

## Verificação do teor de ferro nas águas distribuídas à população de Macapá pelo sistema de abastecimento público

Giovanni Paulo Ventura Costa <sup>1</sup>, Helison de Oliveira Carvalho <sup>2</sup>, Ana Paula Santos Rodrigues <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Administrador, Mestrando em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP. Brasil. E-mail: [giovanniaceventura@hotmail.com](mailto:giovanniaceventura@hotmail.com) \*Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Farmacêutico, Mestre em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP Brasil. E-mail: [helison\\_farma@hotmail.com](mailto:helison_farma@hotmail.com)

<sup>3</sup>Biomédica, Mestranda em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP Brasil. E-mail: [annapaula\\_ap@hotmail.com](mailto:annapaula_ap@hotmail.com)

**RESUMO.** A água é um elemento essencial à vida humana, o organismo sente sua necessidade de consumo para manter em homeostasia suas atividades biológicas. A água é um veículo biológico muito importante e que favorece a absorção, biotransformação e eliminação de várias substâncias no organismo. A contaminação por metais no processo de abastecimento de água pode acarretar doenças devido à utilização da água com limites superiores ao estabelecidos pela legislação, nesse aspecto é de extrema importância o monitoramento do processo de abastecimento de água para consumo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água captada e distribuída pelo sistema de abastecimento de água público da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA) a fim de verificar possíveis alterações das concentrações de Ferro. A quantificação dos teores de Ferro nas amostras foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica. Quanto à concentração de metais nas amostras, foi observado valores superiores ao que preconiza a Resolução 357/05 do CONAMA, variando entre  $0,910 \pm 0,62$  a  $0,329 \pm 0,16$  mg.L<sup>-1</sup>. O teor de Ferro nas amostras demonstraram que 100% dos pontos de coletas estavam com valores em desconformidade com os preconizados pela resolução CONAMA 357/2005, e segundo a legislação é permitido no máximo 0.3 mg.L<sup>-1</sup>. Em conclusão foi demonstrado que as concentrações de Ferro apresentavam-se em valores superiores ao que preconiza a Resolução 357/05 do CONAMA. Diante disso, esses resultados poderão servir de finalidade colaborativa às informações acerca da qualidade da água distribuída ao usuário na cidade de Macapá e que venha a favorecer um melhor tratamento da água de abastecimento.

**Palavras chave:** Água de abastecimento, teor de ferro, Macapá

## *Verification of iron content in the waters distributed to the Macapá population by the public supply system*

**ABSTRACT.** Water is an essential element to human life, the organism feels its need of consumption to maintain its biological activities in homeostasis. Water is a very important biological vehicle and it favors the absorption, biotransformation and elimination of various substances in the body. Contamination by metals in the water supply process can lead to illnesses due to the use of water with limits higher than those established by legislation, in this respect it is extremely important to monitor the water supply process for consumption. Therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of the water abstracted and distributed by the public water supply system of the Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA) in order to verify possible changes in the Iron concentrations. The quantification of iron contents in the samples was performed by atomic absorption spectrophotometry. Regarding the concentration of metals in the samples, values higher than those recommended in CONAMA Resolution 357/05, varying from  $0.910 \pm 0.62$  to  $0.329 \pm 0.16$  mg.L<sup>-1</sup> were observed. The iron content in the samples showed that 100% of the collection points had values that were not in conformity with those recommended by resolution CONAMA 357/2005, and according to the legislation a maximum of 0.3mg.L<sup>-1</sup>

was allowed. In conclusion, it was demonstrated that the concentrations of Ferro were in values higher than that recommended in Resolution 357/05 of CONAMA. Therefore, these results can serve as a collaborative purpose to the information about the quality of the water distributed to the user in the city of Macapá and that favors a better treatment of the water supply.

**Keywords:** Commercialization, fair dealers, fish

## Introdução

A água é um elemento essencial à vida humana, o organismo sente sua necessidade de consumo para manter em homeostasia suas atividades biológicas. A água é um veículo biológico muito importante e que favorece a absorção, biotransformação e eliminação de várias substâncias no organismo, além de servir para preservar a estabilidade da temperatura corporal. (TELLES; BEIRA-MAR, 2007).

A água disponibilizada para consumo à população nos locais de distribuição, envolvem distintos pontos de conexão no sistema de abastecimento, que vão desde a coleta da água no reservatório natural, passagem por pontos de tratamento e posterior dispensa para sistema de distribuição domiciliar. Nesse aspecto, o sistema público de abastecimento de água pode favorecer a falhas na série produtiva contribuindo para a presença de elementos em grande concentração e potencialmente tóxico, como por exemplo metais, e que podem ser responsáveis por efeitos adversos sobre o ambiente e a saúde pública. (SILVA et al., 2016).

