



Avaliação dos parâmetros sentinelas de qualidade da água de abastecimento das escolas municipais de Cabedelo/PB

Ane Josana Dantas Fernandes*¹, Sildete Pereira da Silva*², Lêda Faustino Mendes², Geane Pereira Ferreira², Maria Mônica Lacerda Martins Lúcio¹

¹Docentes do Curso de Meio Ambiente - IFPB Campus Cabedelo. *e-mail: anejfernandes@yahoo.com.br

²Alunas de Iniciação Científica PIBICT – IFPB Campus Cabedelo. *e-mail: silldety@hotmail.com

Resumo: Considerando-se a importância da qualidade da água para consumo humano, principalmente de crianças e adolescentes, objetivou-se monitorar neste trabalho os indicadores sentinelas de padrão de potabilidade da água. Os parâmetros avaliados foram turbidez, cloro residual e pH, bem como a temperatura nas águas dos bebedouros das escolas municipais de Cabedelo/PB. O município conta com vinte e uma escolas municipais, onde todas foram incluídas na pesquisa. A cidade é abastecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa). A coleta das amostras foi realizada em duplicata durante os meses de Maio e Julho de 2012. As análises foram realizadas em triplicata e seguiram a metodologia indicada pelo Standard Methods for the Examination of water and Wasterwater (EATON, 1995). Os resultados foram discutidos considerando a Portaria N° 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que regulamenta entre outros, o padrão de potabilidade da água para consumo humano. Observou-se que no primeiro período de coleta no mês de Maio de 2012, seis amostras (29%) apresentaram pH abaixo do recomendado e quatro amostras (19%) não possuíram cloro residual livre. Para o segundo período de coleta no mês de Julho de 2012, duas amostras (10%) tiveram pH abaixo de 6,00; uma amostra (5%) apresentou turbidez elevada de 19,30 u.T., e em 4 amostras (19%) o cloro residual esteve ausente. Estes dados indicam a existência de problemas de operação e manutenção tanto da rede de distribuição, quanto das caixas d'água. Em alguns setores, a tubulação da rede de distribuição pode estar sofrendo problemas de corrosão devido ao pH ácido e a ausência do cloro residual livre, em algumas escolas, sugere que a água não está sendo desinfetada satisfatoriamente.

Palavras-chave: abastecimento público, água, indicadores sentinelas, parâmetros físico-químicos, qualidade da água

1.INTRODUÇÃO

Apesar de existir uma série de análises estabelecidas pela Portaria N° 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que normatiza os padrões de potabilidade da água, é de grande importância ter o conhecimento dos indicadores sentinelas de potabilidade da água. Segundo a FUNASA (2006), fontes Sentinelas, quando bem selecionadas, são capazes de assegurar representatividade e qualidade às informações produzidas, ainda que não se pretenda conhecer o universo de ocorrências. As análises físico-químicas da água, que compreendem estes indicadores são simples de serem realizadas, mas por outro lado, trazem informações importantes sobre a qualidade da água para consumo humano e compreendem os parâmetros cloro residual livre e turbidez, o cloro residual combinado e o potencial hidrogeniônico (pH).

Mais importante que a quantidade é a qualidade da água. A água é um dos principais vetores na transmissão de doenças. Milhões de pessoas morreram no passado devido a doenças como cólera e tifo, que são transmitidas pela água e ainda acometem muitos países subdesenvolvidos (GRASSI, 2011). Assim, os microorganismos patogênicos como bactérias, vírus e parasitas, advindos principalmente dos excrementos dos homens e animais, podem aportar em corpos aquáticos e contaminar novos indivíduos. O aumento da expectativa de vida da população mundial se deu principalmente devido ao tratamento e desinfecção da água destinada ao abastecimento público e à coleta e tratamento de esgoto.

O termo sentinela é empregado em analogia às fontes sentinelas e aos Sistemas de Vigilância Sentinela, muito empregados em epidemiologia. Os indicadores sentinelas selecionados pela diretoria



nacional, do plano de amostragem da vigilância ambiental, compreendem os parâmetros cloro residual livre e turbidez. A estes, podem ser somados os indicadores auxiliares cloro residual combinado e o potencial hidrogeniônico (pH). A temperatura também será avaliada. Em seguida, serão detalhados esses parâmetros, enfatizando a importância de cada um, bem como os valores recomendados pela Portaria N° 2914 (2011) do Ministério da Saúde.

