

## **I-126 - VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA DE CAMPINA GRANDE (PB) UTILIZANDO INDICADORES AUXILIARES**

**Mônica de Amorim Coura<sup>(1)</sup>**

Possui Licenciatura Plena em Química pela Fundação Universidade Regional do Nordeste (FURNE). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Associada da Universidade Federal de Campina Grande.

**Ruth Silveira do Nascimento**

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) possui Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Mestranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Adjunta da Universidade Estadual da Paraíba. Coordenadora de Programas e Projetos da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQPB).

**Juscelino Alves Henriques**

Aluno do curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Clarissa Câmara de Freitas**

Aluna do curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Rui de Oliveira**

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). PhD em Engenharia Civil pela Universidade de Leeds - Inglaterra. Professor aposentado da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Napoleão Laureano, 608 – Alto Branco – Campina Grande - PB - CEP: 58401-438 - Brasil - Tel: (83) 86809309 - e-mail: macoura1@yahoo.com

### **RESUMO**

Assumindo a necessidade de se realizar um plano de vigilância da qualidade da água, diante das prerrogativas da Diretriz Nacional do Plano de Vigilância da Qualidade da Água, a avaliação da água no sistema de adução torna-se um importante instrumento de análise do serviço de saneamento, assumindo-se então um caráter preventivo, já que a monitoração implica em uma avaliação contínua. Diante de tais prerrogativas, o estudo feito mediante o comportamento dos indicadores auxiliares torna-se um importante complemento à verificação das etapas concernentes a cloração na Estação de Tratamento de Água (ETA), e à manutenção da rede de abastecimento. Sendo assim, os indicadores de qualidade têm como papel principal a transformação de dados em informações relevantes para os tomadores de decisão e o público. Os indicadores auxiliares são compostos pelo Cloro Residual Combinado (CRC) e pH, o qual, o primeiro ocorre em presença de compostos nitrogenados inerentes à água, indicando assim que a distribuição da concentração das cloraminas depende de uma variedade de fatores, tais como, proporção cloro/amônia, ponto de adição da amônia em relação ao do cloro, a eficiência da mistura e o pH. Em relação à água de abastecimento, o pH interfere diretamente em algumas operações unitárias do processo de tratamento da água, como a coagulação e a desinfecção além da formação de compostos mais clorados, e se ácido, provoca o desgaste das tubulações. A Portaria nº 518/2004 recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5, já para as cloraminas a mesma Portaria refere-se apenas para a monocloramina com valor de 3,0 mg/L. Neste trabalho foi percebido que em todas as adutoras houve aumento da concentração CRC ao longo da linha de adução. Já no que se refere ao pH percebe-se que ocorreram pequenas violações, demonstrando um comportamento praticamente uniforme, em todas as linhas de adução, isso pode estar relacionado tanto às características da água bruta, quanto à adição de produtos químicos à água. Sendo necessário o monitoramento contínuo de tais indicadores, com vistas à um gerenciamento do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de adução de água tratada, Qualidade de água, Indicadores auxiliares.

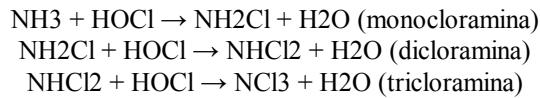
## INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água enquadram-se em obras de engenharia que objetivam assegurar o conforto e a salubridade da população, visando superar os riscos à saúde impostos pela água, sendo necessário uma minuciosa percepção em todas as suas etapas operacionais, bem como na sua manutenção. A atribuição de tais observâncias deve iniciar com o sistema de captação se completando nas componentes seguintes, como nos reservatórios e rede de distribuição, sendo a última a unidade que constitui maior risco à saúde quando não cumpridas às referidas manutenções exigidas.

O tratamento de águas de abastecimento pode ser definido como o conjunto de processos e operações realizados com a finalidade de adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, isto é, como é encontrada no curso d'água, com padrão organolepticamente agradável e que não ofereça riscos à saúde humana. O padrão é determinado por órgãos competentes por intermédio de legislação específica. No Brasil, a qualidade da água para consumo humano é especificada na Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, que entrou em vigor em 2011, substituindo a Portaria 518 de 2004.

Para a monitoração eficaz destes parâmetros definidos em um sistema de abastecimento de água, temos a observância dos indicadores auxiliares, que como o próprio nome diz, vão estar em adição aos indicadores sentinelas, definidos assim por conferir ao sistema a identificação precoce de situações de riscos à saúde da população que podem resultar em doenças de veiculação hídrica. Os indicadores auxiliares são o Cloro Residual Combinado (CRC), formado pelas cloraminas (mono, di e tricloramina), e pelo Potencial Hidrogeniônico (pH).

