

# ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS BEBEDOUROS E DA CAIXA D'ÁGUA DO IFRN CÂMPUS PAU DOS FERROS-RN

*PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF DRINKING FOUNTAINS AND WATER TANK AT IFRN  
CÂMPUS PAU DOS FERROS-RN*

**Lucas Ferreira Gomes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, RN, Brasil

**Rodi Narciso**

Must University, Estados Unidos

---

DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/missioneira.v25i1.1463>

---

**Resumo:** A água é essencial à existência de todos os seres vivos, ela se caracteriza como substância fundamental na manutenção e preservação da vida. Este estudo tem por finalidade falar dos parâmetros físico-químicos através de análises a serem comparadas com a legislação vigente do MS. O presente estudo tem por objetivo analisar a condição da qualidade da água dos bebedouros e da caixa d'água do IFRN, câmpus Pau dos Ferros - RN, por meio de verificação de alguns parâmetros físico-químicos. O estudo justifica-se em compreender a análise físico-química dos bebedouros e da caixa d'água e comparados com o da Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. O estudo tem como metodologia um estudo de caso e revisão bibliográfica. O estudo aponta toda a preparação e determinação dos níveis de alcalinidade total, cor, gás carbônico livre, turbidez, pH, dureza total e cloreto da água dos bebedouros e da caixa d'água do IFRN.

**Palavras-chave:** Água. Análise físico-química. Monitoramento

**Abstract:** Water is essential for the existence of all living beings, it is characterized as a fundamental substance in the maintenance and preservation of life. This study aims to discuss the physical-chemical parameters through analyzes to be compared with the current MS legislation. The present study aims to analyze the water quality condition of the drinking fountains and water tank at IFRN, Pau dos Ferros - RN campus, by checking some physical-chemical parameters. The study is justified by understanding the physical-chemical analysis of the drinking fountains and the water tank and compared with that of Ordinance No. 888/2021 of the Ministry of Health. The study's methodology is a case study and bibliographic review. The study highlights the entire preparation and determination of the levels of total alkalinity, color, free carbon dioxide, turbidity, pH, total hardness and chloride of the water in the drinking fountains and the IFRN water tank.

**Keywords:** Water. Chemical physical analysis. Monitoring



A Revista Missioneira está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

## 1 introdução

A qualidade da água é de suma importância para o bem-estar humano e para o meio ambiente. A água é um recurso natural essencial para a vida, mas sua qualidade pode ser afetada por diversos fatores, incluindo poluição, mudanças climáticas e atividades humanas. Para garantir a qualidade da água é necessária a implementação de medidas de prevenção e controle da poluição.

A análise físico-química é de bastante relevância para quantificar e identificar elementos iônicos presentes na água e conseqüentemente a sua alteração no meio ambiente e para quem a consome. Os teores identificados nas amostras analisadas são comparados a padrões conhecidos, que são característicos em portarias e legislações, que dão suporte para as análises laboratoriais (PARRON, 2011).

A qualidade de uma água é determinada por sua composição química, física e bacteriológica. Para consumo humano tem-se a necessidade de uma água pura e saudável, isto é, livre de matéria suspensa visível, cor, gosto, odor, organismos capazes de provocar enfermidades e de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991, P. 25).

A questão das relações entre água e saúde precisa focalizar certas condições básicas como o suprimento de água na quantidade e qualidade adequadas; a conservação da água, mediante a promoção de políticas orientadas para reduzir, reutilizar e reciclar; a determinação do uso de mais altas prioridades, para dar força ao conceito do direito de uma água pura; a promoção da participação do público; a garantia da equidade no acesso à água e ao saneamento; a priorização da saúde e do bem-estar, estabelecendo-se indicadores de eficiência para avaliar os projetos de suprimento de água; e a busca de abordagens alternativas para o tratamento da água que possam ser custeadas pelos os países em desenvolvimento e que reflitam as práticas culturais (SELBORNE, 2001).

Este estudo tem como objetivo de estudo a análise da condição da qualidade da água dos bebedouros e da caixa d'água do IFRN, câmpus Pau dos Ferros - RN, por meio de verificação de alguns parâmetros físico-químicos. A qualidade da água é um parâmetro fundamental para garantir a saúde humana e a sustentabilidade dos ecossistemas. A verificação de parâmetros físico-químicos que é uma ferramenta essencial para avaliar e monitorar a qualidade da água, permitindo identificar possíveis contaminações e garantir que a água esteja dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano.

