

## IDENTIFICAÇÃO DE METAIS PESADOS E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

Antônio Henrique da Silva Oliveira<sup>1</sup>  
Ana Beatriz Silva de Araújo<sup>2</sup>  
Cláudia Rayssa Gomes Bolo<sup>3</sup>  
Edmilson Dantas da Silva Filho<sup>4</sup>  
Ana Maria Gonçalves Duarte<sup>5</sup>

### RESUMO

Entender o contexto de uma sociedade altamente industrializada como a nossa é extremamente necessário e mais ainda, entender o que ela causa, como poluição e contaminação por metais pesados nos solos e que por consequência contamina os lençóis freáticos que armazenam água que é consumida pela população e que pode causar diversas doenças. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar a identificação de metais pesados e a caracterização físico-química de águas superficiais coletadas em reservatórios urbanos do município de Campina Grande-PB. As amostras foram coletadas após tratamento da água pelo período de dois meses e foram analisadas em triplicatas pela técnica de espectrometria de absorção atômica por chama (AAS), seguindo metodologia recomendada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater para determinação dos metais Cd, Fe, Pb, Zn, Cu, Cr e Mn e para determinação dos parâmetros físico-químicos utilizou-se as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), de análise físico-química para alimentos, onde foram analisados o pH, temperatura, acidez carbônica, durezas totais, de cálcio e magnésio, alcalinidade, cloreto, condutividade elétrica, cinzas e sólidos dissolvidos totais. De acordo com os resultados obtidos para a água analisada verifica-se que a concentração de metais pesados apresentados é inferior ao limite de quantificação da técnica de ICP-OES utilizada, a saber: Cobre – 0,02 mg/L para um limite máximo 0,013 mg/L; Cromo – 0,02 mg/L para um limite máximo 0,05 mg/L; Ferro – 0,21 mg/L para um limite máximo 5,0 mg/L; Zinco – 0 mg/L para um limite máximo 5,0 mg/L; Manganês – 0,5 mg/L para um limite máximo 0,5 mg/L, atendendo a Resolução CONAMA n° 357/2005. Para a análise físico-química, observou-se que o teor de cloreto foi de 29,9 mg/L e a condutividade elétrica foi de 782,8  $\mu\text{S}$  a uma temperatura de 24,5°C, quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos, verificou-se um valor médio de 386,8 PPM atendendo aos parâmetros estabelecidos pelas normas vigentes, que estabelecem como valor máximo permitido 1000 PPM e dureza total de 415 mg/L, quanto ao pH, obteve-se valor de 7,5 o que satisfaz aos parâmetros normativos. Assim é possível concluir que os resultados obtidos para os metais pesados indicam valores inferior ao limite estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 atendendo aos valores máximos para os parâmetros inorgânicos analisados, para a caracterização físico-química, os resultados obtidos foram satisfatórios e atendem aos parâmetros normativos, apresentando resultados que corroboram estudos existentes na literatura que abordam análises realizados para reservatórios localizados em outros municípios paraibanos.

**Palavras-chave:** Contaminação; reservatórios; propriedades.

<sup>1</sup>Graduando em Medicina pela UNIFACISA, [ahantoniohenriqueoliveira@gmail.com](mailto:ahantoniohenriqueoliveira@gmail.com);

<sup>2</sup>Graduando em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, [ana.silva.araujo@aluno.uepb.edu.br](mailto:ana.silva.araujo@aluno.uepb.edu.br);

<sup>3</sup>Técnico em Química pelo Instituto Federal da Paraíba - IFPB, [camilabritobatista@gmail.com](mailto:camilabritobatista@gmail.com);

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia da Computação pelo Instituto Federal, IFPB-CG [claudiarayssa45@gmail.com](mailto:claudiarayssa45@gmail.com);

<sup>5</sup>Doutor em Engenharia Agrícola - Universidade Federal da Paraíba - UFCG, [edmilson.silva@ifpb.edu.br](mailto:edmilson.silva@ifpb.edu.br);

<sup>6</sup>Doutora em Ciências e Engenharia de Materiais - Universidade Federal da Paraíba - UFCG, [ana.duartemendoca@professor.ufcg.edu.br](mailto:ana.duartemendoca@professor.ufcg.edu.br);