Observa-se que quando os compostos nitrogenados estão presentes na água, a adição do cloro resulta na formação do cloro residual combinado (cloraminas). Segundo Borges et al. (2002), as reações que dão origem às cloraminas (monocloramina ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dicloramina ( $\text{NHCl}_2$ ) e tricloramina ( $\text{NCl}_3$ )) são as seguintes:



A distribuição da concentração das cloraminas depende de uma variedade de fatores, tais como, proporção cloro/amônia, ponto de adição da 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; a tricloramina praticamente não possui efeito desinfetante (SANCHES et al., 2003).

Ainda em se tratando de indicadores auxiliares, o potencial hidrogeniônico (pH) reflete a intensidade da condição ácida ( $\text{H}^+$ ) ou básica ( $\text{OH}^-$ ) de uma solução em termos de concentração de íons de hidrogênio [ $\text{H}^+$ ].

Em relação à água de abastecimento, o pH interfere diretamente em algumas operações unitárias do processo de tratamento da água, como a coagulação e a desinfecção. Segundo Duarte et al. (2009), o pH da água tratada está associado, principalmente, com a ação desinfetante do cloro utilizado na desinfecção, dependendo do pH vários compostos com capacidades diferentes de desinfecção, inclusive inativos, são formados.

A Portaria nº 2914/2011 recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. O pH ácido ocasiona o desgaste das tubulações e diminui a vida útil das mesmas (DUARTE et al., 2009).

Para efeito desse estudo, os indicadores auxiliares foram utilizados para avaliar a qualidade da água do sistema de adução de água tratada de Campina Grande, com vistas à vigilância de sua qualidade. Sendo assim, o estudo pretende descrever o sistema de adução de água tratada dessa cidade, e verificar o desempenho dos indicadores auxiliares na ação de vigilância da qualidade da água transportada pelo sistema de adução de água tratada de Campina Grande, estado da Paraíba.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é parte do projeto “VARIAÇÃO DE INDICADORES SENTINELAS EM SISTEMAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA DE PORTE MÉDIO”. O mesmo visa a aplicação dos indicadores auxiliares

de qualidade de água cloro residual combinado (CRC) e pH para avaliar a qualidade da água do sistema de adução de água tratada de Campina Grande. O CRC, o qual é constituído por monocloramina, dicloramina e tricloramina, está relacionado à operação de desinfecção da água, resultando da reação do ácido hipocloroso com o nitrogênio amoniacal, já o pH é de fundamental importância em todas as operações de tratamento da água, bem como na sua adução e distribuição, devido à influência direta que ele tem nas sucessivas reações químicas que ocorrem em todos os sistemas supracitados, em especial na geração do CRC.

Com o objetivo de avaliar as concentrações de CRC e os valores de pH no sistema de adução de água tratada, foram escolhidos dois locais de monitoramento, um na saída da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Gravatá de Boqueirão (Reservatório R0), de onde partem três linhas de adução (500 mm – AD 500, 700 mm – AD 700 e 800 mm – AD 800), e outro localizado na cidade de Campina Grande no bairro Santa Rosa (Reservatório R9), local de chegada das linhas de adução e de onde é feito o suprimento para os outros reservatórios do sistema de distribuição. Os trabalhos foram iniciados no mês de abril, início do período chuvoso para o local estudado.

No R0 a coleta é realizada numa torneira externa do próprio reservatório, representando a entrada das três linhas, já no R9 as amostras são coletadas na entrada do mesmo, sendo três pontos de amostragem no próprio reservatório, representando a chegada das mesmas.

Foram realizadas, semanalmente, análises em triplicata *in loco* seguindo os procedimentos padrões descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 1999). Para a determinação do cloro residual combinado foi utilizado o método titulométrico DPD-SFA, em triplicata e os resultados expressos em mg/l. O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com o uso de um pH-metro digital portátil, calibrado com soluções padrões de pH 7,0 e 4,0.

Os dados resultantes da análise foram digitados através do programa Excel do pacote Microsoft Office 2007. Com sua digitalização é possível fazer estudos estatísticos e a criação de gráficos, para posterior elaboração dos resultados e discussão, e a conclusão desse trabalho.

