

## **I-047- INFLUENCIA DO CLORO RESIDUAL NA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS QUE ABASTEÇAM O CAMPUS I DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA (UEPB)**

**José Raniery Rodrigues Cirne**

Graduado em Engenharia Sanitária Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba(UEPB), Doutorando em Química e Tecnologia Ambiental pela Universidade de Zaragoza

**Celeide Maria Belmont Sabino Meira**

Professora da Universidade Estadual da Paraíba

**Mário Gomes da Silva Júnior**

Graduando em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande

**Maniza Sofia Monteiro Fernandes<sup>(1)</sup>**

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba(UEPB), doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande

**Rodrigo Vieira Alves**

Graduado em Química Industrial pela UEPB, Mestre em Engenharia Química pela UFCG, Doutorando em Engenharia Química pela UFCG.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Antônio José Santiago, 115 - Brasil -- e-mail: [maniza-f@hotmail.com](mailto:maniza-f@hotmail.com)

### **RESUMO**

Atualmente um dos grandes problemas com a água é a qualidade deste insumo, pois as alterações na qualidade físico-química e/ou biológica tem sido associada a diversos problemas de saúde; a qualidade da água destinada ao consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. Este estudo objetiva quantificar o cloro residual livre e combinado dentro dos reservatórios e verificar a presença de bactérias heterotróficas e *enterococcus* presentes na rede de Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Foram analisadas água dos reservatórios do campus para verificar a qualidade da água de abastecimento. Os pontos de coletas das amostras para monitoração da qualidade das águas dos reservatórios foram num total de 9 (nove) pontos, sendo 2 (dois) no Centro de Ciências e Tecnologia e 7 (sete) no Centro de Ciências Biológicas, divergindo do total de reservatórios (onze reservatórios - dois no Centro de Ciências e Tecnologia e nove no Centro de Ciências Biológicas), uma vez que os reservatórios de Odontologia 1, 2 e 3 do CCBS direcionam suas canalizações para uma única tomada de água. Os reservatórios, inferior e superior, de Biologia (CCBS) além de não apresentaram nenhuma concentração de cloro residual livre foi constatada a presença de bactérias heterotróficas (> 1.000 UFC/ml).

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade de Água, Reservatório, Cloro Residual.

### **INTRODUÇÃO**

O abastecimento de água é caracterizado pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades. Um sistema de abastecimento de água pode ser concebido para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações (SANESUL, 2010).

As impurezas presentes na água e que alteram o seu grau de pureza, podem serrematados de maneira simplificada e ampla pelas suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água (VON SPERLING, 1996).

As características físicas; associadas geralmente à presença de sólidos que podem estar em suspensão, coloidal ou dissolvido, as características químicas; podem ser interpretadas através das duas classificações: Matéria Orgânica ou Inorgânica e as características Biológicas; os seres presentes na água podem estar vivos ou mortos contribuindo para a contaminação da água consumida.

O importante, no entanto, é a sensibilização do cidadão da necessidade de manter um programa de monitoramento da qualidade da água que ele consome. A necessidade do monitoramento deve-se ao fato de

possíveis mudanças em algumas características da água que podem ocorrer com o tempo ou devido a condições externas que possam vir a contaminar o manancial com substâncias tóxicas, sal, ou bactérias.

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção (destruição dos microorganismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração, o que acarreta, muitas vezes, o uso das palavras “desinfecção” e “cloração” como sinônimos (BAZZOLI, 1993). O cloro e 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.

A desinfecção pelo cloro é um outro processo dependente do pH. Em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso formando hipoclorito é menor, sendo o processo mais eficiente. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso, o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010)

As bactérias heterotróficas que incluem *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, são responsáveis pela formação de biofilmes nas redes de distribuição de água, que, por sua vez, fornecem proteção para microrganismos patogênicos contra a inativação por agentes desinfetantes, levando à contaminação das águas de abastecimento no sistema de distribuição. Há inúmeros fatores que afetam o crescimento dos biofilmes nas redes de distribuição de água, como, por exemplo, temperatura da água, velocidade da água, tempo de residência da água nos condutos e tipo de tratamento da água. O tipo de agente desinfetante e o valor residual mantido nas redes de distribuição têm um papel fundamental como obstáculo ao crescimento das bactérias heterotróficas e, conseqüentemente, na formação de biofilmes. Além do mais, o manancial utilizado e o tipo de filtração adotado também influenciam no fornecimento dos nutrientes necessários para o crescimento bacteriano nos biofilmes (TEIXEIRA; LEAL, 2002).