## INTRODUÇÃO

O consumo de água é necessário para a sobrevivência humana e o desenvolvimento da sociedade, mas com a constante exploração de recursos naturais do meio ambiente, torna-se cada vez mais difícil obtê-la em quantidades ideais e dentro dos padrões de potabilidade previamente estabelecidos pelos órgãos de saúde pública (ABAS, 2020). Nesse sentido, se faz presente cada dia mais os poços tubulares, também conhecidos como poços artesianos, são aqueles onde a perfuração é feita por meio de máquinas perfuratrizes à percussão, rotativas e rotopneumáticas. Possui alguns centímetros de abertura (no máximo 50 cm), revestido com canos de ferro ou de plástico, tornando-se boa alternativa para suprir as demandas de água (Ministério do Meio Ambiente, 2007).

Apesar de ser uma boa alternativa para se conseguir água, os poços tubulares nem sempre possuem uma água de qualidade, às vezes salobra, fazendo com que o indivíduo, na maioria das vezes agricultores, residentes de áreas de baixos índices de chuvas, como o sertão nordestino, por exemplo, fiquem impossibilitados de utilizar essa água nas suas plantações, para consumo dos animais e até para o consumo humano, levando em conta os altos valores para investir em dessalinizadores e equipamentos que realizam o tratamento dessa água (SILVA, 2016).

Esse problema não se restringe somente ao homem do campo, os grandes centros urbanos tem investido cada vez mais nesses poços e, a falta de infraestrutura, aliada a um saneamento básico deficitário, poluição e descartes inadequados de resíduos tóxicos provenientes das indústrias tornam constante a presença de metais pesados nas águas que se originam nesses reservatórios, segundo dados do Instituto Trata Brasil, 52% dos municípios brasileiros são abastecidos total (36%) ou parcialmente (16%) por águas subterrâneas. A água subterrânea é, inclusive, a única opção de 48% das cidades com população menor que 10 mil habitantes (ITB,2019 ).

É recorrente que águas de poços tubulares apresentem metais pesados em sua composição, como o sódio e o potássio, que em pequenas quantidades não fazem mal para a saúde, ao contrário, são necessários para que as funções biológicas do organismo humano sejam adequadas. Já por outro lado, existem metais pesados altamente contaminantes e prejudiciais, não só a saúde humana, mas às águas, solos, rios e diversas plantações, são eles: cádmio, Cromo, Mercúrio e Chumbo, habitualmente encontrados em poços artesanais de grandes e pequenos centros urbanos. A grande maioria dos mais de 2,5 milhões de poços artesianos do Brasil é clandestina e, por conta disso, está sujeita a contaminações e problemas sanitários e

ambientais. É o que aponta um estudo do Instituto Trata Brasil em parceria com o Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas da Universidade de São Paulo (USP). Nesse contexto, se faz necessária a elaboração de métodos alternativos, eficazes e de baixo custo para o tratamento dessas águas, impactando de forma positiva a saúde e o desenvolvimento sustentável da sociedade, uma boa alternativa são os adsorventes de natureza argilosa (PINTO et al, 2010).

As argilas são materiais naturais de baixo custo e por isso estão sendo muito estudadas nos últimos anos como adsorventes alternativos ao carvão ativo na remoção de materiais indesejados em efluentes diversos. Estes minerais são filossilicatos hidratados que, devido ao fenômeno de substituição isomórfica na sua estrutura cristalina lamelar, por exemplo, de  $\text{Si}^{+4}$  por  $\text{Al}^{+3}$ , apresentam cátions trocáveis entre as lâminas e por isto possuem alta capacidade de troca catiônica (CTC) (NEUMANN *et al.*, 2000) tornando-se eficientes no processo de adsorção, que consiste na retenção de substâncias líquidas, gasosas ou dissolvidas em sua superfície (ATKINS, 2008).

#### Metais Pesados

Metais pesados é um termo coletivo aplicado a um grupo de metais com uma densidade atômica maior que 6 g/centímetro cúbico (ALLOWAY & AYRES, 1997).

