

# ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO TEOR DE CLORO RESIDUAL LIVRE E SUA EFICÁCIA NO COMBATE AOS PATÓGENOS NA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO PORTO DE BELÉM/PA

*Felipe Antonio Melo da Costa Filho*<sup>1\*</sup>; *Afonso Luís Segtowick Sarmanho Beltrão*<sup>2</sup>; *Ruan Matheus Guimarães Dias*<sup>3</sup>; *Altem Nascimento Pontes*<sup>4</sup>

**Resumo:** Este trabalho foi realizado no Porto de Belém, administrado pela Companhia Docas do Pará (CDP). O objetivo do trabalho foi analisar a variação do teor de cloro residual livre (CRL) e sua eficácia no combate aos patógenos na rede de distribuição do Porto. Para isso foram analisados laudos de qualidade de água elaborados pelo Instituto Evandro Chagas (IEC), destes foram destacados os resultados obtidos referentes ao CRL, *Escherichia coli* (E. coli) e Coliformes totais de seis pontos da rede nos meses de Janeiro, Junho, Setembro e Outubro de 2014, além do mês de Janeiro de 2015. Os resultados foram tabelados e foi gerado um gráfico, demonstrando o comportamento das variações de CRL em cada ponto estudado. Com isso foi observado que no mês de Setembro de 2014 houve a maior variação e no mês de Janeiro de 2014 ocorreu a menor variação. Assim pode-se concluir que o objetivo geral da pesquisa foi atingido, além disso, foi possível observar que a variação do teor de cloro residual livre, mesmo que não tenha sido uniforme no período estudado, a quantidade de hipoclorito empregado no processo de desinfecção do volume captado, combateu os principais agentes patogênicos com eficácia.

**Palavras-chaves:** Porto, Cloro Residual Livre, Patógenos.

## VARIATION ANALYSIS OF FREE RESIDUAL CHLORINE CONCENTRATION AND ITS EFFECTIVENESS COMBATING PATHOGENS IN WATER SUPPLY NETWORK OF PORT OF BELÉM / PA

**Abstract:** This study was performed in the Port of Belem, managed through Docas do Pará Company. The goal was analyze the variation of free residual chlorine concentration and its effectiveness combating pathogens at port distribution network. The water quality reports elaborated by the Evandro Chagas Institute were analyzed, and from these reports were highlighted the results obtained for the free residual chlorine, *Escherichia coli* and total coliform in six networks spots on January, June, September and October 2014, and also on January 2015. The results were tabulated and a graph was generated showing how free residual chlorine variation worked on each spot

studied. It was observed that the highest variation was on September 2014 and the lowest variation was on January 2014. Thus, it can be concluded that the main goal of research was achieved, and also the variation of free residual chlorine concentration, even it has not been uniform during the period studied, the amount of hypochlorite used in the disinfection process of harvested volume, fought against the main pathogens effectively.

**Key-words:** Port, Free Residual Chlorine, Pathogens.

---

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Graduando em Eng. Ambiental, famcf02@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Graduando em Eng. Ambiental, afonso.beltrao@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Graduando em Eng. Ambiental, ruanguimaraes06@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Coordenador do Mestrado em Ciências Ambientais, altempontes@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O Porto de Belém, inaugurado em 1909, se localiza na Baía do Guajará e com acesso pela Avenida Boulevard Castilhos França e Avenida Marechal Hermes, na orla continental do Município de Belém e fronteiro aos bairros da Campina (hoje, Comércio) e do Reduto - é o mais antigo porto do Complexo Portuário do rio Pará e da Amazônia, o complexo é o seu entorno e sistema portuário. A especificidade e quantidade das cargas movimentadas no Porto Organizado de Belém fizeram surgir outros terminais que se integram como um sistema, como o Terminal Petroquímico de Miramar, o Terminal de Vila do Conde e o Terminal da Sotave (ARRUDA, 2003).