A introdução de metais nos sistemas de abastecimentos ocorre naturalmente através de processos geoquímicos, no intemperismo e principalmente à atividade humana em regiões de rios onde há exposição à mineração e atividade industrial. Além desses, a má qualidade da água quanto ao teor de metais, pode ocorrer a partir da entrada desses minerais pelas fendas das conexões ou danificações dos sistemas de tubulações por pressão exercida pelo solo. A contaminação por metais no processo de abastecimento de água pode acarretar doenças devido a utilização da água com limites superiores ao estabelecidos pelas legislações, nesse aspecto é de extrema importância o monitoramento do processo de abastecimento de água para consumo (SILVA et al., 2014).

A Vigilância da Qualidade da Água (VIGIAGUA) enfatiza que a água para fins de abastecimento público está cada vez mais vulnerável aos poluentes ambientais, principalmente metais oriundos da contaminação do solo e afluentes e comprometem a qualidade da água, e que a falta de investimentos e tratamento adequado, produz condições ambientais inadequadas e propicia o surgimento de doenças decorrentes da presença de metais acima dos valores permitidos pelas agências regulatórias veiculados na água de abastecimento (SNIS, 2014).

O intenso progresso industrial acontecido nas últimas décadas vem sendo um dos principais elementos do comprometimento das águas em pontos de coletas naturais, isso por causa do descaso no tratamento dos resíduos industriais antes de despejá-los nos rios, além dos acidentes e descuidos que ocorrem propiciando a emissão dos poluentes nos recursos hídricos amapaenses (MAGOSSI; BONACELLA, 2008).

Diante de todo o contexto abordado, esta pesquisa tem por finalidade avaliar o concentração de Ferro em águas coletadas em pontos de captação e fornecidas pela companhia de água e esgoto do Amapá (CAESA) no município de Macapá. Este trabalho pode ajudar de maneira colaborativa às informações acerca da qualidade da água distribuída ao usuário na cidade de Macapá.

Avaliar a qualidade da água captada e distribuída pelo sistema de abastecimento de água público da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA) a fim de verificar possíveis elevações da concentração de ferro.

## Material e Métodos

### Área de estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida e realizada na cidade de Macapá, no Estado do Amapá, Brasil.

A cidade de Macapá fica localizada à margem esquerda do rio Amazonas entre as coordenadas 00° 02' 18.80" de latitude N e 51° 03' 60.05" de longitude O.

#### *Coleta das amostras de água*

As amostras de água foram coletadas em recipientes plásticos de 500 mL, devidamente etiquetados. Em seguida, as amostras foram armazenadas em caixa térmica com gelo durante o processo de coleta e transportadas para o laboratório, sendo armazenadas em geladeira, permanecendo sob resfriamento até o preparo para análises.

Os locais de coleta da água foram definidos em função da localização da água captada e dos principais reservatórios de água (caixa d'água) do sistema público de abastecimento da cidade de Macapá (CAESA). Sua localização contemplam os bairros abastecidos pelo sistema de abastecimento público da CAESA no Município de Macapá, os quais incluem o Cabralzinho, Brasil Novo, Infraero, Buritizal, Novo Buritizal, Jardim Marco Zero, Trem, Centro, Santa Rita.

#### *Análises de metais pesados nas amostras*

Para averiguar a presença de ferro, através do lançamento de efluentes que despejam suas águas no rio Amazonas e sobre o tratamento e posterior distribuição para os demais bairros. Foram realizadas análises de água no ponto de coleta de abastecimento do bairro do trem, (Antes do tratamento e após o tratamento), para posteriormente comparar os resultados com a legislação e com os demais bairros para onde a água é distribuída.

A amostragem, assim como as análises dos parâmetros foram realizadas 1 (uma) vez ao mês, a partir do mês de julho e se estenderam até o mês de Novembro. No total foram realizadas 5 (cinco) coletas de amostras mensalmente. Em cada ponto foi coletada amostras em triplicatas. Para cada amostra foi realizado análise do teor de Ferro (Fe). As coletas foram realizadas em horários e dias programados da semana.