## RESULTADOS

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram o comportamento do cloro residual combinado nas três linhas de adução, respectivamente. A Portaria 518/2004, estabelece um valor máximo de 3,0 mg/l para a monocloramina e, partindo desse pressuposto, é possível perceber que nas três linhas de adução os valores se encontram de acordo com o preconizado pela Portaria. Embora as concentrações de CRC sejam expressivas vale salientar que seu poder desinfetante é 200 vezes menor que o CRL, no entanto ele é mais estável e durável que o CRL. Vale ressaltar ainda que o aumento na concentração de CRC pode conferir sabor e odor à água e, consequentemente, rejeição por parte da população abastecida, além de poder causar irritação, especialmente nas mucosas (GUIMARÃES, 2010). É possível destacar que, no geral e, de acordo com as Figuras 1, 2 e 3, em todas as adutoras houve aumento da concentração CRC ao longo da linha de adução.

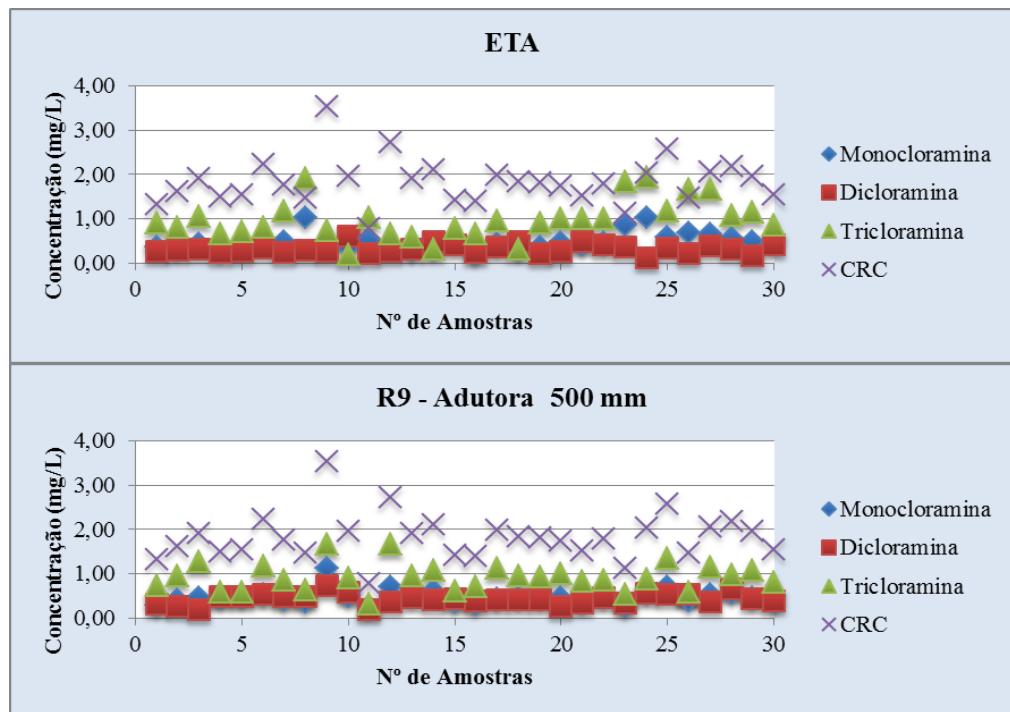


Figura 1 – Variação do CRC no R<sub>0</sub> e no final da linha de adução de 500 mm do R0 até o R9.