O Porto Organizado (PO) é caracterizado como “bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária”<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Cf. art. 2º, I, Lei 12.812/2013

Segundo Azevedo (2014), os Portos Organizados têm sua área definida por Decreto Federal, consistente em uma poligonal que compreende as instalações portuárias e a infraestrutura de proteção e de acesso. Podem ser explorados diretamente pela União, delegados a Estados e

Municípios, por meio de convênios ou ainda, concedidos, mediante contrato de concessão precedido de licitação.

O Porto de Belém, o Terminal Portuário de Outeiro, o Terminal Petroquímico de Miramar e o Terminal de Vila do Conde, integram o sistema do Porto organizado de Belém, todos estes administrados pela Companhia Docas do Pará (CDP). Dos terminais administrados pela CDP, apenas o de Outeiro não possui estação de tratamento de água (ETA), todos os demais apresentam algum tratamento. Estas estações realizam operações com o objetivo de potabilizar o volume captado, este volume tratado é disponibilizado para consumo nos terminais e para o abastecimento de embarcações quando solicitado.

No Porto de Belém o tratamento é simplificado, sendo realizado apenas aeração, filtração e desinfecção do volume captado. O processo de aeração é feito por um aerador cascata, a filtração é realizada tanto em fluxo ascendente quanto descendente e a desinfecção é feita com dosagens de hipoclorito.

Os processos de desinfecção têm como objetivo a destruição ou inativação de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou de outros organismos indesejáveis. Esses organismos podem sobreviver na água por várias semanas, em temperaturas próximas a 21°C e, em alguns casos, por vários meses, em baixas temperaturas (MEYER, 1994).

A presença de cloro na água demonstra que a mesma foi desinfetada ou que não houve introdução de matéria orgânica nem de microrganismos que tenham consumido o cloro durante o tratamento, sendo o cloro residual um parâmetro que permite monitorar a evolução da qualidade microbiológica da água (AMORIM e PORTO, 2001).

Pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, para a água ser considerada potável, deve-se observar a ausência de Coliformes Totais e E. coli, além da manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda extensão do sistema de distribuição (MATSUCHITA, 2014).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo, analisar a variação do teor de cloro residual livre (CRL) em pontos de consumo na rede de abastecimento do Porto de Belém, verificando seu enquadramento na legislação vigente e sua eficácia no combate aos patógenos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Porto de Belém fica localizado às margens da Baía do Guajará na cidade de Belém, mais especificamente no bairro Centro, a administração do porto fica localizada na latitude  $1^{\circ}26'46.22''S$  e longitude  $48^{\circ}29'51.87''O$ . O Porto abrange uma área de aproximadamente  $58 \text{ km}^2$ , possuindo 13 armazéns e outros dois prédios com finalidade administrativa, além de dois portões de acesso.

Para realização deste trabalho primeiramente foi feito uma análise nos laudos de qualidade da água, referentes aos pontos de abastecimento de água no Porto de Belém, estes laudos foram elaborados pelo Instituto Evandro Chagas (IEC). Dos laudos foram destacados os resultados de Cloro Residual Livre (CRL), Coliformes Totais e *Escherichia coli* (*E. coli*) dos meses de Janeiro, Junho, Setembro e Outubro de 2014, além do mês de Janeiro de 2015. Dos 10 pontos usados nas análises do IEC, foram destacados seis pontos da rede de abastecimento do porto considerados críticos quanto à variação do CRL, esses resultados foram tabelados com o intuito de gerar um gráfico demonstrativo da variação do CRL entre os pontos da rede de distribuição do Porto de Belém.

Os pontos destacados para a análise foram classificados como P01 ( $1^{\circ}26'45.02''S;48^{\circ}29'44.63''O$ ), referente a saída da Estação de Tratamento de Água (ETA), P02 ( $1^{\circ}26'46.88'';48^{\circ}29'52.17''O$ ), torneira do posto médico, P03 ( $1^{\circ}26'39.37'';48^{\circ}29'20''O$ ), torneira do escritório do armazém 7, P04 ( $1^{\circ}26'38.39''S;48^{\circ}29'48.69''O$ ), saída do bebedouro do armazém 7, P05 ( $1^{\circ}26'24.14''S;48^{\circ}29'39.79''O$ ), Portaria 17 e P06 ( $1^{\circ}26'19.76''S;48^{\circ}29'41.05''O$ ), referente a torneira do escritório do armazém 11. A figura 1 demonstra a distribuição dos pontos no Porto de Belém.