A leitura das concentrações de Ferro nas amostras de água foram realizadas no Espectrofotômetro de Absorção Atômica com Chama (F-AAS), modelo AA-6300 (Imagem 1), do Laboratório de Absorção Atômica e

Bioprospecção (LAAB) da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

**Imagem 1.** Ilustração do Espectrofotômetro de Absorção Atômica com Chama (F-AAS), modelo AA-6300 do Laboratório LAAB.



*Espectrofotômetro de absorção atômica*

O Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA) é um dos equipamentos mais utilizados para análise de metais pesados em níveis de parte por milhão (ppm). Para o seu funcionamento utiliza-se das seguintes partes:

Uma fonte de energia radiante para gerar luz no comprimento de onda característico ao elemento a ser analisado. A lâmpada de cátodo oco é a mais usada frequentemente, por ser uma fonte de energia estreita e intensa (outras fontes são as lâmpadas de descarga eletrônica, EDLs, ou lâmpadas de cátodo oco estimuladas por descargas, chamadas de superlâmpadas);

Um atomizador para criar uma população de átomos metálicos do elemento de interesse no estado gasoso. A amostra é introduzida como um aerossol na chama ou no gerador de hidretos, que se encontram alinhados ao caminho óptico da luz radiante; Os frascos foram fechados e identificados. A identificação das amostras conteve as seguintes informações: tipo, data e horário da coleta, e nome do responsável pela coleta;

Após a campanha de coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor até a entrega no laboratório. Em seguida, as mesmas foram destinadas, ao Laboratório Absorção atômica-UNIFAP no município de Macapá – AP, para serem analisadas, no qual utilizou os métodos descritos na tabela a seguir para a realização das análises.

**Tabela 1.** Parâmetros e metodologias utilizadas para análise de Metais pesados nas amostras de água da CAESA.

Parâmetro determinados	Metodologias utilizadas nos ensaios laboratoriais	Limite de detecção (mg/L)
Ferro (Fe)	Standart methods 22st – método 4500 c e e [pnt018-ef]	0,3

#### Análise estatística

O tratamento estatístico objetivou a aplicação da estatística descritiva e analítica sobre os dados das variáveis analisadas e dos valores obtidos no período de estudo. Todos os valores quantitativos obtidos, foram explorados quanto a obtenção dos valores de média e desvio padrão.

A estatística inferencial foi utilizada com o propósito de se verificar as diferenças entre os valores obtidos. Valores com níveis de significância de  $P < 0.05$  foram considerados estatisticamente significativos. O teste T pareado foi aplicado para inferir a diferença entre as amostra de água tratada e não tratada. Posteriormente aplicou-se o teste de ANOVA uma via seguido do teste de Tukey para inferir diferença entre os períodos dos meses das coletas. O Programa estatístico utilizado foi o Prism (versão 7.0)

#### Resultados e Discussão

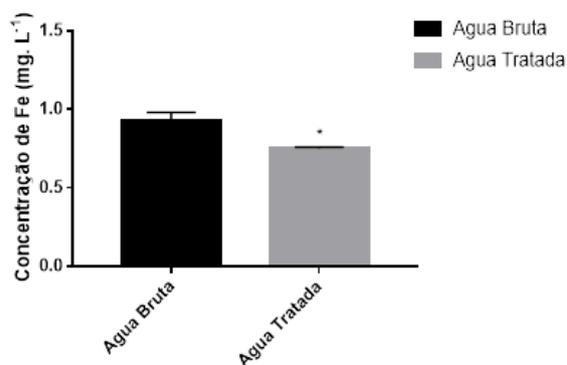
Segundo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da Portaria nº 357 de 2005, que estabelece os parâmetros da água para consumo humano, define os valores limites de concentração de Ferro. Além disso, a Portaria 518 de 2004, já vinha descrevendo que compostos metálicos inorgânicos podem interferir no processo de tratamento e podem causar riscos à saúde humano promovendo toxicidade. Destacando-se como metais perigosos, Chumbo, Cromo, Cobre, Mercúrio, Arsênio, Bário, Cádmiio entre outros.

Neste estudo, primariamente buscou-se avaliar a diferença entre as concentrações de Ferro na estação de abastecimento do bairro do Trem entre as amostras de águas brutas obtidas diretamente do Rio Amazonas e posteriormente a água obtida do final do processo de tratamento.

Quanto ao teor me metais nas amostras de água bruta e tratada, foi possível observar que as

concentrações de Ferro (Figura 1) apresentaram valores acima do limite de 0.3 mg.L<sup>-1</sup> permitidos pela legislação, tanto a água bruta com valor de  $0.93 \pm 0.05$  mg.L<sup>-1</sup> quanto a água tratada com valor de  $0.75 \pm 0.01$  mg.L<sup>-1</sup>. Observou-se que teve diferença estatística significativa ( $P < 0.05$ ) entre as duas amostras, demonstrando que o tratamento consegue reduzir o teor de Ferro quando a água bruta passa por tratamento. No entanto essa remoção de Ferro não é efetiva para deixar a concentração em níveis aceitáveis.