O cloro gasoso, em contato com a água, passa por hidrólise formando íons hidrogênio, cloreto e ácido hipocloroso. Este ácido se ioniza gerando íons hidrogênio e hipoclorito. O ácido hipocloroso é o principal responsável pela oxidação da matéria orgânica. O cloro residual livre se refere à concentração do ácido hipocloroso e do hipoclorito. O cloro adicionado na última etapa do tratamento de água para consumo humano em uma estação de tratamento (ETA) tem a sua concentração reduzida à medida que é transportada pelo sistema de distribuição, podendo resultar na diminuição da barreira de proteção contra a contaminação de microorganismos (GALDINO, 2009). A Portaria N° 2914 (2011) estabelece que, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. Também se recomenda que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 com tempo de ação de 30 minutos. O teor máximo de cloro residual livre deve ser 2,0 mg/L em qualquer ponto da distribuição.

A turbidez pode ser definida como a interferência da concentração das partículas suspensas na água, medida por meio do efeito de dispersão da luz que elas causam. Nas águas superficiais, ela geralmente varia de 1 a 1000 u.T. (unidade de turbidez, unidade Jackson ou nefelométrica) e pode ser causada pela presença de areia, argila, matéria orgânica, silte, partículas coloidais, plâncton, etc (BERNARDO e PAZ, 2008). Do ponto de vista sanitário, a turbidez pode apresentar risco indireto à saúde dos consumidores porque é possível que as partículas presentes na água protejam os microorganismos da ação do desinfetante. A turbidez também pode estar associada à presença de substâncias orgânicas e inorgânicas que geram risco à saúde. Com o objetivo de garantir a qualidade microbiológica da água de consumo, a Portaria N° 2914 (2011) do Ministério da Saúde regulamenta os padrões de turbidez, na qual o valor máximo permitido é de 0,5 u.T., para água filtrada por filtração rápida, resultante de tratamento completo ou filtração direta. Para água resultante de filtração lenta, o valor máximo permitido é 1,0 u.T., e em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 u.T.

O potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Sendo atribuída ao valor sete a neutralidade e aos valores abaixo a acidez e acima a alcalinidade. A determinação do pH é uma das mais comuns e importantes no contexto da química da água (GALDINO, 2009). No campo do abastecimento de água, o pH intervém nas etapas de coagulação, filtração, desinfecção e controle da corrosão. O pH determina a eficiência da desinfecção ao determinar o composto de cloro dominante, sendo mais ou menos efetivo no controle dos microorganismos. Nos sistemas de abastecimento, águas com valores baixos de pH tendem a ser corrosivas a certos metais e paredes de concreto; no entanto, as águas alcalinas tendem a formar incrustações. Nas águas naturais, o pH geralmente varia de 5,5 a 9,5 (BERNARDO e PAZ, 2008). Em casos de contaminação grave, o pH da água pode ficar abaixo de 4,0 ou superior a 11,0; podendo afetar a saúde do consumidor, causando irritação nos olhos, na pele e nas mucosas. A Portaria N° 2914 (2011) recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Esse parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição, como também, garantir uma maior estabilidade do cloro na água de abastecimento.

A temperatura é um fator importante a ser analisado, pois ela pode acelerar ou retardar a atividade biológica, fomentando proliferação de microorganismos e de algas. Também afeta a solubilidade do oxigênio e do dióxido de carbono na água e as precipitações de alguns compostos. Quanto ao processo de tratamento da água, a temperatura pode ter efeito significativo nos processos de desinfecção, coagulação, floculação e sedimentação. Isto ocorre porque a água a baixas temperaturas apresenta-se mais viscosa (TEBBUTT, 1998).



O objetivo do trabalho é avaliar os indicadores sentinelas de padrão de potabilidade da água, que são turbidez, cloro residual e pH, bem como a temperatura nas águas dos bebedouros das escolas municipais de Cabedelo/PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Avaliou-se a qualidade da água dos bebedouros das escolas municipais de Cabedelo/PB, totalizando 21 escolas. As amostras de água foram coletadas em dois períodos distintos, sendo o primeiro compreendido entre 15 a 31 de Maio e o segundo período de 24 a 26 de Julho de 2012. As análises experimentais foram realizadas no IFPB Campus Cabedelo.