Os metais pesados são absorvidos com elevada facilidade pelos organismos, se depositam nos sedimentos e persistem na natureza. Alguns metais como chumbo, mercúrio e cádmio contaminam os seres vivos em decorrência de seu poder bioacumulativo, por meio da poluição do solo, água e do ar promovendo a magnificação trófica, contaminando toda cadeia alimentar. (POLLASTRI, 2012)

A presença desses metais está associada, além dos centros urbanos, pelo acúmulo dos resíduos industriais, também, às áreas rurais, pelo fato de muitos agrotóxicos conterem metais pesados em sua composição química. (POLLASTRI, 2012).

O Cádmio (Cd) é um elemento químico pertencente ao grupo 12 da tabela periódica, possui número atômico 48, estado de oxidação principal (+2); seus pontos de fusão e de ebulição são  $321,07^{\circ}\text{C}$  e  $766,87^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, e densidade  $8,64\text{ g cm}^{-3}$ . O cádmio é o metal menos abundante na crosta terrestre e causa lesões no fígado, disfunções renais e ósseas.

Suas fontes geralmente são corrosão de tubulações galvanizadas, efluentes de refinaria de metais, indústria siderúrgica e de plásticos e descarte de pilhas, tintas e fertilizantes agrícolas (BRASIL, 2006). Tendo em vista a gama de fontes em que o cádmio pode ser obtido, se faz necessário estudos aprofundados sobre ele, assim como os impactos na saúde da sociedade,

principalmente na água, sejam elas subterrâneas ou não, que é considerada um fator importante para o desenvolvimento e sobrevivência da humanidade no geral.

O Cromo (Cr) é obtido do minério cromita ( $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ), pertence ao grupo 6 da tabela periódica, ou grupo dos metais de transição. Metal de cor cinza. É produzido em grande escala e empregado em ligas diversas dentro da ciência e engenharia de materiais, produção de cromatos, dicromatos, pigmentos, vernizes, curtume e galvanoplastia.

Por ser produzido em grande escala e seus resíduos não serem tratados como deveriam, há contaminação de diferentes lugares dentro da sociedade, ocasionando uma lacuna no desenvolvimento de uma indústria sustentável no país. A questão da contaminação por cromo não é um problema que se limita somente à indústria, mas é um problema ambiental sério e de escala global, que deve ser resolvido.

A absorção de cromo pelo organismo pode ter efeitos diversos, dependendo da natureza do composto, concentração e tempo de exposição. O cromo absorvido permanece por longo tempo retido entre as camadas da pele, a maior parte dele é eliminada através da urina, após as primeiras horas de exposição. Os compostos de cromo produzem efeitos cutâneos: Irritação nas mãos e dedos e podendo formar pequenas úlceras nasais. Podem causar também doenças pulmonares, renais e muitos outros. Contudo, seus efeitos danosos não se concentram somente nos seres humanos, mas sim a todo ecossistema, com a distribuição de partículas de cromo no ar ocorre a oxidação do enxofre formando um aerossol ácido causando a chuva ácida (Ministério da Saúde, 1999).

O Níquel (Ni) é considerado um metal de transição, fazendo parte do décimo grupo da tabela periódica. Possui um aspecto branco prateado. Resistente a altas temperaturas, é usado na engenharia de materiais para fabricação de ligas, aço inoxidável, revestimento de outros materiais, além de ser resistente a oxidação e a corrosão, ideal para a indústria.

O níquel só oferece prejuízos à saúde se ingerido em grandes quantidades, e é aí que está o maior problema, o Brasil possui uma das maiores reservas de níquel do planeta, dados do ministério de Minas e Energia, de 2009, mostraram que as reservas de níquel giram em torno de 10 milhões de toneladas e os estados de Goiás e Pará concentram em média 80% desse quantitativo.

Em pequenas quantidades, o Níquel está presente no ar, na água, nas plantas, nos alimentos, em utensílios de uso cotidiano, como moedas, baterias, bijuterias e acessórios, ou seja, pequenas quantidades a longo prazo causam danos terríveis à saúde humana, ele pode causar dermatite, estomatite e câncer no pulmão.