**Figura 1.** Apresenta os valores da concentração de Ferro (mg. L<sup>-1</sup>) mensurados nas amostras de águas coletadas no bairro do Trem, amostras de água bruta e tratadas.



\* Representa resultado significativo ( $P < 0.05$ ).

Com relação à coleta de água dos pontos de abastecimentos dos demais bairros (Figura 2), foi possível observar que 100% dos pontos de coletas apresentaram valores na concentração de Ferro acima dos limites preconizados pela resolução CONAMA 357/2005, segundo a legislação é permitido no máximo 0.3 mg.L<sup>-1</sup> para água de consumo, no entanto, as amostras dos diversos bairros, apresentaram média dos valores variando de  $0,910 \pm 0.62$  a  $0,329 \pm 0.16$  mg.L<sup>-1</sup>.

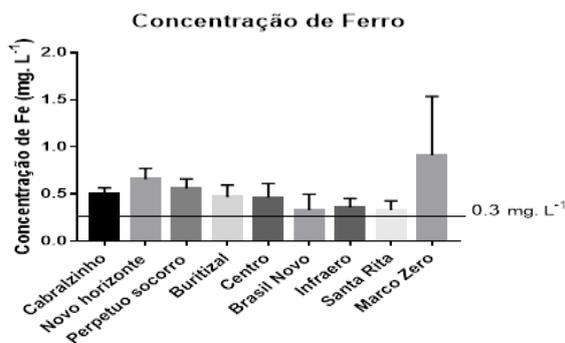
As análises da concentração de Ferro na água revelaram que não houve um período específico para as elevadas concentrações. Deste

modo, todos dos bairros mantiveram a concentração variando acima dos limites preconizados.

Diante dos resultados, é possível observar o panorama das condições das águas disponibilizadas para a população amapaense. Nesse contexto, foi demonstrado que as concentrações de Ferro, encontram-se em valores superiores ao que preconiza a Resolução 357/05 do CONAMA.

Concentrações elevadas de metais em água para consumo humano podem apresentar um sério risco para a saúde, pois sabe-se que muitos metais participam de diversas funções biológicas, pois existem determinadas quantidades que são essenciais para os sistemas biológicos e estas doses são tão pequenas que se designam por micronutrientes, como é o caso do zinco, do magnésio, do cobalto e do Ferro. Assim, concentrações destes minerais acima dos limites preconizados podem trazer riscos à saúde

**Figura 2.** Apresenta a média dos valores da concentração em  $\text{mg. L}^{-1}$  de Ferro mensurados nas amostras de águas coletadas nos bairros da cidade de Macapá. Entre os meses 7, 8, 9, 10 e 11 de 2017.



### Considerações Finais

Com base nos resultados, foi demonstrado que o tratamento da água para abastecimento público apresenta uma grande deficiência no processo de tratamento, pois foi observado que as águas encontravam-se fora dos limites da concentração de Ferro recomendados pela legislação. Diante desse Panorama, esses resultados poderão contribuir com finalidade informativa acerca da qualidade da água

distribuída ao usuário na cidade de Macapá e que venha a favorecer um melhor tratamento da água de abastecimento.

### Referências bibliográficas

- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2005.
- MAGOSSO, L. R.; BONACELLA, P. H. **Poluição das águas**. São Paulo: Moderna, 2008.
- TELLES, D. A, COSTA, R. H. P. G. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2007.
- SILVA, L.J.; de PINTO, F. R.; AMARAL, L. A.; GARCIA-CRUZ, C. H. Biosorption of cadmium (II) and lead (II) from aqueous solution using exopolysaccharide and biomass produced by *Colletotrichum* sp. **Desalination and Water Treatment**, v. 52, n. 40-42, p. 7878-7886. 2014.
- SILVA, L. J.; LOPES, L. G.; AMARAL, L. A. Qualidade da água de abastecimento público do município de Jaboticabal, SP. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 21, n. 3, p. 615-622. 2016.
- SNIS - **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento** [homepage na internet]. Brasília (DF): Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental; 2014. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 23 mar 2016.

Artigo **recebido** em 05 de maio de 2018.

**Avaliado** em 08 de maio de 2018.

**Aceito** em 20 de maio de 2018.

**Publicado** em 20 de junho de 2018.