2.1. Reagentes

Os reagentes utilizados foram ácido acético glacial P.A. ($C_2H_4O_2$) da CRQ, tiosulfato de sódio hidratado ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) da Sync, amido, iodeto de potássio (KI) da Sync e água destilada.

2.2. Coleta das amostras

As amostras foram coletadas em frasco de polietileno, devidamente identificadas, sendo a temperatura verificada no local da coleta, com o termômetro digital da Thermo. As demais análises foram realizadas em laboratório, não ultrapassando duas horas do tempo da coleta.

2.3. Análises das amostras

As análises foram realizadas em triplicata e seguiram a metodologia indicada pelo Standard Methods for the Examination of water and Wasterwater (EATON, 1995). A turbidez foi avaliada pelo método espectrofotométrico utilizando o turbidímetro de modelo TB 1000 e o pH foi verificado com o medidor de pH portátil, modelo $_M$ PA-210/ $_M$ PA-210P, calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0. Já o método utilizado para analisar o cloro residual foi o titulométrico. A análise estatística dos resultados foi do tipo descritiva, fornecendo-se a média, mediana, moda, desvio-padrão, mínimo e máximo, para cada variável físico-química, e em cada período da coleta.

2.3.1. Procedimento experimental para análise do cloro residual

Mediu-se 200 mL da amostra em erlenmeyer de 250 mL, em seguida, adicionou-se alguns cristais de iodeto de potássio, 1 mL de ácido acético concentrado e 1 mL da solução de amido a 1%. A amostra foi titulada com solução de tiosulfato de sódio hidratado a 0,001 N até a solução passar de azul para incolor. A concentração em p.p.m. é dada pela fórmula:

Cloro residual = $V(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) \times 0,1773$, onde $V(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O)$ representa o volume médio do $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ gasto nas análises em triplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Cabedelo é abastecido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba-Cagepa. Nas escolas havia a presença de apenas um bebedouro que possui um sistema de refrigeração afixado acima deste. Em algumas escolas, a água que é fornecida pela Cagepa é armazenada primeiramente em uma caixa d'água, para depois ser distribuída para as torneiras e bebedouros. Quando ocorre falta de abastecimento de água, interrompe-se o fornecimento de água para os bebedouros.

Os resultados foram analisados considerando a Portaria N° 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que regulamenta os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Em seguida, serão apresentados os resultados dos quatro parâmetros físico-químicos pesquisados.

3.1. Potencial hidrogeniônico (pH)

Das amostras avaliadas, encontrou-se que em seis delas ou 29% das águas analisadas na primeira coleta encontravam-se com valor de pH inferior ao recomendado pela Portaria N° 2914 (2011) que deve ficar entre 6,00 e 9,50. Já na segunda coleta, duas amostras ou 10% estavam abaixo do recomendado.

O valor mínimo de pH obtido durante a primeira coleta foi de 5,38, o máximo foi de 6,92 com média de 6,23, sendo que a maioria de 38% das amostras apresentaram valor compreendido entre 5,64

e 6,15, conforme Figura 1 e Tabela 1, que mostra os dados da análise estatística descritiva realizada para cada parâmetro nos dois períodos de coleta de amostra.