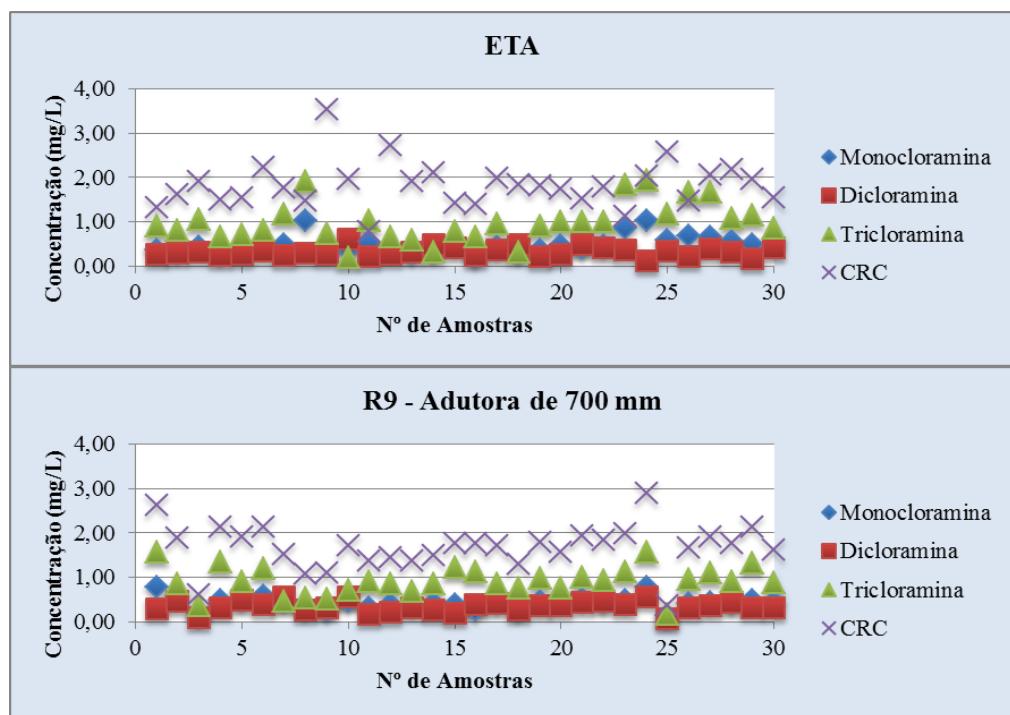
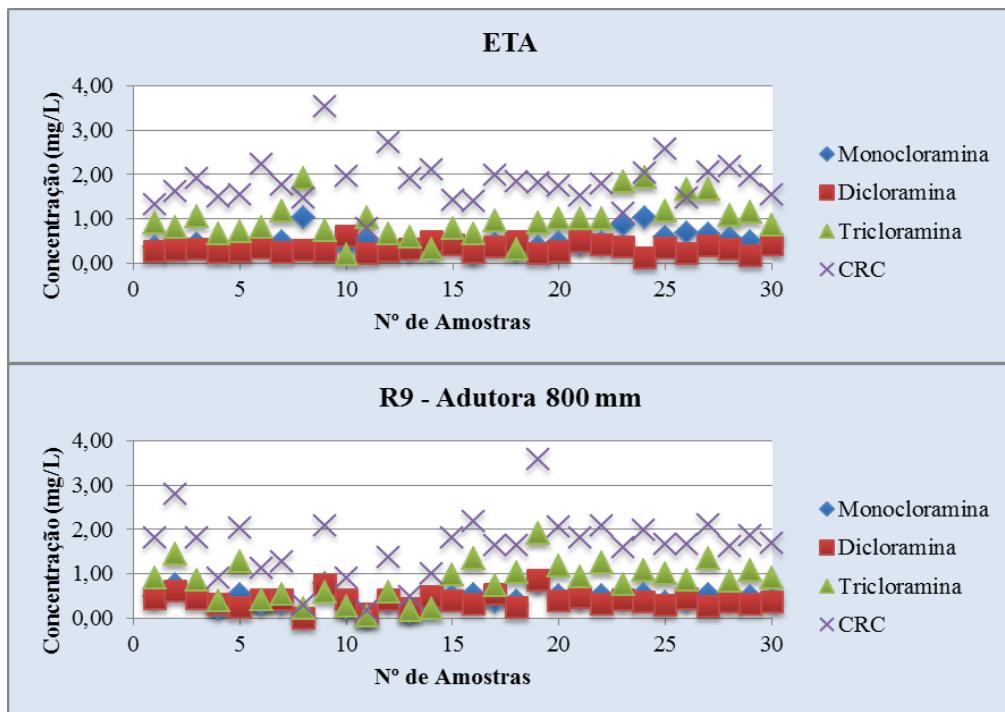
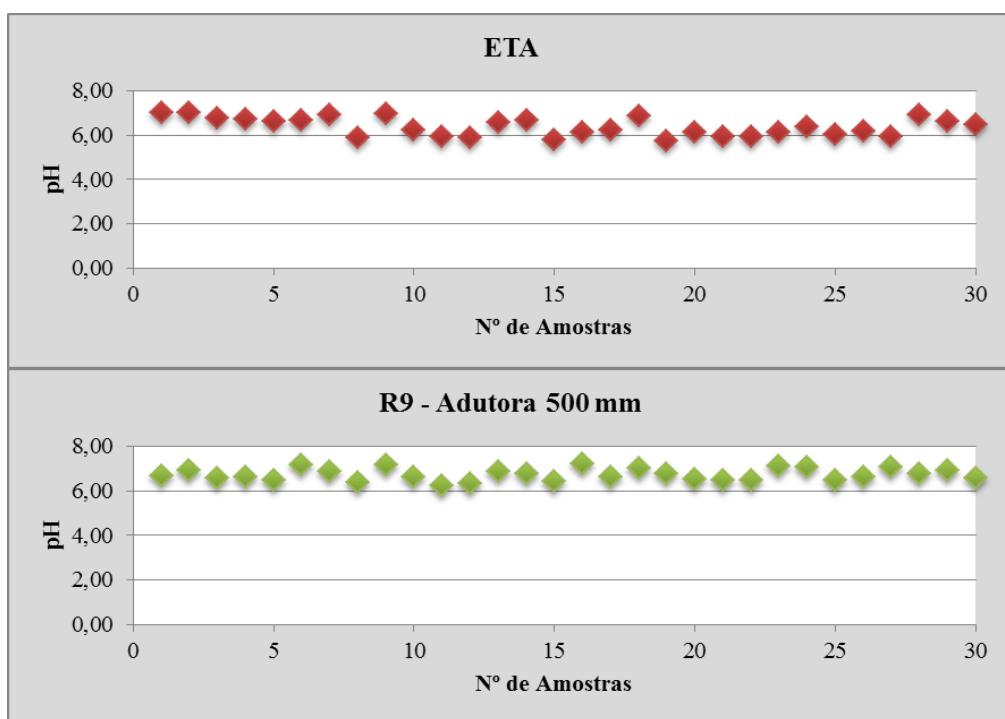


