

I-251 – MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DISTRIBUIÇÃO DE UM SETOR ABASTECIDO POR UMA REDE DE TUBULAÇÃO DE CIMENTO AMIANTO

Amanda Paiva Farias⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na área de Saneamento Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Lucas da Silva Alves

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre de Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Rui de Oliveira

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. PhD em Engenharia Civil – Leeds University

Celeide Maria Belmont Sabino Meira

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestra em Engenharia Civil na área de Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutora em Recursos Naturais na área de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Karla Luísa Feitos de Lira

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Manoel de Barros Filho, 123 – Catolé – Campina Grande - PB - CEP: 58.410-208 - Brasil - Tel:(83) 8600-7544 - e-mail: amandapaiva.farias@gmail.com

RESUMO

O direito à água é de todos, este quando destinado ao abastecimento humano deve passar por etapas de tratamento para assim atender o recomendado pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. O processo como todo do tratamento da água não oferece uma qualidade permanente de sua potabilidade até o momento do consumo, por neste intervalo, durante sua distribuição e reservação estarem sujeitos à deterioração da qualidade da água, levando em consideração que algumas tubulações são de cimento amianto. Durante o ano de 2013 foram coletadas amostras de água do Sistema de Abastecimento do bairro São José localizado em Campina Grande – PB, distribuídos em 9 pontos, visando verificar a provável degradação da qualidade da água que abastece, escolas, Batalhão de Bombeiros Militar, residências, Hospital, dentre outras importantes localidades e se essas alterações sofridas ao longo de sua distribuição acarreta na violação aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria vigente. Para este trabalho, foram analisados dois importantes indicadores, o Cloro Residual Livre e Cloro Residual Combinado, e os resultados obtidos demonstraram que o sistema possui uma grande deficiência em se manter dentro do padrão estabelecido, em relação a desinfecção.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Cloro Residual Livre, Cloro Residual Combinado.

INTRODUÇÃO

A água está presente em nossas vidas em todos os momentos, ela é fundamental para a manutenção da vida do planeta. Ela está presente em todas as atividades empregadas pela sociedade. É um recurso natural finito e está sofrendo variações em sua quantidade e principalmente em sua qualidade. Estes fatores são preocupantes e exigem um maior cuidado e um melhor controle para com o uso da água, uma vez que a perda de qualidade põe em risco a vida de todo o meio biota.

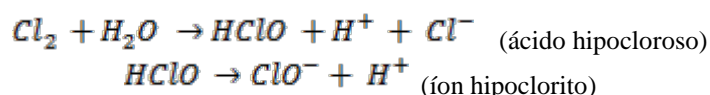
A água utilizada para o abastecimento humano deverá passar por processos e etapas de tratamentos para que se enquadre no recomendado pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. A vigilância da qualidade da água para o consumo humano vem com um conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para verificar se a água que chega para o consumo da população atende ao que os padrões de potabilidade determinam, e assim avaliar os riscos que esses sistemas e as soluções alternativas propostas ou já implantadas representam à saúde humana.

O controle e a vigilância da qualidade da água para o consumo humano é realizado, respectivamente, pela concessionária responsável pela operação do serviço de abastecimento da água, companhia estadual de saneamento, autarquia municipal, prefeitura ou empresa privada, assim como a realização da vigilância cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio das secretarias estaduais, no sentido de verificar se a água distribuída atende às premissas estabelecidas pelo padrão de potabilidade, além de avaliar os riscos à saúde da população abastecida.

O termo vigilância pode ser entendido como uma avaliação frequente e continuada de vários aspectos, buscando identificar os riscos potenciais à saúde humana, possibilitando formas de intervenção ou controle, assumindo caráter rotineiro e preventivo (CARMO *et al.*, 2008). O processo de tratamento da água não oferece uma qualidade permanente de sua potabilidade até o momento do consumo, por neste intervalo, durante sua distribuição e reservação estarem sujeitos à deterioração da qualidade da água, levando em consideração que algumas tubulações são de cimento amianto, tornando ainda mais importante a vigilância desta.