As análises laboratoriais para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano podem ser realizadas em laboratório próprio, conveniado ou subcontratado, desde que se comprove a existência de sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados (BRASIL, 2017). De acordo com Bortoli et al. (2017), alguns parâmetros físico-químicos são considerados essenciais para a avaliação de águas afim de que se possa ter uma água de qualidade, tais como: alcalinidade total, cor, gás carbônico livre, turbidez, pH, dureza total e cloreto.

O estudo justifica-se em compreender as análises físico-química dos bebedouros e da caixa d'água do IFRN, câmpus Pau dos Ferros - RN, a monitorização e gestão da qualidade da água são essenciais para proteger a saúde humana e o meio ambiente. Isso envolve a coleta regular de amostras de água para teste, a implementação de práticas da gestão da água e a aplicação

de normas e regulamentações. O estudo tem como metodologia um estudo de caso e revisão bibliográfica.

O presente trabalho provoca, inicialmente, uma reflexão sobre a análise físico-química da água e sua qualidade. Em um segundo momento, busca-se a compreender a distribuição e qualidade de água na terra, a água e as doenças e a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde e seus parâmetros físico-químicos. Logo após falar sobre a água na escola e sobre a sua importância da qualidade da água. Por fim, sua metodologia para a determinação dos parâmetros físico-químicos escolhidos para as análises da água.

## **2 Distribuição e qualidade de água na terra**

A água doce corresponde a 3% de toda água do planeta e, em seu estado natural, representa um dos componentes mais puros, porém esta característica vem é um importante veículo de transmissão de inúmeras doenças (REIS; HOFFMANN, 2006). A crise da água deve situar-se em uma perspectiva maior de solução e de resolução de conflitos, como estabelecido pela Comissão sobre o Desenvolvimento Sustentável, em 2002 (Unesco, 2003).

A água no estado líquido está presente nos rios, nos lagos e nas represas, infiltrada nos espaços entre as partículas do solo e entre as rochas do subsolo, nos chamados lençóis subterrâneos ou lençóis freáticos, nas nuvens e no corpo dos seres vivos. Nesses casos ela apresenta uma concentração de sais bem inferior à da água do mar.

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva; no homem, mais de 60 % do seu peso é constituído por água, e em certos animais aquáticos esta porcentagem sobe a 98%. A água é fundamental para a manutenção da vida; razão pela qual é importante saber como ela se distribui no nosso planeta, e como ela circula de um meio para o outro. (VON SPERLING, 2005, p. 17).

De acordo com relatório anual das Nações Unidas (ONU), no mundo existe cerca de 1,1 bilhão de pessoas praticamente sem acesso à água doce, e três principais problemas agravam o quadro de disponibilidade de água doce no mundo: a degradação dos mananciais; o aumento exponencial e desordenado da demanda; e o descompasso entre a distribuição das disponibilidades hídricas e a localização das demandas, pois as águas estão distribuídas de forma heterogênea, tanto no tempo como no espaço geográfico (AYIBOTELE, 1992).

Portanto, o Valor Máximo Permitido (VMP), estabelecido nos anexos VII e VIII da Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, devem ser atendidos no caso de soluções alternativas coletivas. Segundo o Capítulo V do Padrão de Potabilidade do Artigo 37º “a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representem risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos 7 e 8 e demais disposições deste Anexo” (BRASIL, 2017).

## **3 A águas e as doenças**

A água é um importante meio veiculador de doenças causadas por organismos patogênicos. A possibilidade de contrair doenças pela água foi há muito tempo citada pelo homem. Existem registros sobre medidas visando a melhoria da qualidade da água a 2000 a.C., no entanto, somente no século XIX a água foi reconhecida como meio de transmissão de doenças, sendo ainda constatado que seria possível reduzir esse risco através do tratamento da água (ROSSIN,

1987).