Figura 2 – Variação do CRC no R<sub>0</sub> e no final da linha de adução de 700 mm do R0 até o R9.

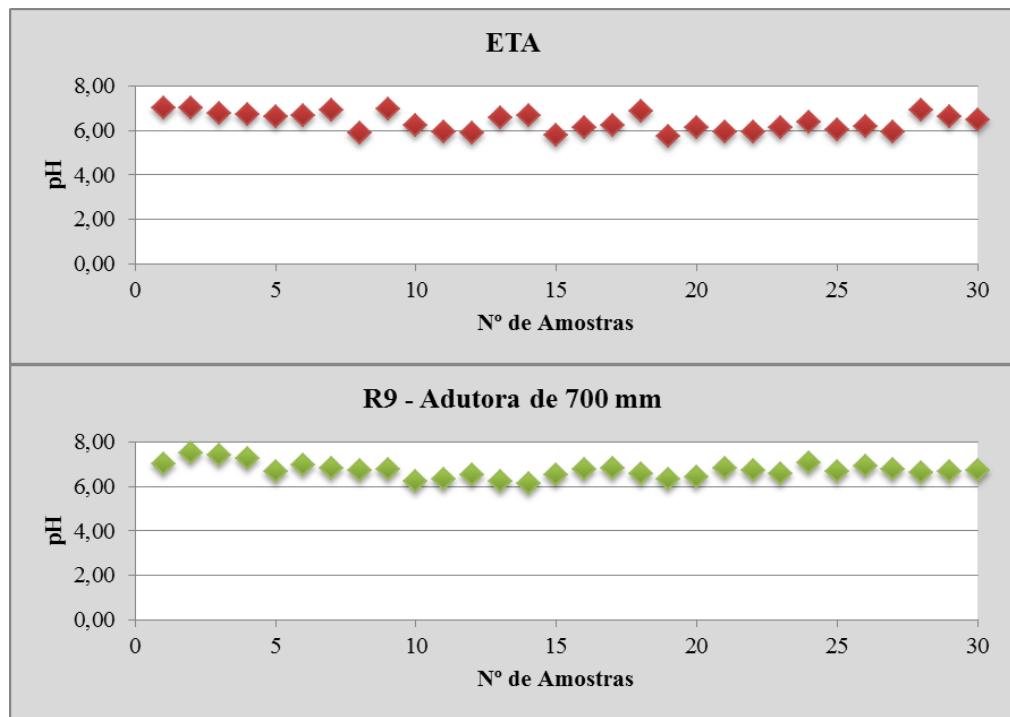


**Figura 3 – Variação do CRC no R<sub>0</sub> e no final da linha de adução de 800 mm do R0 até o R9.**

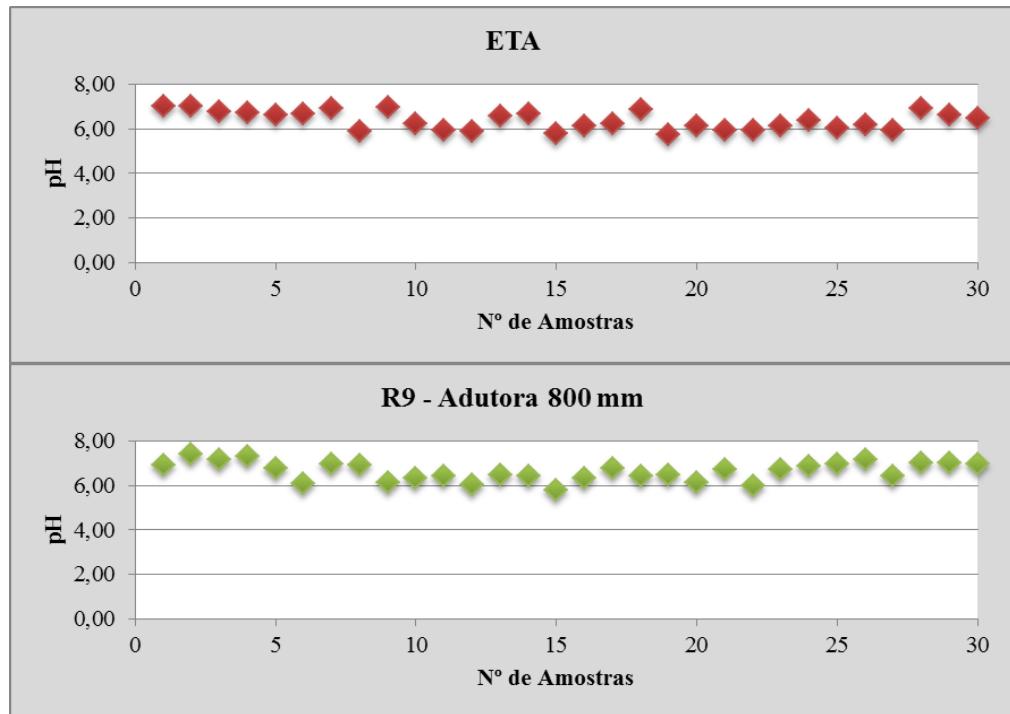
Nas Figuras 4, 5 e 6 é ilustrando o comportamento dos valores do pH nas três linhas de adução, nota-se que em todas não houveram grandes variações. Segundo a Portaria 518/2004, o pH deve se apresentar numa faixa entre 6,0 e 9,5; partindo desse pressuposto percebe-se que ocorreram pequenas violações em análises isoladas em todas as linhas de adução, vale salientar que isso pode estar relacionado tanto às características da água bruta, quanto à adição de produtos químicos nas operações de tratamento da água.



**Figura 4 – Comportamento do pH na linha de adução de 500 mm.**



**Figura 5 – Comportamento do pH na linha de adução de 700 mm.**



**Figura 6 – Comportamento do pH na linha de adução de 800 mm.**

## CONCLUSÕES

A partir deste trabalho é possível concluir que o cloro residual combinado (cloraminas) se reveste de caráter indicador de qualidade da água, em especial por indicar de maneira indireta a presença de nitrogênio amoniacal presente na água, cujo pode causar odor e sabor à mesma, e, por conseguinte, sua rejeição.