É importante pensar que se as indústrias que utilizam o níquel como matéria prima não tratem de forma adequada seus resíduos, eles podem contaminar o solo e com a ação das chuvas espalhar esse metal pesado para as nascentes, prejudicando também, as águas subterrâneas presentes nas localidades contaminadas, agravando ainda mais a questão da saúde pública brasileira.

Nesse sentido, o filósofo Schopenhauer defende que os limites do campo de visão de uma pessoa determinam seu entendimento a respeito do mundo. Isso justifica outra causa do problema: se as pessoas não têm acesso à informação séria sobre a importância e a necessidade de tratar adequadamente os resíduos provenientes da indústria do níquel, sua visão será limitada, o que dificulta a erradicação do problema.

Assim, este trabalho tem como objetivo identificar a presença de metais pesados por meio de testes específicos, em águas superficiais da cidade de Campina Grande.

## **METODOLOGIA**

As amostras de água utilizadas para as análises físico-químicas foram coletadas em garrafas de plásticos (PET) transparentes de 2L, as quais foram devidamente identificadas e conduzidas ao Laboratório de Química (LQ) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande.

### *Determinação de Metais Pesados*

As amostras foram analisadas em triplicatas pela técnica de espectrometria de absorção atômica por chama (AAS), seguindo metodologia recomendada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater para determinação dos metais Cd, Fe, Pb, Zn, Cu, Cr e Mn. Esta metodologia consiste na digestão de 50 ml da amostra em 5 ml de ácido nítrico concentrado em forno micro-ondas a uma temperatura de 160°C por 10 minutos, e após arrefecimento aquecido por mais 10 minutos a uma temperatura de 170°C para leitura

### *Determinação dos parâmetros Físico-químicos*

A determinação dos parâmetros físico-químicos da água foi realizada seguindo as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), de análise Físico-química para análise e alimentos, da versão 5ª do capítulo VIII - Águas.

Os resultados obtidos foram avaliados e confrontados com os valores estabelecidos pela portaria de consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). Os parâmetros analisados neste estudo foram os seguintes: pH, temperatura, acidez carbônica, durezas totais, de cálcio e magnésio, alcalinidade, cloreto, condutividade elétrica, cinzas e sólidos dissolvidos totais.

#### *Determinação do PH*

A determinação do PH, foi feita pelo método potenciométrico, com o pHmetro digital para soluções aquosas Tecnopon modelo MPA-210 (MS 26 Tecnopon Equip. Esp. Ltda.). O equipamento foi previamente calibrado com soluções – tampão de pH 7,0, pH 10 e de pH 4,0, com resultados expressos em escala logarítmica de pH, também utilizado para determinar a Temperatura expressa em (°C). *Determinação de Cloreto*

A determinação de cloreto foi feita pelo método de Möhr, em mg/L de Cl<sup>-</sup>. Após a adição, para cada 10 mL da amostra de água com 90 mL de água destilada, de 1 mL do indicador de cromato de potássio (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>), cuja cor é amarelo esverdeada, titulou-se inicialmente com a solução padrão de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) a 0,00141 N; em seguida, para tornar o precipitado colorido, repetiu-se o procedimento (a chamada prova em branco), dessa vez com 100 mL de água destilada, onde acrescentou-se o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) para a titulação com o AgNO<sub>3</sub>.

#### *Determinação da Dureza*

A dureza total e de cálcio foi determinada por meio de procedimento volumétrico, sendo expressas em termos de Carbonato de Cálcio (mg/L CaCO<sub>3</sub>)

#### *Determinação da Acidez*

Para determinação da acidez carbônica, expressa em termos de CaCO<sub>3</sub>, foram utilizados dois procedimentos de determinação: a titulometria e a fervura, ambos tomados 100 mL da amostra de água. Para o primeiro método, após o acréscimo de 3 gotas de fenolftaleína (permanecendo incolor), titulou-se com hidróxido de sódio (NaOH) 0,02N. No segundo método, submeteu-se a água ao aquecimento numa chapa aquecedora, para a liberação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Os parâmetros sólidos totais dissolvidos (ppm), cinzas (% Cz) e condutividade elétrica (µS/cm a 25°C), foram determinados através do condutivímetro digital da LUTRON modelo CD-4303. Os resultados encontrados foram comparados com os valores da Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017)

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os metais podem ser encontrados naturalmente na composição de algumas rochas na superfície terrestre. No ambiente aquático, eles podem ser incorporados por processos naturais como o intemperismo e atividades antropogênicas. Por não se degradarem quimicamente ou biologicamente, os metais são consideradas uma classe especial de poluente e de acordo com

sua concentração, no ambiente aquático e características físico-químicas da água, podem gerar graves alterações no ambiente (ALVES et al., 2010).