Segundo Waldman (1998), a questão da vigilância deverá ser compreendida como um pré-requisito para a elaboração de programas de saúde, devendo ser útil também para a identificação dos fatores de risco e das populações vulneráveis à exposição ao risco, objetivando tornar mais efetivas as medidas de controle.

Quando o cloro é adicionado à água isenta de impurezas é hidrolisado e ocorre a formação de ácido hipocloroso e íons hidrogênio e cloreto. Dependendo do pH da água, o ácido hipocloroso se ioniza formando íons de hidrogênio e o íon hipoclorito, conforme as reações abaixo:



O cloro residual livre corresponde à soma do ácido hipocloroso com o íon hipoclorito. O cloro residual livre constitui o indicador mais importante de controle de qualidade na prática da cloração de águas de abastecimento (SILVA e OLIVEIRA, 2001). O cloro residual livre é considerado um indicador sentinela por sua concentração reagir com várias substâncias orgânicas e inorgânicas ao longo das tubulações do sistema de abastecimento, e assim haver uma queda brusca nesta concentração, ficando desprotegida, podendo haver contaminação e colocar em risco a saúde da população.

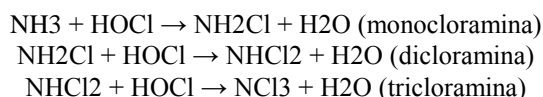
Segundo a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, recomenda que após a desinfecção, a água contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo o teor máximo desejável de 2,0 mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento.

O ácido hipocloroso tem ação bactericida bem mais forte que o íon hipoclorito. A ação como desinfetante do ácido hipocloroso é cerca de 80 vezes mais efetivo que o íon hipoclorito (GRAY, 1994). A superioridade da eficiência de desinfecção do ácido hipocloroso em relação a outras formas de cloro é atualmente creditada não somente à sua forte capacidade de oxidação, mas também ao pequeno tamanho de sua molécula e sua neutralidade elétrica, que permitem uma rápida penetração nas células. A reduzida ação bactericida dos íons hipoclorito é relacionada à sua carga negativa, que provavelmente impede sua penetração na célula (FAIR; GEYER; OKUM, 1954 apud LAUBUSCH, 1971).

A manutenção de um residual de cloro adequado é um dos principais instrumentos de controle da qualidade da água nos sistemas de transporte e distribuição de água.

O ácido hipocloroso é o principal responsável pela oxidação de materiais redutores, inclusive matéria orgânica, e a soma de sua concentração com a de hipoclorito é denominada cloro residual livre (OPAS, 1987; ROSSIN, 1987), que varia com a temperatura e o pH da água, sendo de importância vital na inibição bacteriano.

Quando os compostos nitrogenados estão presentes na água, a adição do cloro resulta na formação do cloro residual combinado (cloraminas). Segundo Broges *et al.* (2002), as reações que dão origem às cloraminas (monocloramina (NH₂Cl), dicloramina (NHCl₂) e tricloramina (NCl₃)) são as seguintes:



A distribuição da concentração das cloraminas depende de uma variedade de fatores, tais como, proporção cloro/amônia em relação ao do cloro, a eficiência da mistura e o pH (BORGES *et al.*, 2002), sendo que a diminuição do pH e o aumento da relação cloro/nitrogênio favorece a formação de produtos mais clorados (SANCHES, *et al.*, 2003). A dicloramina tem maior efeito bactericida, seguida da monocloramina e a tricloramina praticamente não possui efeito desinfetante (SANCHES *et al.*, 2003).

O presente trabalho contém estudos realizados através do monitoramento de água do Sistema de Abastecimento do bairro São José localizado em Campina Grande – PB no ano de 2013, distribuídos em 9 pontos, visando verificar a provável degradação da qualidade da água que abastece alguns pontos de importância significativas para a cidade, como escolas, Batalhão de Bombeiros Militar, residências, Hospital, dentre outras localidades, e se as alterações sofridas ao longo de sua distribuição acarreta na violação aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria vigente. Para este trabalho, foram analisados dois importantes indicadores, o Cloro Residual Livre e Cloro Residual Combinado. Que são responsáveis pela desinfecção e manutenção da mesma, ao longo da distribuição.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em um setor confinado da rede de distribuição de água de Campina Grande, localizado no bairro São José, que por sua vez é abastecido por poucas tubulações de ferro fundido, mas sua grande maioria feita por cimento amianto. Material que não se utiliza em novas tubulações devido a sua natureza carcinogênica.

