aldicarbesulfona)		µg/L	10
Aldrin + Dieldrin	1646-87-3 (aldicarbe sulfóxido) 309-00-2 (aldrin) 60-57-1 (dieldrin)		µg/L	0,03
Atrazina	1912-24-9		µg/L	2
Carbendazim + benomil	10605-21-7 (carbendazim) 17804-35-2 (benomil)		µg/L	120
Carbofurano	1563-66-2		µg/L	7
Clordano	5103-74-2		µg/L	0,2
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	2921-88-2 (clorpirifós) 5598-15-2 (clorpirifós-oxon)		µg/L	30
DDT+DDD+DDE	p, p'-DDT (50-29-3) p, p'-DDD (72-54-8) p, p'-DDE (72-55-9)		µg/L	1
Diuron	330-54-1		µg/L	90
Endossulfan (α β e sais) ⁽³⁾	115-29-7; I (959-98-8); II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)		µg/L	20
Endrin	72-20-8		µg/L	0,6

Parâmetro	CAS ⁽¹⁾	Unidade	VMP ⁽²⁾
AGROTÓXICOS (continuação)			
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato) 1066-51-9 (AMPA)	µg/L	500
Lindano (gama HCH) ⁽⁴⁾	58-89-9	µg/L	2
Mancozebe	8018-01-7	µg/L	180
Metamidofós	10265-92-6	µg/L	12
Metolaclozoro	51218-45-2	µg/L	10
Molinato	2212-67-1	µg/L	6
Parationa Metilica	298-00-0	µg/L	9
Pendimentalina	40487-42-1	µg/L	20
Permetrina	52645-53-1	µg/L	20
Profenofós	41198-08-7	µg/L	60
Simazina	122-34-9	µg/L	2
Tebuconazol	107534-96-3	µg/L	180
Terbufós	13071-79-9	µg/L	1,2
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO⁽⁵⁾			
Ácidos haloacéticos total	⁽⁶⁾	mg/L	0,08
Bromato	15541-45-4	mg/L	0,01
Clorito	7758-19-2	mg/L	1
Cloro residual livre	7782-50-5	mg/L	5
Cloraminas Total	0599-903	mg/L	4,0
2,4,6 Triclorofenol	88-06-2	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	⁽⁷⁾	mg/L	0,1

NOTAS:

- (1) CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.
- (2) Valor Máximo Permitido.
- (3) Somatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan, como exemplo o sulfato de endossulfan.
- (4) Esse parâmetro é usualmente e equivocadamente conhecido como BHC.
- (5) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.
- (6) Ácidos haloacéticos: Ácido monobromoacético (MBAA) - CAS = 79-11-8, Ácido monobromoacético (DBAA) - CAS = 631-64-1, e Ácido bromodibromoacético (BDBCAA) - CAS = 5589-96-3, 1,2,3, tricloropropano (PI) - CAS = 96-18-4, Ácido dibromoacético (DBAA) - CAS = 631-64-1, e Ácido bromodibromoacético (BDBCAA) - CAS = 7113-314-7.
- (7) Trihalometanos: Triclorometano ou Clorofórmio (TCM) - CAS = 67-66-3, Bromodibromoacético (BDCM) - CAS = 75-27-4, Dibromodibromoacético (DBDCM) - CAS = 124-48-1, Tribromometano ou Bromofórmio (TBM) - CAS = 75-25-2.

ANEXO VIII

Tabela de padrão de cianotoxinas da água para consumo humano

Parâmetro ⁽¹⁾	CIANOTOXINAS	
	Unidade	VMP ⁽²⁾
Microcistinas	µg/L	1,0 ⁽³⁾
Saxitoxinas	µg equivalente STX/L	3,0

NOTAS:

(1) A frequência para o controle de cianotoxinas está prevista na tabela do Anexo XII.

(2) Valor máximo permitido.

(3) O valor representa o somatório das concentrações de todas as variantes de microcistinas.

ANEXO IX

Tabela de padrão de radioatividade da água para consumo humano

Parâmetro ⁽¹⁾	Unidade	VMP
Rádio-226	Bq/L	1
Rádio-228	Bq/L	0,1

NOTAS: (1) Sob solicitação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, outros radionuclídeos devem ser investigados.