*Enterococcus* são cocos Gram-positivos que geralmente se dispõem em pares e cadeias curtas. Frequentemente, a morfologia microscópica destes microrganismos não pode ser diferenciada de algumas espécies de *Streptococcus*. *Enterococcus* são anaeróbios facultativos e a temperatura ótima de crescimento é 35°C, embora a maioria dos microrganismos se desenvolva entre 10 e 45°C. Apresentam crescimento rápido em meios de cultura suplementados com sangue, produzindo colônias brancas após 24 horas de incubação. As colônias são, em geral, não hemolíticas, mas podem ser alfa ou betahemolíticas. *Enterococcus* podem ser cultivados na presença de altas concentrações de sal (NaCl a 6,5%), toleram sais biliares a 40% e podem hidrolisar a esculina. Estas propriedades básicas podem ser utilizadas para distinguir *enterococcus* de outros cocos Gram-positivos, catalase negativos. São necessários testes fenotípicos selecionados, como por exemplo: reações de fermentação, hidrólise da pirrolidonil-beta-naftilamida, motilidade, produção de pigmento para diferenciar as espécies de enterococos. A transmissão de infecções causadas por essas bactérias pode ser de origem endógena, alimentar ou através da água (CAMARGO, 2005).

Este estudo objetiva Quantificar o Cloro residual livre e combinado dentro dos reservatórios e verificar a presença de bactérias heterotróficas e *enterococcus* presentes na rede de Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

## METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no campus I da Universidade Estadual da Paraíba localizado no bairro Universitário - Bodocongó, Campina Grande – PB.

Foram feitas as análises da água dos reservatórios do campus para verificar a qualidade da água de abastecimento. Os pontos de coletas das amostras para monitoração da qualidade das águas dos reservatórios foram num total de 9 (nove) pontos, sendo 2 (dois) no Centro de Ciências e Tecnologia e 7 (sete) no Centro de Ciências Biológicas, divergindo do total de reservatórios (onze reservatórios - dois no Centro de Ciências e Tecnologia e nove no Centro de Ciências Biológicas), uma vez que os reservatórios de Odontologia 1, 2 e 3 do CCBS direcionam suas canalizações para um única tomada de água.

As análises de cloro residual foram realizadas *in loco* com o auxílio de uma garrafa plástica de 2L coberta com uma capa preta para evitar a incidência direta de luz solar sobre a água coletada, as amostras foram coletadas através de torneiras existentes nos pontos definidos, as quais eram abertas, deixando-se escoar a água inicialmente parada na tubulação, por aproximadamente 2 a 3 minutos, para, então, efetuar a coleta. Para a determinação desse parâmetro foi utilizado o método titulométrico DPD - SFA. Nesse método as espécies de cloro residual são determinadas por titulação com sulfato ferroso amoniacal (SFA) usando oxalato ou sulfato de N,N – dietil – p - fenilenediamina (DPD) como indicador. O procedimento de execução da análise foi descrito por Silva e Oliveira (2001).

Para realização das análises microbiológicas (estreptococcus e bactérias heterotróficas) foi necessária a utilização de garrafas de plástico, com boca larga e capacidade de 250 ml, nas quais previamente eram adicionadas 4 gotas de tiosulfato de sódio a 10%, tendo como função inibir a ação do cloro; em seguida, com gargalo protegido com papel laminado, as mesmas eram esterilizadas na autoclave, à temperatura de 121°C e pressão de 1 kg/cm<sup>2</sup>, por um tempo de 15 minutos. Para determinação das bactérias heterotróficas foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade (“Pour Plate”), utilizando meio PCA (Plate Count Agar) e os resultados expressos em unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC/mL).

Para execução desse método, foram preparadas diluições das amostras até a obtenção de placas com no máximo 300 colônias. Na execução desse trabalho foram utilizadas as diluições 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>, em triplicata. A técnica indica que deve ser inoculada uma alíquota de 1mL da amostra em aproximadamente 12 mL do meio PCA; a alíquota de cada diluição é transferida para placas de petri previamente esterilizadas, e, ao mesmo tempo, é adicionado o meio de cultura previamente fundido e resfriado a 44-46°C. Feita a inoculação as amostras são homogeneizadas antes que o meio se solidifique. Posteriormente, as placas são invertidas e incubadas a 35°C durante 24 – 48h. As leituras foram feitas em um contador de colônias e os resultados expressos em Unidades Formadoras de Colônias por mL (UFC/mL).

## RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

O cloro residual corresponde à soma das espécies de cloro livre e combinado (monocloramina, dicloramina e tricloramina), sendo que o cloro livre tem ação desinfetante maior que o combinado. Dentre os componentes do cloro combinado as dicloraminas têm maior efeito bactericida que as monocloraminas e as tricloraminas não apresentam efeito desinfetante (MEYER, 1994).

A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o valor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição seja de 2,0 mg/L; e o valor mínimo de 0,2 mg/L.

O cloro residual presente nos reservatórios analisados (Tabela 1) é constituído na sua maioria por cloro residual combinado, que tem um poder desinfetante infinitamente menor que o cloro residual livre, sendo, de acordo com USEPA, cerca de 200 vezes menor que o cloro residual livre (USEPA, 1999).

Pode ser verificado ainda que das 27 (vinte e sete) análises realizadas para CRL 19 (dezenove) delas violaram a recomendação da Portaria nº2914/2011 do Ministério da Saúde, ou seja, em 70% das análises realizadas as concentrações de CRL estiveram abaixo do recomendado. Sendo os casos mais graves os reservatórios inferior e superior de Biologia que em nenhuma das análises realizadas foi detectado a presença de CRL.

De acordo LeChevallier, Welch e Smith (1994) quando 0,2 mg/L de cloro ou valores acima do normal são mantidos, a ocorrência de coliformes é reduzida em cerca de 50% e ausência dessa acareta risco a saúde do consumidor como mostra o reservatório do CCBS

Tabela 1- Concentração média das espécies de cloro residual monitorados nos pontos de coleta.

RESERVATÓRIOS	COLETAS	CRL (mgCl <sub>2</sub> /l)	CRC (mgCl <sub>2</sub> /l)	MONO (mgCl <sub>2</sub> /l)	DICLO (mgCl <sub>2</sub> /l)	TRICLO (mgCl <sub>2</sub> /l)
CCT - INFERIOR	1	0,10	0,90	0,18	0,36	0,36
	2	0,10	1,69	0,45	0,65	0,59
	3	0,05	1,02	0,25	0,45	0,32
CCT - SUPERIOR	1	0,17	1,37	0,32	0,44	0,61
	2	0,27	1,74	0,41	0,51	0,82
	3	0,19	1,50	0,35	0,41	0,74
CCBS - BIOLOGIA INFERIOR	1	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00
	2	0,00	0,37	0,00	0,17	0,20
	3	0,00	0,28	0,00	0,18	0,10
CCBS - BIOLOGIA SUPERIOR	1	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00
	2	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00
	3	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00
CCBS - FISIOTERAPIA	1	0,27	1,50	0,29	0,42	0,79
	2	0,07	0,62	0,14	0,34	0,14
	3	0,12	0,95	0,16	0,33	0,46
CCBS - ODONTOLOGIA	1	0,22	1,60	0,37	0,35	0,88
	2	0,44	2,12	0,54	0,42	1,16
	3	0,41	1,32	0,44	0,34	0,54
CCBS - PSICOLOGIA	1	0,10	1,26	0,19	0,34	0,73
	2	0,03	1,63	0,34	0,61	0,68
	3	0,08	1,06	0,15	0,42	0,49
CCBS - FARMÁCIA ESCOLA	1	1,03	1,81	0,40	0,59	0,82
	2	1,50	2,05	0,41	0,82	0,82
	3	1,20	1,71	0,40	0,60	0,71
CCBS - LAB. DE MICROBIOLOGIA	1	0,00	0,29	0,07	0,15	0,07
	2	0,05	0,25	0,00	0,20	0,05
	3	0,00	0,18	0,02	0,09	0,07

NOTA: CRL = Cloro residual livre. CRC = Cloro residual combinado. Mono = Monocloraminas. DiCLO = Dicloraminas. TRICLO= Tricloraminas

Foram feitas análises de bactérias heterotróficas para verificar a presença de material orgânico nos reservatórios, e três dos reservatórios analisados foram encontrados a presença de heterotróficas: o de Biologia inferior e superior (CCBS), e o do Laboratório de microbiologia. A portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, recomenda valores de no máximo 500 UFC/ml.