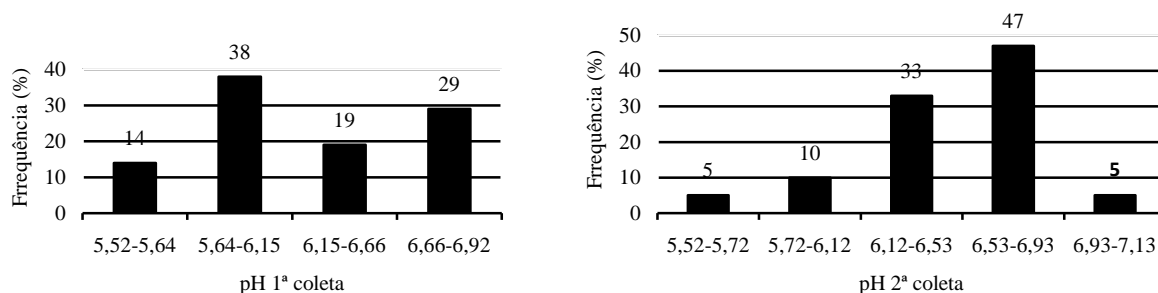


Figura 1 – Distribuição da frequência do pH obtida nos dois períodos de coleta

Para a segunda coleta, obteve-se 5,52; 7,13 e 6,45 (Tabela 1) como valor de pH mínimo, máximo e média, respectivamente. 47% das análises apresentaram pH variando entre 6,53 e 6,93 (Figura 1).

Esses valores abaixo do recomendado não oferecem risco potencial à saúde humana, mas podem danificar as tubulações da rede de abastecimento, provocando a corrosão. Não foi encontrado nenhum valor elevado de pH, o que afetaria negativamente o processo de desinfecção, pois aceleraria a dissociação do ácido hipocloroso. Este ácido, que é um dos componentes do cloro residual livre, possui um poder bactericida oitenta vezes superior ao do íon hipoclorito. Assim, recomenda-se que a desinfecção seja realizada em pH inferior a 8,00 para garantir uma concentração do ácido hipocloroso superior a 80% (LIBANIO, 2008).

O pH é um dos principais parâmetros físico-químicos de água, pois a maioria das etapas de tratamento da água para abastecimento dependem dele, como neutralização, abrandamento, precipitação, coagulação, além da desinfecção e controle da corrosão, comentados anteriormente (TEBBUTT, 1998).

Tabela 1- Dados da análise estatística para os parâmetros físico-químicos avaliados

	Etapa da coleta	pH	Turbidez (u.T.)	Cloro residual (p.p.m.)	Temperatura (°C)
Média	1	6,23	0,97	0,77	18,2
	2	6,45	2,10	0,77	18,1
Mediana	1	6,12	0,96	0,73	16,5
	2	6,55	0,45	0,85	19,9
Moda	1	5,92	1,04	0,72	14,6
	2	6,63	0,33	0,99	21,1
Desvio-padrão	1	0,47	0,39	0,50	7,3
	2	0,35	3,99	0,49	7,4
Mínimo	1	5,38	0,22	0,00	5,7
	2	5,52	0,33	0,00	6,5
Máximo	1	6,92	1,64	1,53	29,6
	2	7,13	19,30	1,65	28,4

3.2. Turbidez

A turbidez apresentou-se acima do estabelecido pela Portaria N° 2914 (2011) em apenas uma amostra avaliada durante a segunda coleta, tendo apresentado um valor de 19,3 u.T., o que representa 5% do total. De acordo com a Portaria, o valor máximo permitido é de 0,5 u.T. para água filtrada por filtração rápida resultante de tratamento completo ou filtração direta. Para água resultante de filtração lenta o valor máximo permitido é 1,0 u.T., e em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 u.T. como

padrão de aceitação para consumo humano. A Figura 2 seguinte apresenta a distribuição da frequência deste parâmetro.

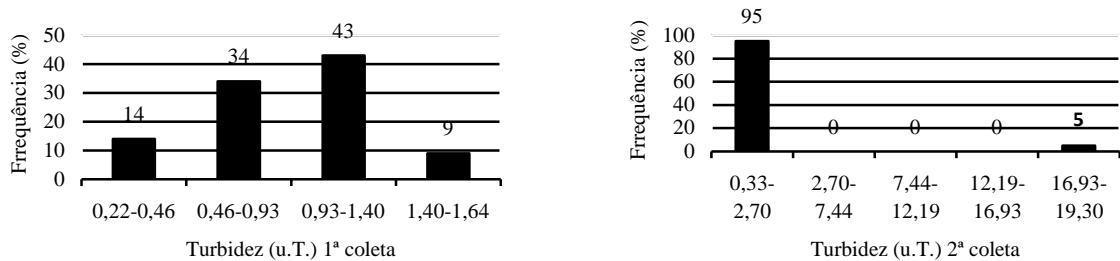


Figura 2 – Distribuição da frequência da turbidez obtida nos dois períodos de coleta

Durante a primeira coleta, 100% das amostras atenderam às normas, com um valor mínimo de turbidez de 0,22 u.T., máximo de 1,64 u.T. e média de 0,94 u.T., sendo que na maioria de 43% delas, a turbidez esteve compreendida entre 0,93 e 1,40 u.T., conforme Figura 2. Na segunda coleta, 95% das amostras estiveram conforme as normas com valores entre 0,33 e 2,70 u.T., com mínimo de 0,33 u.T., máximo de 19,30 e média de 2,10 u.T.