Para a análise da água que abastece este setor, foram realizadas análises físico-químicas, distribuídas em 9 pontos pertencentes à este setor de distribuição da cidade de Campina Grande:

Tabela 1 – Pontos analisados no setor em estudo

PONTOS
P1S7 – CAGEPA (R-2);
P2S7 – Residencial Aluizio G. Meira;
P3S7 – Secretaria Municipal de Educação;
P5S7 – Casa da Criança Dr João Moura;
P6S7 – Centro de Educação Superior Reinaldo Ramos- CesRei;
P7S7 – 2º Batalhão de Bombeiro Militar (2º BBM);
P8S7 – E.E.E.F. M. Clementino Procópio;
P9S7 – Ponta de rede;
P11S7 – Hospital Universitário Alcides Carneiro.

Para a realização das coletas foram determinados 9 pontos (Tabela 1), compreendidos entre o reservatório e a ponta de rede, o R-2, é o reservatório que distribui a água para todos estes pontos, que representam o sistema de abastecimento do setor em estudo.

A escolha do cloro residual dar-se-á pelo fato deste ser um instrumento de identificação de situações de risco precocemente, em relação à água consumida pela população, as quais podem resultar em doenças de veiculação hídrica passíveis de prevenção e controle. A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, estabelece que, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre (CRL) de 0,2

mg/L ou 2 mg/L de cloro residual combinado (CRC) em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

As amostras para análises (CRL e CRC) foram coletadas semanalmente, utilizando garrafas PET cobertas por fita isolante preta, para vedar e proteger a amostra contra a incidência de luz e suas análises foram realizadas *in loco*. Para determinação do cloro residual foi utilizado o método DPD (N, N-dietil-p-fenileno-diamina), em solução ácida, dissolvido na amostra pré-alcalinizada com fosfato, forma um tampão de pH na faixa de 6,2 a 6,5. O DPD, na ausência de íons iodeto, reage com cloro livre, produzindo uma coloração róseo-avermelhada. A adição de Iodeto de Potássio atua cataliticamente acelerando reação de cor entre o DPD e as cloraminas, tornando-se possível a determinação do cloro presente, respeitando a Lei de Beer. O quantitativo correspondente ao cloro residual combinado foi determinado pela diferença numérica entre o cloro residual total e o livre. O equipamento utilizado foi um colorímetro microprocessador de leitura direta modelo Aquacolor Cloro (Figura 1).

Figura 1 – Colorímetro microprocessador de leitura direta modelo Aquacolor Cloro.