ANEXO X

Tabela de padrão organoléptico de potabilidade

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	7664-41-7	mg/L	1,5
Cloro	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente ⁽²⁾		uH	15
1,2 diclorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,01
1,4 diclorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,03
Dureza total		mg/L	500
Etilbenzeno	100-41-4	mg/L	0,2
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Gosto e odor ⁽³⁾		Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,12
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais		mg/L	1000
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	7783-06-4	mg/L	0,1
Surfactantes (como LAS)		mg/L	0,5
Tolueno	108-88-3	mg/L	0,17
Turbidez ⁽⁴⁾		uT	5
Zinco	7440-66-6	mg/L	5
Xilenos	1330-20-7	mg/L	0,3

NOTAS:

- (1) Valor máximo permitido.
- (2) Unidade Hazen (mgPt-Co/L).
- (3) Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada.
- (4) Unidade de turbidez.

ANEXO XI

Frequência de monitoramento de cianobactérias no manancial de abastecimento de água

Quando a densidade de cianobactérias (células/mL) for:		Frequência
<= 10.000	Mensal	
> 10.000	Semanal	

ANEXO XII

Tabela de número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de distribuição (reservatórios e redes)				
		Nº Amostras	Frequência	Número de amostras		Frequência		
				<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	População abastecida		
Cor	Superficial	1	A cada 2 horas	10	1 para cada 5 mil hab	>250.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
	Subterrâneo	1	Semanal	5	1 para cada 10 mil hab	40 + (1 para cada 25 mil hab)	Mensal	Mensal
Turbidez, Cloro Residual Livre ⁽¹⁾ , Cloraminas ⁽¹⁾ , Dióxido de Cloro ⁽¹⁾	Superficial	1	A cada 2 horas	Conforme § 3º do art. 41				
	Subterrâneo	1	2 vezes por semana	Conforme § 3º do art. 41				
	Superficial	1	A cada 2 horas	Conforme § 3º do art. 41				
	Subterrâneo	1	2 vezes por semana	Conforme § 3º do art. 41				
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2 horas	Conforme § 3º do art. 41				
	Subterrâneo	1	2 vezes por semana	Conforme § 3º do art. 41				
Gosto e odor	Superficial	1	Trimestral	Conforme § 3º do art. 41				
	Subterrâneo	1	Semanal	Conforme § 3º do art. 41				
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal quando nº de cianobactérias ≥ 20.000 células/mL	Conforme § 3º do art. 41				
	Subterrâneo	1	2 vezes por semana	Conforme § 3º do art. 41				
Produtos secundários da desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	Trimestral	
	Subterrâneo	1	Dispensada a análise	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	Annual	Semestral
Demais parâmetros ⁽³⁾⁽⁴⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	Semestral	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Semestral	

NOTAS:

- (1) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.
- (2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.
- (3) A definição da periodicidade de amostragem para o quesito de radioatividade será definido após o inventário inicial, realizado semestralmente no período de 2 anos, respeitando a sazonalidade pluviométrica.
- (4) Para agrotóxicos, observar o disposto no § 5º do art. 41.
- (5) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

ANEXO XIII

Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida

Parâmetro	Saída do Tratamento (Número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)			
		População abastecida			
		< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	Duas amostras semanais ⁽¹⁾	110	1 para cada 500	hab. 30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000
Escherichia coli					

NOTA:

- (1) Recomenda-se a coleta de, no mínimo, quatro amostras semanais.

ANEXO XIV

Tabela de número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida

Parâmetro	Saída do Tratamento (Número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)		
		< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	População abastecida
Coliformes totais	Duas amostras semanais ⁽¹⁾	1 para cada 115000 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000
Escherichia coli				

NOTA:

(1) Recomenda-se a coleta de, no mínimo, quatro amostras semanais.

ANEXO XV

Tabela de número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa coletiva, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (para água canalizada)	Número de amostras retiradas no ponto de consumo (para cada 500 hab.)	Frequência de amostragem
Cor, turbidez, pH e coliformes totais ⁽¹⁾ e ⁽²⁾	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
Cloro residual livre ⁽¹⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS:

(1) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada uma análise de cloro residual livre em cada carga e uma análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, pH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(2) O número e a frequência de amostras coletadas no sistema de distribuição para pesquisa de Escherichia coli devem seguir o determinado para coliformes totais.