A água pode abrigar diversos microrganismos que transmitem doenças ao homem, entre eles, protozoários, bactérias e vírus. Outras doenças são causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água ou por animais vetores com ciclo de vida na água. O alto número de casos de doenças relacionadas à água não se restringe a áreas desfavorecidas pela falta de abastecimento ou saneamento básico. A falta de conhecimentos ou a forma como a informação chega à população é um dos fatores relacionados à persistência de doenças infecciosas no Brasil (FERREIRA; MEIRELLES, 2005).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada. Essas infecções representam causa elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos. (ORGANIZACION PANAMERICA DE LA SALUD, 2000, p. 298).

A água poluída ou contaminada é um problema relevante em vários países e podem transmitir doenças à população, comprometendo a saúde e o bem-estar físico. Grande parte das doenças que se alastram pelos países em desenvolvimento são provenientes da água de qualidade insatisfatória. As doenças podem ser de transmissão hídrica ou de origem hídrica. E são causadas por agentes químicos ou biológicos (RIBEIRO et al, 2004).

A quantidade e a qualidade da água são fatores importantes para o estabelecimento dos benefícios à saúde relacionados à redução da incidência e prevalência de diversas doenças. Deste modo, preocupados com a crescente preocupação com o tratamento, controle e vigilância da qualidade da água e de avaliação de risco à saúde, órgãos governamentais estão procurando soluções para combater a poluição dos mananciais, em 4 de Maio de 2021, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 888, que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021).

No Brasil é notória a grande quantidade de pessoas que vivem em situação precária de saneamento básico e que consomem ou tem contato com água contaminada ou poluída no seu cotidiano. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram 14 que em 2008, cerca de 18% da população brasileira estava exposta ao risco de contrair doenças em decorrência da inexistência de rede de esgoto e 6,6% da população não tinha acesso à água tratada. Isto ocorre devido à diversidade de infraestrutura nos municípios brasileiros, portanto, é fundamental que se faça um tratamento nos esgotos domésticos e industriais para que haja a conservação dos recursos hídricos em padrões de qualidade para não transmitir doenças, o que constitui um sério risco a Saúde Pública (IBGE, 2008).

#### **4 Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde**

Para a água ser considerada de qualidade e potável, ela tem que obedecer a alguns parâmetros regidos pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Para ser considerada potável, a água é destinada ao abastecimento da população humana deve atender as características de qualidade que estejam de acordo com os valores permissíveis dos parâmetros químicos, físicos, organolépticas e microbiológicos. No Brasil, estes parâmetros estão regulamentados pela Portaria do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021).

Segundo Drewes e Fox (2000), a qualidade da água depende de todas as fases de tratamento, distribuição e armazenamento do produto. Assim, para que um programa de qualidade cumpra com sucesso suas funções é necessário que não só a tecnologia disponível para o tratamento e distribuição seja adequada, mas também que o sistema de armazenamento seja eficiente. A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2021).

Mesmo a água sendo tratada corretamente, seguindo todos os padrões exigidos por lei nas estações de tratamento de água (ETA), a qualidade que é consumida nas saídas dos pontos de utilização das residências pode não ser a mesma que chega nos reservatórios domiciliares. Isso acontece devido a fatores do próprio reservatório do consumidor, tais como falta de manutenção, localização, ausência de cuidados com manuseio e higiene assim como o tipo de material empregado no reservatório, o que implica na mudança das propriedades da água. (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

O conjunto dos parâmetros é estabelecido por normas e legislações sanitárias, que, por sua vez, definem um valor ou concentração a partir do qual seu consumo pode induzir danos à saúde. Deste modo, a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providência.

#### *4.1 Alcalinidade total*

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes. A medida da alcalinidade é fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com sulfato de alumínio nos processos de tratamento (BAIRD; EATON; RICE, 2017).

A alcalinidade refere-se à quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. Sua utilização mais frequente é caracterizar águas de abastecimento brutas e tratadas, águas residuárias brutas, controle da operação de estações de tratamento de água. Quanto à origem natural pela dissolução de rochas, reação de  $\text{CO}_2$  com água. De origem antropológica refere-se aos despejos indústrias (VON SPERLING, 2005).

Além disso, na maioria das águas naturais de superfícies, a alcalinidade é devida à presença de bicarbonatos com o cálcio e magnésio. As águas naturais de superfícies em nosso país apresentam alcalinidade inferior a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , sendo que valores superiores estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica, à atividade respiratória de microrganismos com liberação de gás carbônico na água e lançamento de efluentes industriais (LIBÂNIO, 2010).