De acordo com o CONAMA (2012), em virtude do aumento da concentração destes no ambiente, a poluição por metais pesados vem ganhando destaque nas últimas décadas por causar uma série de danos a fauna e flora aquática.

A caracterização química da água com relação a concentração das substâncias poluentes em estudo (metais pesados) contidas na fração total da amostra, foi feita e comparada com a Resolução CONAMA 454/2012. Esta resolução dispõe de valores orientadores de qualidade quanto à presença de substâncias químicas oriundas de atividades antropogênicas.

Os padrões de qualidade para metais pesados em água são definidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 onde estabelece os valores máximos para os parâmetros inorgânicos analisados, os quais possuem os seguintes limites máximos permitidos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Valores limites permitidos de metais em água (mg.L<sup>-1</sup>)

| Al  | Cu    | Fe  | Mn  | Zn  | Ni    | Cd   | Cr   | As    | Mg    |
|-----|-------|-----|-----|-----|-------|------|------|-------|-------|
| 0,2 | 0,013 | 5,0 | 0,5 | 5,0 | 0,025 | 0,01 | 0,05 | 0,033 | 0,002 |

Com base nessas informações, neste estudo foram analisados a presença de metais pesados em águas superficiais coletas em um lago do município de Campina Grande. A Tabela 2 ilustra os resultados obtidos para a determinação dos metais pesados presentes na água analisada.

**Tabela 2:** Determinação de metais pesados em águas superficiais

| Parâmetro | Unidade | Lago A | VMP*  |
|-----------|---------|--------|-------|
| Cobre     | mg/L    | 0,02   | 0,013 |
| Crômio    | mg/L    | 0      | 0,05  |
| Ferro     | mg/L    | 0,21   | 5     |
| Zinco     | mg/L    | 0      | 5     |
| Manganês  | mg/L    | 0,5    | 0,5   |

Nota: VMP (Valor Máximo Permitido pela resolução 357 do CONAMA); CL(Cloro Livre); CT (Cloro Total) e CC (Cloro Combinado)

De acordo com os resultados obtidos para a água analisada, verifica-se que a concentração de metais pesados apresentados é inferior ao limite de quantificação da técnica de ICP-OES utilizada, a saber: Cobre – 0,02 mg/L para um limite máximo 0,013 mg/L ; Cromo – 0,02 mg/L para um limite máximo 0,05 mg/L ; Ferro – 0,21 mg/L para um limite máximo 5,0 mg/L; Zinco – 0 mg/L para um limite máximo 5,0 mg/L; Manganês – 0,5 mg/L para um limite

máximo 0,5 mg/L. A ausência de alguns metais se dá devido a coleta da água ter sido realizada em um período de seca e desse modo a ausência de chuva impede o carreamento de partículas do solo contendo espécies metálicas diretamente no corpo hídrico.

Os metais podem ser encontrados naturalmente na composição de algumas rochas na superfície terrestre, no entanto em ambiente aquático, os podem ser incorporados por processos naturais como o intemperismo e atividades antropogênicas, podendo interagir com o sedimento por meio de interações físicas e químicas e se fixarem definitivamente ou parcialmente no sedimento (ARIAS, 2007). Esses sedimentos compõem uma fase mineralógica com partículas de tamanhos, formas e composição química distintas e ao longo dos anos vão se acumulando nos fundos dos lagos, rios e oceanos. Por serem importantes depositários de substâncias, inclusive metais pesados, os sedimentos refletem as variações históricas da intensidade de poluição produzida.

A Tabela 3 ilustra os resultados obtidos para a caracterização físico-química da água analisada.



De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que o teor de cloreto foi em média de 29,9 mg/L, atendendo aos padrões estabelecidos pela portaria de consolidação N° 05/2017, que estabelece um teor de 250 mg/L de Cl<sup>-</sup> como valor máximo permitido para água potável.

