



## I-694 - COMPOSTOS DE NITROGÊNIO EM MANANCIASIS E SUA INFLUÊNCIA NO TRATAMENTO DE ÁGUA. ESTUDO DE CASO: ETA BOTAFOGO

### **Marcele Fernanda Mendonça Presbitero<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. MBA em Tecnologia da Gestão da Construção de Edifícios pela Universidade de Pernambuco – UPE. Coordenadora da Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa.

### **Euris de Oliveira Santos<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco – UPE. Gerente de Produção da Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa.

### **Maria de Fátima Barbosa da Silva<sup>(3)</sup>**

Mestrado em Engenharia Química e Bacharel em Química pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Empregada da Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa.

### **Samuel Barbosa da Silva Júnior<sup>(4)</sup>**

Técnico em Química pelo SENAI. Graduando em Química Industrial pela Universidade de Pernambuco – UPE. Técnico em Química da Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa.

### **Tacitana Lima Cintra da Silva<sup>(5)</sup>**

Química Industrial pela Universidade Católica de Pernambuco. Especialista em Tecnologia Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco. Química Industrial da Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Major Davino, sn - Fundão - Recife - PE - CEP: 52130-080 - Brasil - Tel: (81) 3212-9380 - e-mail: [marcelepresbitero@compesa.com.br](mailto:marcelepresbitero@compesa.com.br).

## **RESUMO**

A ETA Botafogo, localizada em Igarassu, Pernambuco, trata 129.600m<sup>3</sup> de água por dia, abastecendo cerca de 750 mil pessoas. A estação utiliza água de sete mananciais, com o Rio Arataca contribuindo com 40% da vazão. Construída em 1999, a captação de água no Rio Arataca enfrentou desafios de poluição crescente, com compostos de nitrogênio como a amônia afetando a qualidade da água. Estudos revelaram que altos níveis de amônia reduzem o cloro residual livre, essencial para desinfecção, levando à necessidade de paralisar a captação no Arataca para normalizar os níveis de cloro. A presença de amônia, proveniente de poluição humana e industrial, exige monitoramento contínuo e gestão rigorosa para garantir a qualidade da água tratada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água. Contaminação de mananciais. Poluentes. Amônia. Desinfecção.

## **INTRODUÇÃO**

A ETA Botafogo é uma estação de tratamento de água responsável pela produção de 129.600m<sup>3</sup> de água por dia para abastecer cerca de 750mil pessoas nos municípios de Igarassu, Abreu e Lima, Paulista e Olinda no estado de Pernambuco. A ETA recebe a contribuição de sete mananciais diferentes, sendo eles os Rios Arataca, Cumbe, Tabatinga, Conga, Catucá, Utinga e Pitanga. Dentre esses mananciais, o Rio Arataca possui a maior contribuição de água para o sistema, sendo responsável por cerca de 40% da vazão de produção do Sistema Botafogo.

O Rio Arataca possui uma bacia hidrográfica de 63,6km<sup>2</sup> e é explorado a fio d'água na Estação Elevatória de Água Bruta de Arataca, cuja captação d'água é realizado no Rio Jardim, afluente do Rio Arataca.



Essa captação de água foi construída em 1999, dentro de um programa emergencial de obras para garantir o abastecimento d'água, frente à severa estiagem ocorrida na Região Metropolitana do Recife, nos anos de 1998 e 1999.

O Rio Arataca contribui com 40% da vazão de produção do Sistema Botafogo, assumindo importância estratégica na operação sustentável da Barragem de Catucá. Nos períodos de estiagem prolongada, Arataca, torna-se ainda mais estratégico, pois mesmo com a escassez de chuvas na região, o manancial não apresenta sinais significativos de redução de vazão, tendo capacidade para regularizar vazões superiores a 400l/s.

Um dos maiores desafios da gestão do Rio Arataca está relacionado a poluição do manancial. A qualidade da água bruta é afetada por poluentes provenientes de atividades humanas e industriais. Alterações nos parâmetros de qualidade da água desse rio estão sendo evidenciadas ao longo dos anos através das análises de monitoramento da água realizadas pela Compesa. Episódios de comprometimento da qualidade da água bruta que aconteciam de forma esporádica anteriormente, estão se tornando cada dia mais frequentes.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a presença de compostos de nitrogênio na água do Rio Arataca e avaliar sua influência no tratamento da água realizado na Estação de Tratamento de água Botafogo, em Igarassu/PE, em razão da suspeita da presença de altas concentrações de amônia na água bruta que abastece a ETA.

O nitrogênio pode ser encontrado na água sob diferentes formas, a de nitrito, nitrato, amônia, óxido nitroso e amoníaco. A amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Entretanto, a ocorrência de concentrações elevadas pode ser resultante de fontes de poluição.

A presença de compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação é um indicativo de contaminação de recursos hídricos. O excesso de nitrogenados nas águas superficiais é derivado, na sua maioria, de dejetos animal, efluentes domésticos, efluentes industriais e de fertilizantes agrícolas.