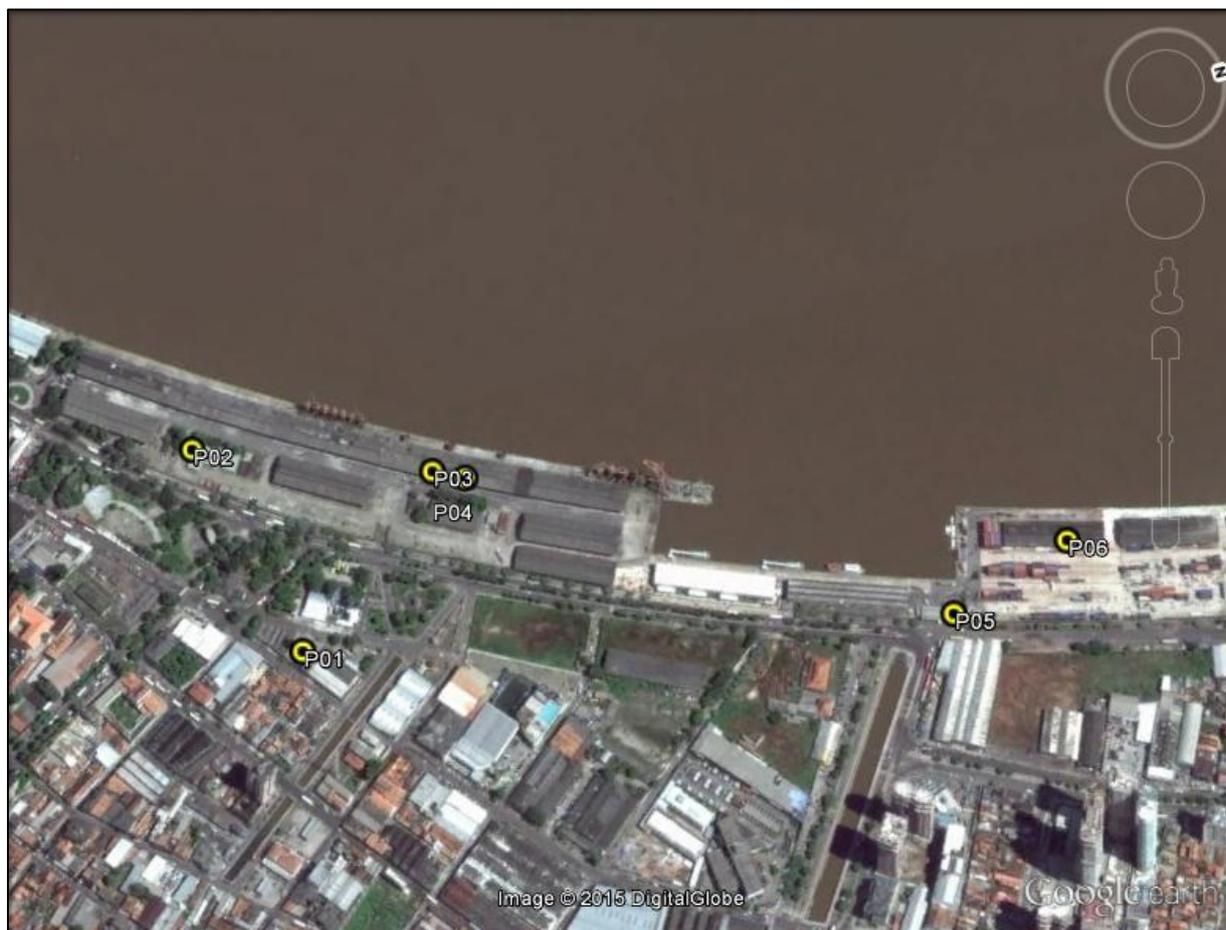


Figura 1 – Distribuição dos pontos no Porto de Belém

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a obtenção dos resultados, foi gerada uma tabela com base nos dados das análises do IEC, para os seis pontos destacados, levando em consideração o mês da análise. A tabela 1 apresenta os dados de CRL, E. coli e Coliformes Totais (C.T.) nos seis pontos, referentes ao meses de Janeiro de 2014, Junho de 2014, Setembro de 2014, Outubro de 2014 e de Janeiro de 2015.