#### 4.2 Cor

A cor é responsável pela coloração da água e está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

A cor da água pode ser natural ou resultado de uma fonte de contaminação, por exemplo, por corantes industriais e esgotos domésticos se a cor for natural chama-se de aparente ou verdadeira. A cor aparente é resultado de substâncias em suspensão ou em estado coloidal (quando há presença de bactérias e vírus, por exemplo), enquanto a cor verdadeira é consequência de outros fatores: decomposição da matéria orgânica, ácidos húmicos, presença de íons de ferro. Além disso, a cor da água está relacionada ao potencial hidrogeniônico (pH), se intensificado conforme este aumenta (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009).

Quando a água, além da cor, apresenta uma turbidez adicional que pode ser removida por centrifugação, diz-se que a cor é aparente. Removida a turbidez, o residual que se mede é a cor verdadeira, devido a partículas coloidais carregadas negativamente. Em alguns casos de cor extremamente elevada, a remoção pode ser auxiliada ou realizada integralmente através do processo de oxidação química, utilizando-se permanganato de potássio, cloro, ozônio, ou qualquer outro oxidante poderoso (RICHTTER E AZEVEDO NETO, 2002).

A cor é medida em uH, unidade de escala de Hanzen - platina/cobalto e a cor aparente em NTU - unidade nefelômetrica de turbidez (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

#### 4.3 Gás carbônico livre

Gás carbônico é um dos mais importantes ácidos fracos presentes na água, e pode ter origem atmosférica ou de processos microbiológicos de ocorrência espontânea nos corpos hídricos. A quantificação e controle deste parâmetro devem ser realizados para que corrosões sejam evitadas nas estruturas de metal ou de cimento em um sistema de abastecimento (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009).

Para o Ministério da Saúde (2021), a origem da acidez tanto pode ser natural ( $\text{CO}_2$ ) absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição de matéria orgânica ou antropogênica (despejos industriais, passagem da água por minas abandonadas). A distribuição das formas de acidez é função do pH da água, onde um pH maior que 8,2 indica ( $\text{CO}_2$ ) livre ausente; pH entre 4,5 e 8,2 indica pH influenciado por gás carbônico e um pH menor que 4,5 indica acidez por ácidos minerais fortes, geralmente resultantes de despejos industriais.

O princípio químico para a determinação de gás carbônico é similar ao da alcalinidade, no qual se utilizam ácidos e bases fortes em titulações de neutralização por reagirem de forma completa com o analito (SKOOG et al., 2010).

#### 4.4 Turbidez

A Turbidez se origina de partículas que geram uma aparência turva na água, ocasionada pela passagem da luz. De acordo com Branco, 1983, a precipitação dessas partículas perturba o ecossistema aquático. Por ser de origem natural, não traz inconvenientes sanitários diretos, mas é estatisticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo



para microrganismo patogênico. “A turbidez é atribuída a partículas sólidas em suspensão, que pode ser provocada por plâncton, detritos orgânicos e outras substâncias como zinco, ferro, composto de manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão, ou adição de despejos domésticos ou industriais.” (BATALHA; PARLATORE, 1977).

A turbidez é um dos parâmetros de qualidade para avaliação das características físicas da água bruta e água tratada. O valor máximo permitido para água tratada é de 1 NTU (unidade nefelométrica de turbidez), na saída das estações de tratamento de água é 5 NTU em qualquer ponto da rede de distribuição. A turbidez pode ser entendida como a medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas em suspensão ou coloidais, sendo expressa como Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU – *Nephelometric Turbidity Unity*).

#### 4.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Um pH baixo representa potencial de corrosividade e agressividade às tubulações ou peças de abastecimento de água. Quando o pH estiver alto, há possibilidade de incrustações nas peças de abastecimento. É importante avaliar o potencial hidrogeniônico em diversas etapas de tratamento de água (VON SPERLING, 2005; LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009).

O pH pode variar de 1 a 14, indica ser uma água ácida quando o pH for inferior a 7, neutro quando o pH for igual a 7 ou alcalina se o pH estiver maior do que 7. A sua quantificação é importante para águas destinadas ao consumo humano por ser um fator preponderante de reações e solubilização de várias substâncias. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração de ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a despoluição das águas (CASALI, 2008).