O trabalho foi executado em duas etapas. Na primeira, realizou-se em laboratório monitoramento, através de análises de bancada, para a detecção da presença de amônia na água bruta. Na segunda etapa, baseando-se nos resultados obtidos na primeira, foi observada a relação dos teores de amônia com a variação do residual de cloro livre da água tratada.

Com base nos estudos realizados, concluiu-se que teores mais altos de amônia na água bruta podem ocasionar redução do residual de cloro livre, interferindo diretamente no consumo de produtos químicos para o tratamento da água.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A ETA Botafogo é uma estação de tratamento de água do tipo convencional, localizada no município de Igarassu, na região metropolitana do Recife, em Pernambuco. A ETA teve sua operação iniciada em 1985, com capacidade para tratar cerca de 1.000l/s, posteriormente, passou por obras de ampliação, aumentando assim sua capacidade nominal para 2.200l/s. A unidade consiste na terceira maior ETA do estado de Pernambuco, sendo responsável pelo fornecimento de aproximadamente 17% do volume de água distribuído na Região Metropolitana do Recife (RMR), abastecendo cerca de 750.000 pessoas nos municípios de Igarassu, Abreu e Lima, Paulista e Olinda.

A concepção da ETA Botafogo é do tipo convencional, ou por ciclo completo, além de possuir um sistema de tratamento para os efluentes gerados. A estação utiliza no seu processo de tratamento o sulfato de alumínio como coagulante e o cloro liquefeito como desinfetante.



Em janeiro de 2022, a ETA Botafogo apresentou variações relevantes nos resultados de cloro residual livre da água tratada. Foram realizadas coletas da água bruta de cada manancial que abastece a estação individualmente e feitas análises físico químicas, de hidrobiologia e de DQO. Os parâmetros analisados apresentaram valores relativamente baixos, com exceção do ferro no manancial de Catucá. Os resultados das análises, a princípio, não indicaram alterações nas características dos mananciais, porém em razão da recorrência das quedas do cloro residual livre foi iniciado o monitoramento da concentração de amônia na água bruta.

Inúmeros fatores interferem na qualidade da água, o que exige a realização de estudos detalhados dos processos físicos, químicos e biológicos. Na ETA Botafogo, os episódios de variação do cloro residual livre estiveram sempre acompanhados do aumento do odor de cloro nos tanques de tratamento. Esse odor característico pode estar associado à presença de subprodutos de desinfecção, entre eles, as cloraminas.

A presença da amônia produz efeito significativo no processo de desinfecção da água pelo cloro, através da formação de cloraminas, que possuem baixo poder de desinfecção.

Com mais frequência no período da noite, algumas das análises de cloro residual livre (CRL) na água tratada da ETA Botafogo apresentaram valores abaixo da normalidade apesar do sistema de cloração estar operando com sua capacidade máxima, aplicando aproximadamente 16mg/l de cloro.

A manutenção do cloro residual livre na saída ETA é de fundamental importância para garantir que a água chegue às casas dos consumidores livres de microrganismos patogênicos e atendendo aos parâmetros estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde.

A partir dos primeiros indicativos da queda brusca do CRL, são direcionados esforços para a recuperação do residual, aumentando as dosagens de cloro para tratamento da água, porém não são observados efeitos satisfatórios, sendo necessária a paralisação da captação de água no Rio Arataca, em razão da suspeita de contaminação do manancial.

Para monitoramento do teor de amônia na água bruta foram realizadas análises em laboratório utilizado um kit colorimétrico, em que se usam reagentes que mudam de cor em presença de amônia. A intensidade da cor é comparada a uma tabela para determinar a concentração do composto.

Dos 7 mananciais que abastecem a ETA Botafogo apenas a água do Rio Arataca apresentou resultados positivos para a presença do composto.