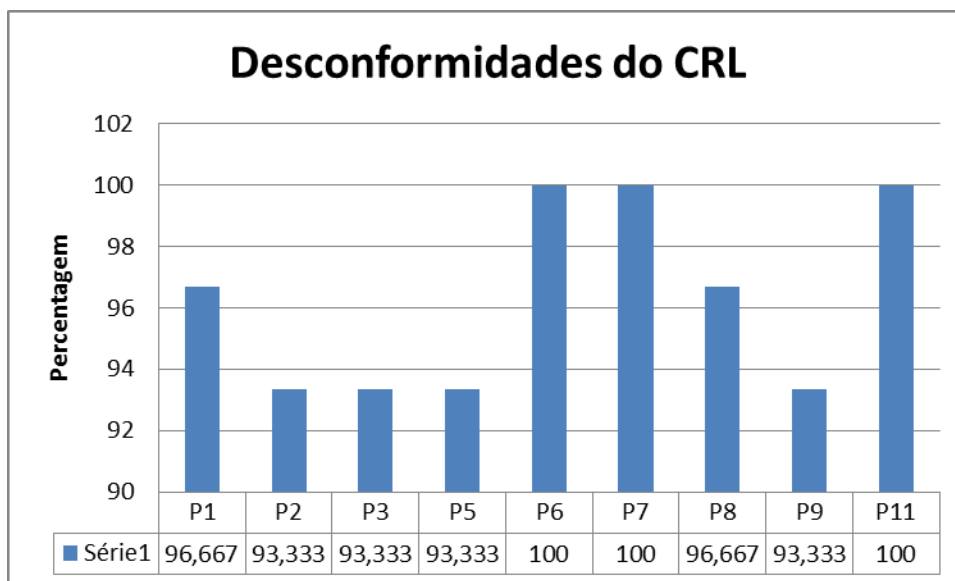
RESULTADOS

Durante o período analisado, foi verificado que em todos os pontos de coletas analisados ocorreram violações em relação às concentrações de cloro residual livre e cloro residual combinado, segundo o que preconiza a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, em que é estabelecida uma concentração mínima de 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. Desta forma, torna-se explícito uma situação de potencial risco à saúde da população que reside, estuda, trabalha e até daqueles que necessitam de assistência hospitalar.

O cloro residual livre por apresentar características de desinfecção para a água tratada é de fundamental importância na manutenção da qualidade desta. Com o tempo e devido as condições ambientais, este Cloro residual livre vai reagindo como meio, assim, gerando monocloramina, dicloramina e tricloramina, respectivamente. Esses fatores também podem ensaiar possível contaminação pela presença de microrganismos patogênicos e substâncias tóxicas, que comprometem a qualidade da água consumida pela população.

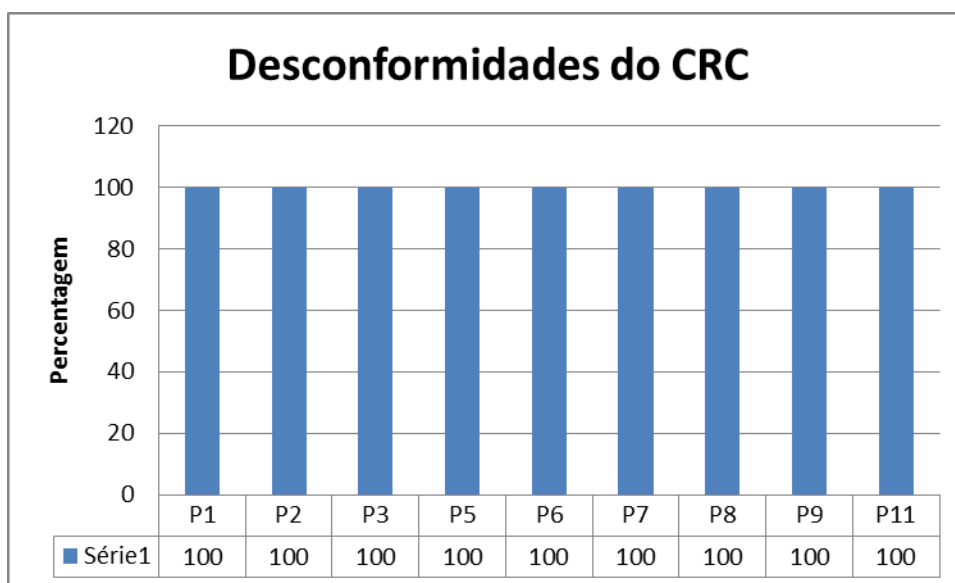
A Figura 2 ilustra as amostras abaixo do mínimo permitido pela Portaria nº 2914/2011 (MS) para concentração de cloro residual livre em pontos do sistema (P1, P2, P3, P5, P6, P7, P8, P9, P11) apresentaram frequência das análises em desacordo com o padrão estabelecido pela portaria vigente. Nestes pontos de monitoração, todas as amostras coletadas apresentam mais de 90% de desconformidades, sendo o P6, P7 e P11 em 100% de desconformidades. Portanto, ocorreu a violação da legislação atual, corroborando a hipótese de que a falta de manutenção dos reservatórios de distribuição e acumulação e no sistema de abastecimento causa degradação da qualidade da água.