Silva e colaboradores (2018), ao analisarem os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança-PB obtiveram o valor médio de cloreto de 119,63 mg/L.

A condutividade elétrica obtida nesta análise foi de 782,8 µS a uma temperatura de 24,5°C. Conforme estudos realizados por Filho et al., (2020) a condutividade elétrica de 261,37 µS foi obtida para a análise da água do açude Epitácio Pessoa. Conforme Brasil (2014), a condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions.

Quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos, verificou-se um valor médio de 386,8 PPM, atendendo aos parâmetros estabelecidos pelas normas vigentes, que estabelecem como valor máximo permitido 1000 PPM. Os sólidos totais dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10-3 µm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos (limite 1000 mg/L), se reflete na influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL, 2014).

Para as cinzas totais os resultados obtidos indicam um valor de 0,4266cz. Silva e colaboradores (2017), estudaram os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB e observaram os resultados para o teor de cinzas que variou de 0,5816 a 0,8587 cz, para a porcentagem de cinzas a 5g, e variou de 0,1936 a 0,2934 cz para porcentagem de cinzas a 18 g.

A dureza total obtida para a análise da água em estudo foi de 415 mg/L. A dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e pode ser classificada em mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO<sub>3</sub>; moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO<sub>3</sub>; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO<sub>3</sub>; e muito dura: >300 mg/L de CaCO<sub>3</sub> (BRASIL, 2014).

Com base na classificação mencionada, a amostra de água analisada apresentou dureza classificada como “ muito dura” (415 mg/L de CaCO<sub>3</sub>), estando em conformidade com a portaria de n° 05/2017 que estipula um valor máximo permitido de 500 mg/L. No parâmetro dureza de cálcio e magnésio a água apresentou valores médios de 122 e 293 mg/L, respectivamente.

Conforme estudos realizados por Filho et al. (2020), a cerca da qualidade da água do Açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, PB verificou-se valores de dureza total de 204 mg/L, enquanto que Farias e colaboradores (2016) ao avaliarem a água de poços tubulares para consumo humano no município de Boa Vista-PB, obtiveram uma dureza total que variou de 237,5 a 3850,0mgL-1.

Quanto ao pH, da água analisada obteve-se em valor de 7,5 o que satisfaz aos parâmetros normativos. O potencial hidrogeniônico (pH) consiste na concentração dos íons H<sup>+</sup> nas águas e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pode-se considerar:

- A água analisada apresentou os metais pesados: Cobre, Cromo, Ferro, Zinco e Manganês;
- Para os parâmetros físico-químicos foram obtidos resultados satisfatórios;
- Comparando os parâmetros analisados para metais pesados todos apresentam valores inferior ao limite de quantificação da técnica de ICP-OES utilizada e para a caracterização físico-químicas os resultados obtidos satisfazem aos parâmetros normativos.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. R. M. P; NOVAES, A. C; GUARINO, A. W. S. **Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos**. Disponível em: Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos Acesso em: 20 de Dezembro de 2020.
- ALLOWAY, B.J; AYRES, D.C. **Princípios químicos de poluição ambiental**. segunda edição. Editora: blackie acadêmico e profissional, kindon unido,1997
- ALVES, R.I. S.; TONANI, K. A. A.; NIKAIDO, M.; CARDOSO, O.O.; TREVILATO, T. M. B; SEGURA-MUÑOZ, S. I. **Avaliação das concentrações de metais pesados em águas superficiais e sedimentos do Córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP, Brasil**. *Ambi-água*, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 122-132, 2010.
- AMBIENTE, M. D. M. **Águas Subterrâneas: Um Recurso a ser Conhecido e Protegido**. 1. ed. Brasília : Agência Crio, 2007. p. 10-26.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Cadernos técnicos- Águas Subterrâneas: Fontes Legais e Seguras de Abastecimento**. Disponível em:

<https://www.abas.org/cadernos-tecnicos/caderno-tecnico-5-outubro-2012/>. Acesso em: 14 nov. 2020.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Atkins, física-química**. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1. ISBN 978-85- 216-1600-9

BRASIL, Fundação Nacional da Saúde. **Manual de saneamento .3. ed. rev.** Brasília.2006

BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.