Água com turbidez elevada pode dificultar no processo de desinfecção devido à proteção que as partículas presentes na água podem dar aos microorganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano (TEBBUTT, 1998). Acredita-se que o valor alto encontrado em uma das escolas, deva-se ao fato de que no dia anterior à coleta, havia faltado água no município de Cabedelo, com a existência de um cano rompido nas imediações da escola. Assim, há possibilidade do carreamento de solo circunjacente para o interior da tubulação. Observou-se que essa amostra apresentou formação de sedimento apreciável.

3.3. Cloro residual

Nas 21 amostras avaliadas durante a primeira coleta, a concentração do cloro residual livre esteve ausente na água do bebedouro de quatro escolas, representando 19% do total. Nas demais, a concentração esteve de acordo com a Portaria N° 2914 (2011), com os valores compreendidos entre 0,2 e 2,0 mg/L. O valor mínimo obtido foi de 0,00 mg/L e o máximo de 1,53 mg/L, com valor médio de 0,77 mg/L, conforme Tabela 1. Pela Figura 3, observa-se que na maioria das amostras, ou seja, 48% destas, a concentração do cloro residual livre esteve compreendida entre 0,38 e 1,15 mg/L.

Já na segunda coleta, observou-se a ausência do cloro residual em quatro escolas, 19% do total, sendo que em duas delas, o cloro já havia sido ausente durante a primeira coleta. A concentração mínima obtida foi de 0,00 e o máximo de 1,65 mg/L, com média de 0,77 mg/L, conforme Tabela 1. Pela Figura 3, observa-se que a maioria das concentrações, ou seja, 48% do total delas, esteve compreendida no intervalo de 0,83 e 1,38 mg/L.

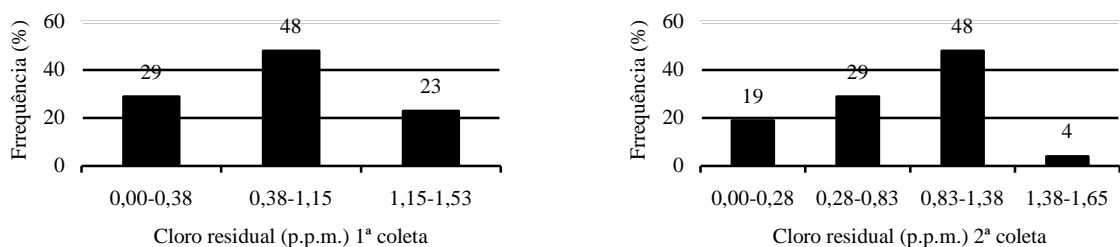


Figura 3 – Distribuição da frequência do cloro residual obtida nos dois períodos de coleta

A ausência de cloro residual nas amostras pode acarretar um potencial risco à população, devido à inexistência de uma ação bactericida eficaz. Seria interessante realizar a análise bacteriológica das amostras de água que apresentaram resultado negativo para o cloro residual livre. No entanto, não foi observado em nenhuma amostra uma concentração de cloro residual livre superior a 2,0 mg/L, o que indicaria uma supercloração na estação de tratamento, com o objetivo de garantir a concentração mínima de cloro residual livre nos pontos mais distantes da rede de distribuição. De acordo com Salgado (2008) e Heller (2006), a concentração elevada de cloro pode causar sabor e odor desagradáveis, bem como problemas à saúde devido à possibilidade de geração de subprodutos com potencial carcinogênico.