Tabela 1 – Dados destacados dos laudos do IEC

	PONTOS	CRL (mg/L)	E.COLI/100 ml	C.T./100 ml
JANEIRO 2014	P01	0,41	<1	<1
	P02	0,55	<1	<1
	P03	0,32	<1	<1
	P04	0,25	<1	<1
	P05	0,82	<1	<1
	P06	0,78	<1	<1

JUNHO 2014	P01	1,18	<1	<1
	P02	1,16	<1	<1
	P03	0,27	<1	<1
	P04	0,48	<1	<1
	P05	0,98	<1	<1
	P06	0,71	<1	<1
SETEMBRO 2014	P01	2,00	<1	<1
	P02	1,78	<1	<1
	P03	1,74	<1	<1
	P04	0,19	<1	<1
	P05	1,21	<1	<1
	P06	1,05	<1	<1
OUTUBRO 2014	P01	2,20	<1	<1
	P02	1,84	<1	<1
	P03	1,65	<1	<1
	P04	0,63	<1	<1
	P05	1,52	<1	<1
	P06	1,30	<1	<1
JANEIRO 2015	P01	1,96	<1	<1
	P02	1,95	<1	<1
	P03	1,55	<1	<1
	P04	1,96	<1	<1
	P05	1,10	<1	<1
	P06	1,54	<1	<1

Na tabela 1, pode-se observar que nos meses de Janeiro, Junho, Setembro de 2014 e Janeiro de 2015, os parâmetros destacados encontraram-se dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela portaria 2914 do Ministério da Saúde de 2011 (CRL: 0,2- 2,00 mg/L), E. coli (ausência em 100 ml) e Coliformes totais (ausência em 100 ml), já no mês de Outubro de 2014, houve uma incompatibilidade no P01, referente a saída da ETA, onde foi apresentado um teor de CRL de 2,20 mg/L.

Através da tabela 1 foi gerado o gráfico das linhas de variações (gráfico 1). Neste, foi expresso o comportamento da variação do teor de CRL em cada ponto destacado da rede de abastecimento do Porto de Belém.