Dos resultados das amostras que não atenderam foram os reservatórios que abastecem o CCBS. Porém, esses resultados foram superiores ao encontrado no trabalho de Guerra et al. (2006), onde apenas 0,3% das amostras apresentou bactérias heterotróficas acima de 500UFC/mL. Entretanto, em trabalho de Domingues et al. (2007), das 22 amostras provenientes de reservatório, 10 (43,5%) não atenderam ao padrão.

**Tabela 2.0 – Quantitativo de bactérias heterotróficas encontrados nas amostras.**

Reservatório	Resultado (UFC/ml)
CCT- INFERIOR	20
CCT - SUPERIOR	0
CCBS - BIOLOGIA INFERIOR	>1000
CCBS - BIOLOGIA SUPERIOR	>1000
CCBS - FISIOTERAPIA	100
CCBS - ODONTOLOGIA	60
CCBS - PSICOLOGIA	0
CCBS - FARMÁCIA ESCOLA	0
CCBS - LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA	>1000

A presença de enterococcus (*E. faecalis*, *E. faecium*, *E. duranse*, *E. hirae*) bem como os menos frequentes D-estreptococos, os quais são contados como estreptococos fecais, servem como indicador para contaminação fecal. Esta análise é, de certa forma, mais específica do que a presença de coliformes, pois esta última pode ser originária de fontes não fecais. No entanto, enterococcus só pode originar-se de fezes de origem humana ou de outros animais.

Nos reservatórios inferiores do CCT e de Biologia do CCBS foi detectada a presença de enterococcus (Tabela 3.0).

**Tabela 3.0 – Verificação da presença de enterococcus nos reservatórios.**

Reservatório	Resultado
CCT INFERIOR	<b>Presença</b>
CCT SUPERIOR	Ausência
CCBS - BIOLOGIA INFERIOR	<b>Presença</b>
CCBS - BIOLOGIA SUPERIOR	Ausência
CCBS - FISIOTERAPIA	Ausência
CCBS - ODONTOLOGIA	Ausência
CCBS - PSICOLOGIA	Ausência
CCBS - FARMÁCIA ESCOLA	Ausência
CCBS - LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA	Ausência

No período de análise, foi constatado que na maioria dos reservatórios, em diferentes dias e horários das análises, concentrações de cloro residual livre estavam abaixo do recomendado pela Portaria nº. 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece em qualquer ponto da rede de distribuição uma concentração mínima de 0,2 mgCl<sub>2</sub>/l, caracterizando, dessa maneira, uma situação de potencial risco à saúde da população atendida por essa zona de pressão.

## CONCLUSÕES

Os reservatórios, inferior e superior, de Biologia (CCBS) além de não apresentaram nenhuma concentração de cloro residual livre foi constatada a presença de bactérias heterotróficas (> 1.000 UFC/ml).

As análises das águas no Campus I da UEPB deveriam continuar, desta vez com a finalidade de detectar se é a água de abastecimento público que está chegando no Campus está com baixa concentração de CRL ou se é o efeito da acondicionamento que está consumindo o CRL disponível, para poder ser tomadas providências quanto ao manejo da água com vistas a melhorar a qualidade da água disponibilizada para a população universitária da UEPB.

Existe necessidade de maior atenção com a conservação, limpeza e manutenção de reservatórios para preservar a qualidade da água de consumidas no Campus.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Portaria MS nº. 2914 de 12 de dezembro de 2011.
2. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Qualidade da água. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Temp=0>. Acesso em: 15 mar. 2010.
3. DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STUKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI, C. M.; HORNER, R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano. Revista Saúde, Santa Maria, v.33, n.1, p.15-19, 2007.
4. GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável. Acta Sci. Biol. Sci., v.28, n.1, p.13-18, 2006.
5. LECHEVALLIER, M. W.; WELCH, N. J.; SMITH, D. B. Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. Appl. Environm. Microbiol., v.62, n.7, p.2201-2211, 1996
6. MEYER, S. T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro n. 10, v.1: 99-110, 1994.
7. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. Manual de análise físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. Campina Grande, PB: O Autor, 2001. 266p.
8. TEIXEIRA, J. C.; LEAL, F. C. T. Desafios no Controle de Doenças de Veiculação Hídrica Associadas ao Tratamento e ao Abastecimento de Água para Consumo Humano. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2002.
9. USEPA – U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA-815/R-99-014 – Guidance manual alternative disinfectants and oxidants. Washington, 1999.