3.4. Temperatura

A temperatura média da água se manteve em torno de 18 °C nos dois períodos de análise. Deve-se levar em consideração que a água dos bebedouros é refrigerada e passa antes de chegar ao bebedouro por um sistema de refrigeração e filtração. Em algumas escolas, o equipamento estava com defeito, daí encontrarmos durante a primeira coleta, temperaturas variando de 5,7 °C à temperatura ambiente de 29,6 °C e durante a segunda coleta, de 6,5 °C a 28,4 °C. Pela Figura 4, observa-se que a maioria das amostras, ou seja, 48%, apresentaram temperatura compreendida entre 9,7 °C e 17,6 °C na primeira coleta, sendo que na segunda coleta a maioria de 43% esteve variando de 11,9 °C a 22,9 °C.

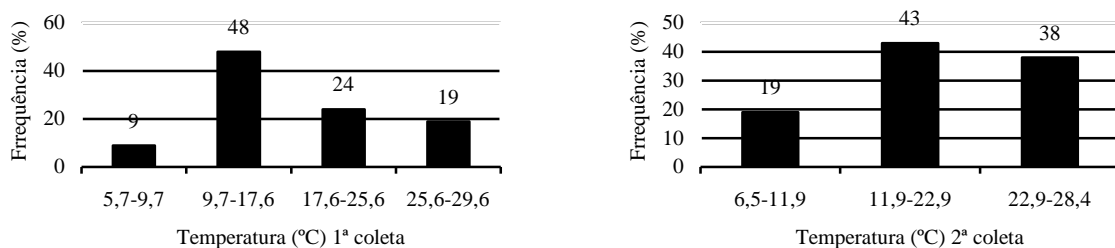


Figura 4 – Distribuição da frequência da temperatura obtida nos dois períodos de coleta

O monitoramento da temperatura das águas de abastecimento no Brasil não é fator de importância, já que esta não sofre variações significativas. De acordo com Richter e Azevedo Netto (1991), a desinfecção é favorecida pelo aumento da temperatura. A cada elevação de 10 °C na temperatura há um aumento na taxa de destruição bacteriana em cerca de duas a três vezes.

4. CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros sentinelas de qualidade da água dos bebedouros das escolas municipais de Cabedelo-PB, fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa), indica a existência de problemas de operação e manutenção tanto da rede de distribuição, quanto das caixas d'água.

Os resultados foram avaliados baseando-se na Portaria N° 2914 (2011) do Ministério da Saúde. Durante o primeiro período de coleta, seis amostras (29%) apresentaram pH abaixo do recomendado e quatro amostras (19%) não possuíram cloro residual livre.

Para o segundo período de coleta, duas amostras (10%) tiveram pH abaixo de 6,00; uma amostra (5%) apresentou turbidez elevada e em 4 amostras (19%) o cloro residual esteve ausente.

Estes dados revelam que, em alguns setores, a tubulação da rede de distribuição pode estar sofrendo problemas de corrosão devido ao pH ácido.

A ausência de cloro residual em algumas amostras de água pode acarretar a transmissão de algumas doenças de veiculação hídrica. Há necessidade de análises complementares, como a bacteriológica, para obtenção de conclusões mais precisas.



AGRADECIMENTOS

Ao IFPB Campus João Pessoa pela disponibilização de equipamentos e reagentes para a execução dos procedimentos experimentais e a Josely Dantas Fernandes, da UEPB Campus Lagoa Seca, pelas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, L.D.; PAZ, L.P.S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. Vol1. São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008, 878p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de saneamento**. 4.ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006, 408 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 2914**, de 12.12.11. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.

EATON, A.D.; CLESCERI, L.S. & GREENBERG, A.F. **Standard Methods: for the examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, 1995.

GALDINO, F.A. **Indicadores sentinelas para a formulação de um plano de amostragem de vigilância da qualidade da água de abastecimento de Campina Grande (PB)**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

GRASSI, M. T. **Águas no planeta terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 2011.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 859p.

LIBANIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2.ed. São Paulo: Átomo, 2008. 444p.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de água. Tecnologia Atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 1991. 332p.

SALGADO, S.R.T. **Estudo dos parâmetros de decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento**. 2008. 161f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, 2008.

TEBBUTT, T.H.Y. **Principles of water quality control**. 15th. Oxford: Butterworth Heinemann, 1998, 280p.