CIOLA.R, **Fundamentos da catálise**, 1ª edição, Editora Moderna, Editora da Universidade de São Paulo, SP, 1981.

CONBOY, M. J .; GOSS, M. J. **Proteção natural de águas subterrâneas contra bactérias de origem fecal**. Journal of Contaminant Hydrology. Amsterdam, v. 43, n. 1, pág. 1-24, 2000.

DOREA, J. G. et al.**Mercúrio nos cabelos e nos peixes consumidos pelas ribeirinhas do Rio Negro**, Amazonia, Brasil. *International Journal of Environmental Health Research*, v.13, p.239-48, 2003

*FEMS Microbiology Review*, v.27, p.355-84, 2003.

FILHO, E. D. S.; SILVA, A. B.; SANTOS, J. S. I.; SILVA, M. V. A.; PEREIRA, M. N.; GONZAGA, F. A. S.; SILVEIRA, P. L. N. Verificação da qualidade da água do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, PB, Brasil, *Revista Interfaces Científicas*, vol. 8, n. 2, 2020

FOUST.S.A; WENZEL.A; CLUMP.W.C; MAUS.L; ANDERSEM.B.L, **Princípios das Operações Unitárias**, 2ª Edição, LTC - Livros Técnicos e Científicos, Editora AS, RJ, 1982.

GIMENES, O.; TADEU, H. *Contaminação de efluentes líquidos por metais pesados: caracterização dos metais, identificação de áreas afetadas e métodos de remoção*, Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz, 2012.

INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS. **Metais pesados- um perigo eminente**. Disponível em: <http://www.icz.org.br/index.php>. Acesso em: 14 nov. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **O cenário do uso das Águas Subterrâneas no Brasil**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2019/05/30/o-cenario-do-uso-das-aguas-subterraneas-no-brasil/>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portarias normativas que tratam de potabilidade de água para consumo humano..** Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 1 dez. 2020.

- NEUMANN, M. G.; GESSNER, F.; CIONE, A. P. P.; SARTORI, R. A., CAVALHEIRO, C. C. S. **Interações entre corantes e argilas em suspensão aquosa.** Química Nova. V. 23, n.6, p. 818-824, São Paulo, 2000
- PAOLIELLO, M. M. B. CHASIN, A. A. M. **Ecotoxicologia do chumbo e seus compostos.** Salvador: CRA, 2001. 144p. (Cadernos de referência ambiental, v. 3).
- PINTO, F. R.; BARBOSA, M. M.C.; NUNES, A. P.; LOPES, L. G.; AMARAL, L. A.; TORRES, H. L. H. Presença de metais em água de fontes de abastecimento durante época de chuvas, São Paulo, 2010. Disponível em : <https://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-4856.pdf>.
- RAPOSO JR, J. L. ; SOUZA, J. L. C. ; RE-POPPI, N. **Avaliação de íons metálicos e níveis de nitrato no solo Água de Poços Privados em Culturama (Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil)** por Flame AAS. Atômico Espectroscopia. Norwalk, v. 29, p. 137-144, 2008.
- RESOLUÇÃO CONAMA N o 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Disponível em Acessado: 20/03/2021
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 454, DE 1° DE NOVEMBRO DE 2012. Disponível em: Acessado: 20/03/2021.
- RUTHVEN.M.D, **Enciclopédia de Tecnologia de Separação**, Volume 1, pág 94-126, 1997.
- SANTOS, A.C. **Noções de hidroquímica.** In: FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. CPRM:Fortaleza, 2000. p.81-102.
- SILVA, A. B. et al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. **Rev. Água Subt.**, v. 31, n. 2, p. 109-118,2017
- SILVA, A. B. et al. Análise físico-química da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB. **Biota Amaz.**, v. 8, n. 3, p. 49-52, 2018.
- SILVA, F.J.O.D. **Avaliação da qualidade das águas de poços distribuídas para uma população de uma cidade do interior da Paraíba.** SANTIAGO,D.Â.M. 2016. 42 f. TCC (Graduação)- Curso de Química Industrial, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.2016.