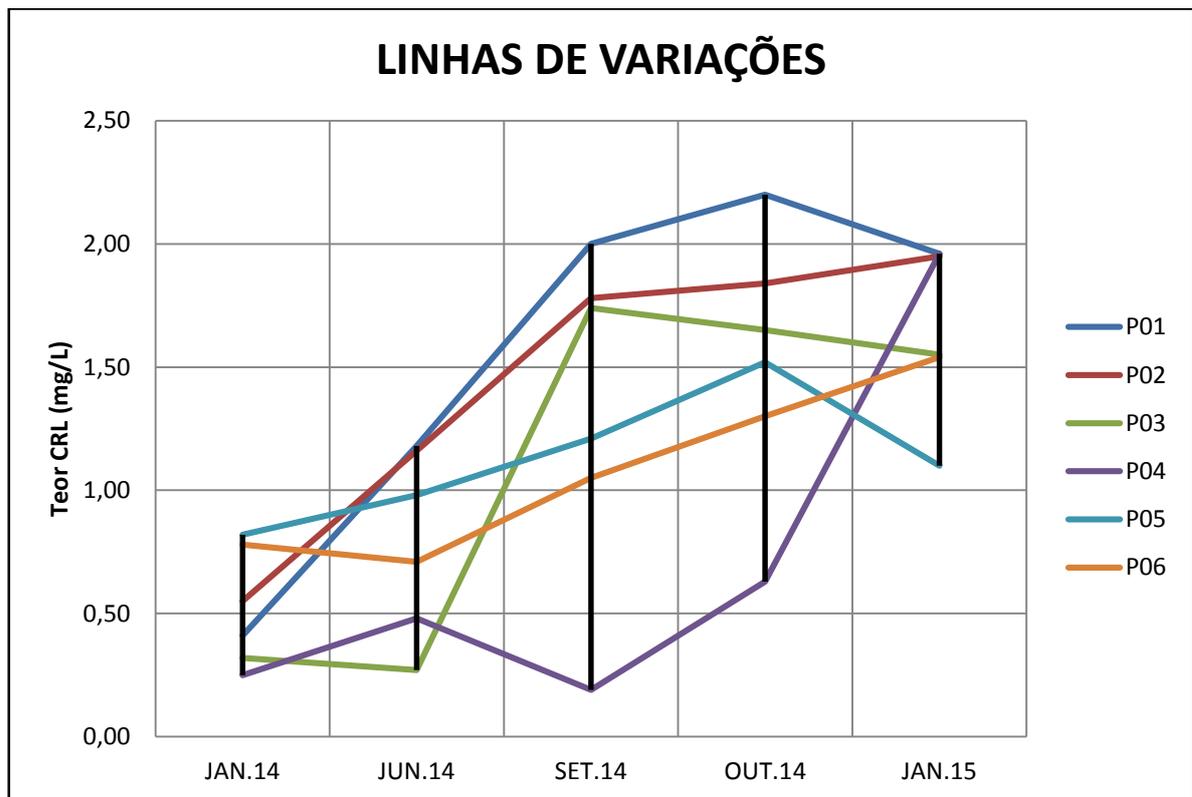


Gráfico 1 – Linhas de Variações de CRL na rede de abastecimento do Porto de Belém

Através do gráfico 1 pode-se observar que no mês de Setembro de 2014, houve a maior variação do teor de CRL na rede de abastecimento do Porto, do mesmo modo que em Janeiro de 2014 houve a menor variação. Também foi possível observar através do gráfico 1 que no P03 ocorreu a maior variação tratando-se isoladamente de um ponto na rede.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o objetivo geral da pesquisa foi atingido, além disso, foi possível observar que a variação do teor de cloro residual livre, mesmo que não tenha sido uniforme no período estudado, fato este devido vários intempéries físicos e químicos, como a temperatura, pressão, o potencial hidrogeniônico (pH), o oxigênio dissolvido, as condições das tubulações, entre outros, o hipoclorito realizou com eficácia o processo de desinfecção do volume captado, combatendo os principais agentes patogênicos.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, M.C.C; PORTO, E.R. (2001). Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina-Pe. In *Anais do 3º Simpósio de Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva no Semi-Árido*, Campina Grande, Paraíba. 2001.

AZEVEDO, C.V.J.C. (2014). Regulação e gestão de Resíduos Sólidos em Portos Marítimos: Análise e proposições para o Brasil. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro.

ARRUDA, E.S. (2003). Porto de Belém do Pará: origens, concessão e contemporaneidade. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional – IPPUR da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro.

MATSUCHITA, H.L.P; SCHUROFF, P.A; LIMA, N.R; BURGOS, T.N; LOPES, A.M; PELAYO, J.S. (2014). Qualidade bacteriológica da água de abastecimento público de Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) das cidades de Londrina, Cambé, Ibiporã e Rolândia, PR. *Rev. Ciênc. Méd. Biol.*, Salvador, v. 13, n. 1, p. 60-63, jan./abr.

MEYER, S.T. (1994). O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. *Cad. Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, Jan/Mar, 1994.

SILVA, J.V; CYPRIANI, L.P. (2006). A atividade portuária e as questões ambientais: abordagem jurídica. *Revista Eletrônica de Política e Direito*, Itajaí, v.1, n.1, 3º quadrimestre de 2006. Disponível em: [www.univale.br/direitoepolitica](http://www.univale.br/direitoepolitica).