Como os valores de CRC se apresentaram bem abaixo do preconizado pela Portaria, isso significa que praticamente não há presença de nitrogênio amoniacal na massa líquida; vale ressaltar que isso pode estar relacionada com os valores de pH, os quais não apresentaram grandes variações, demonstrando um comportamento praticamente uniforme, ou quase nenhuma violação à Portaria 518/2004, mesmo assim é necessária a monitoração contínua desses indicadores com vistas a garantir a qualidade da água destinada ao consumo humano e uma melhor gestão do sistema de abastecimento de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, A. A. de. Análises e Métodos de Otimização para Eficiência Energética de Estações Elevatórias em Sistemas de Abastecimento de Água. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, 2007.
2. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 1999.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.
4. DUARTE, A..de S.; CUNHA, A.C. da; BRITO, D.C. de. Monitoramento da qualidade da água utilizada para consumo humano no bairro Santa Rita, Macapá, Amapá, Brasil, 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25, 2009, Recife, Anais.. Rio de Janeiro: ABES 2009.
5. GUIMARÃES, R. M.. Ocorrência de residual combinado no sistema de distribuição de água de Campina Grande (PB). Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
6. 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.
7. SILVA; S. A.; OLIVEIRA, R.. Manual de análise físico-química de águas de abastecimento e residuárias. Campina Grande, PB: O Autor, 2001. 266p.