Figura 2 – Percentagem das amostras abaixo do mínimo recomendado pela Portaria MS 2914/2011 para concentração de cloro residual livre.



A Figura 3 ilustra as amostras desconformes ao que preconiza a portaria vigente, para concentração de cloro residual combinado em pontos analisados. Nestes pontos de monitoração, todas as amostras coletadas apresentam 100% de desconformidades.

Figura 3 – Percentagem das amostras abaixo do mínimo recomendado pela Portaria MS 2914/2011 para concentração de cloro residual combinado.



Desta forma, a baixa concentração de cloro residual livre verificada deve ser considerada preocupante, uma vez que a cloração da água reduz a veiculação de doenças de veiculação hídrica.

CONCLUSÕES

A análise dos dados da monitoração da qualidade da água no bairro São José, em Campina Grande –PB, tiveram como base dois indicadores um do grupo sentinelas (cloro residual livre) e o outro do grupo auxiliares (cloro residual combinado) permitiu a obtenção das seguintes conclusões:

Todos os pontos monitorados apresentam uma grande deficiência de se manter dentro do padrão estabelecido pela portaria vigente com relação à desinfecção, uma vez que foi constatada uma alta frequência de concentrações nulas e mais de 90% das medidas se situaram abaixo do mínimo recomendado pela legislação em vigor;

A qualidade da água fornecida pelo sistema público de distribuição proveniente do reservatório R-2 não atenderam aos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde;

Para uma manutenção da qualidade da água requer a implementação de um plano baseado em medidas que minimizem a degradação da qualidade da água desde a chegada do ramal predial do reservatório abastecedor (R-2) até a sua distribuição jusante.

Torna-se necessário a troca de tubulações de cimento amianto, uma vez que a rede possui características de confinamento, que resulta na degradação da qualidade da água.

De maneira geral, conclui-se que neste setor não houve a manutenção e higienização adequada da rede, comprometendo assim a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento público e representando perigo para a saúde da população que consome a mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, AND, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 21st ed. American Public Health Association Washington, D. C. 2005;
2. BORGES, J.T; SPARRAPAN, R.; GUIMARÃES, J. R.; EBERLIN, M. N. A influência da amônia no potencial de formação de trihalometanos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL. 28, 2002, Canun, AIDS, Anais... , 2002;
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914/2011, 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. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf;
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006c. 60 p.;
5. CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K.X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. Engenharia Sanitária e Ambiental, v 13, n.4, p. 426-434, 2008;
6. CETESB. Operação e Manutenção de uma E.T.A.. 2 v, ilust. São Paulo: Secretaria de Serviços e Obras Públicas, 1973. P. 293-356;
7. DI BERNADO, L. Tecnologias de Tratamento de Água com filtração rápida. In: Seminário Taller Selección de Tecnología para el Mejoramiento de la Calidad de Agua. Santiago de Cali, 2000;
8. GRAY, N. F. Calidad Del agua potable. Zaragoza: Acribia, 1994. 365p;
9. LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. 2ed. Campinas: Átomo, 2008;
10. OKUN, D. A.; ERNST, W. R. Community piped water supply systems in developing countries: a planning manual. Washington: The World Bank, 1987. 249p. (World Bank Technical Paper number 60);
11. OPAS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumes I, II e III. Ginebra: Opas, 1987;
12. RICHTER, C. A., AZEVEDO NETTO, J. M. Tratamento de Água. São Paulo: Edgard Blucher, 2009;
13. ROSSIN, A. C. Desinfecção. In: Técnica de abastecimento e Tratamento de Água (Tratamento de Água), São Paulo: CETESB/ASCETESB, Vol. 2, 1987;
14. SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. de P.; VIEIRA, E. M. Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água. Revista Química Nova na Escola; n. 17; 2003;

15. SANTOS, G., S., (2011). Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande – PB. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Paraíba. Brasil;
16. SILVA; S.A; OLIVEIRA, R, Manual de análise físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. Campina Grande PB: O Autor, 2001. 266 p;
17. WALDMAN, EA. Saúde & cidadania – Vigilância em saúde pública. Volume 7. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública de São Paulo; 1998.