## RESULTADOS OBTIDOS

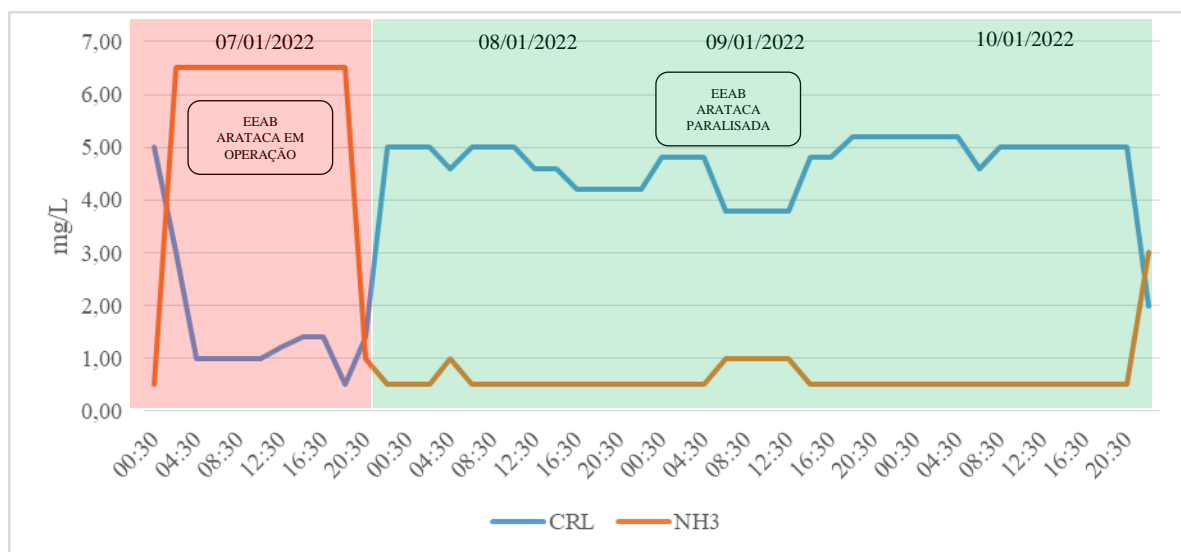
As ocorrências de queda brusca no cloro residual livre na água tratada estão sempre associadas à presença de altos teores de amônia na água bruta do Rio Arataca. A figura e tabela abaixo mostram os valores de cloro residual livre na água tratada e o residual de amônia na água bruta em alguns dias do mês de janeiro/2022.

**Tabela 3: Valores de CRL na água tratada e NH3 na água bruta da ETA Botafogo.**

07/01/2022												
DIA/HORA	0:30	2:30	4:30	6:30	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	20:30	22:30
CRL (mg/l)	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4	0,5	1,4	5,0
NH3 (mg/l)	0,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	1,0	0,5
08/01/2022												
DIA/HORA	0:30	2:30	4:30	6:30	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	20:30	22:30
CRL (mg/l)	5,0	5,0	4,6	5,0	5,0	5,0	4,6	4,6	4,2	4,2	4,2	4,2
NH3 (mg/l)	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5



09/01/2022												
DIA/HORA	0:30	2:30	4:30	6:30	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	20:30	22:30
CRL (mg/l)	4,8	4,8	4,8	3,8	3,8	3,8	3,8	4,8	4,8	5,2	5,2	5,2
NH3 (mg/l)	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10/01/2022												
DIA/HORA	0:30	2:30	4:30	6:30	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	20:30	22:30
CRL (mg/l)	5,2	5,2	5,2	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,0
NH3 (mg/l)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3,0



**Figura 1: Valores de CRL na água tratada e teores de NH3 na água bruta da ETA Botafogo.**

Os resultados das análises mostram teores de amônia em até 6,5ppm na água bruta. Observa-se que para valores de cloro residual livre em torno de 1,0ppm, os teores de amônia (NH3) estiveram em 6,5ppm. Enquanto que para valores normais de cloro livre (=5,0ppm), a concentração de amônia variou de 1,0 a 0,5ppm. A dosagem de cloro e a vazão de operação da ETA se mantiveram constantes no período, em 12mg/L.

Foi observado também que após a paralisação da EEAB Arataca, as 12h30minh do dia 07/01/2022, o residual de cloro livre voltou a normalizar após 10h de paralisação em virtude do tempo necessário para a renovação da água na adutora e na ETA. Durante o período em que Arataca se manteve parada (72h), não foram registrados episódios de oscilação do cloro residual.

## CONCLUSÕES

A ETA Botafogo desempenha um papel crucial no abastecimento de água para a região metropolitana do Recife, contando com a contribuição vital do Rio Arataca, responsável por 40% da vazão de produção do sistema. No entanto, a qualidade da água bruta proveniente desse rio tem sido comprometida pela presença de compostos de nitrogênio, particularmente a amônia, resultado de diversas fontes de poluição.

As análises realizadas evidenciaram que a concentração elevada de amônia no Rio Arataca interfere significativamente na eficiência do processo de desinfecção da água, devido à formação de cloraminas que possuem baixo poder desinfetante. Esse fator ocasionou variações preocupantes nos níveis de cloro residual livre, essencial para garantir a segurança microbiológica da água distribuída.



A paralisação temporária da captação no Rio Arataca demonstrou ser uma medida eficaz para normalizar os níveis de cloro residual, indicando a necessidade de estratégias de manejo e monitoramento rigorosos para garantir a qualidade da água tratada. É imperativo que sejam adotadas políticas de mitigação da poluição e investimentos em tecnologias de tratamento avançadas para enfrentar os desafios apresentados pela contaminação por nitrogênio.

A sustentabilidade da operação da ETA Botafogo e a segurança do abastecimento hídrico na região dependem de uma abordagem integrada que combine gestão ambiental, monitoramento contínuo e inovação tecnológica.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
2. DI BERNARDO, L. Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade. 1993/1995.