#### 4.6 Dureza total

É a característica dada à água por apresentar sais de metais alcalino-terrosos como cálcio e magnésio, indicando a concentração de cátions multivalentes na água (LIBÂNIO, 2010). A dureza é caracterizada pela extinção da espuma formada pelo sabão, índice de uma reação mais complexa que dificulta o banho e a lavagem de utensílios domésticos e roupas, criando problemas higiênicos (BRAGA et al., 2003).

A dureza pode ser classificada como dureza carbonato ou dureza não carbonato, dependendo do ânion com o qual ela está associada. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando, portanto, em condições de indicar a capacidade de tamponamento de uma água. A dureza de uma água pode ter origem natural ou antropogênica (UNICAMP, 2008). Todavia a dureza não caracteriza nenhum problema quanto a potabilidade da água se não ultrapassar 500 mg/L ( $CaCO_3$ ), porém para a indústria está é uma característica indesejável e deve ser tratada, uma vez que em temperaturas elevadas, esses minerais acabam formando incrustações, se tornando um perigo para as caldeiras e outros equipamentos, também causam problemas na parte da higienização, podendo reagir com sabões e detergente, diminuindo sua eficiência (FIGUEIREDO, 1999).

#### 4.7 Cloreto

Durante o processo de tratamento de água podem ser utilizados diferentes agentes oxidantes. Dentre os mais utilizados pode-se citar o cloro, cloraminas, dióxido de cloro, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio e ozônio, entre outros. A metodologia utilizada na análise de cloreto se baseia na volumetria de precipitação, usando o Dicromato de Potássio ( $K_2CrO_4$ ) como indicador e o Nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) como titulante, baseando-se no método de Mohr. “Variações de cloretos em águas naturais devem ser investigadas, pois ele é altamente poluidor” (NETTO, 1966, apud SANTOS, 2010).

De acordo com Andrade e Macedo (2008), os cloretos podem estar presentes na forma de sais de cálcio, ferro e magnésio. E se, em concentrações altas, esses íons podem causar corrosão em tubulações e caldeiras, equipamentos de aço inoxidável, forma incrustações em pisos, paredes e equipamentos. Assim fica clara a importância do uso da água com baixo nível de cloretos, pois esse parâmetro é um fator de grande importância, podendo causar problemas em equipamentos, prejudicando o andamento do processo na indústria.

### 5 Água na escola

Dentre as principais necessidades sociais, destacando a educação, a saúde e o bem-estar, todas estão inteiramente ligadas com o consumo de água potável e a higiene (PNUD, 2006). As escolas são locais onde as crianças e adolescentes passam grande parte de seu tempo durante o dia, com pelo menos 200 dias letivos anuais. Esta permanência na escola determina que sejam ingeridos relevantes quantidades de água. Por isso, a água distribuída nos estabelecimentos escolares obrigatoriamente deve ter qualidade potável de acordo com o preconizado pela legislação (BRASIL, 2021).

Segundo *European Environment and health Committee* (1999), quando se trata de crianças, essas devem receber uma proteção especial, por serem mais vulneráveis aos danos causados pelo meio ambiente. O desafio da escola está em desenvolver o tema de maneira transversal em todas as disciplinas ofertadas, de forma que o estudante perceba a importância do desenvolvimento sustentável, em todos os sentidos. Neste sentido, SATO (2005) contribui para o debate:

A educação ambiental não é uma tarefa inocente isenta de intencionalidades e propósitos, nem se trata de ensinar às crianças como o mundo anda mal, nem tampouco ocultá-lo. O acúmulo de conflitos, valores, culturas e idiossincrasias que se cruzam nesta parcela de realidade, atribui ao ambiental um valor superestimado de complexidade epistemológica e um status disciplinar de singular riqueza, pois nele se encontra uma diversidade de interesses contrapostos, de ideologias contrárias, de pressupostos filosóficos divergentes, de éticas díspares e de práticas cotidianas muito desiguais e variadas (SATO, 2005 p.184).

Diante da importância da qualidade da água consumida pelas crianças nas escolas, ainda há a necessidade de realizar pesquisas relacionadas à saúde infantil, avaliando qualidade dessas águas que abastecem as unidades de ensino, pois as escolas são consideradas umas extensões de seus lares, por passarem grande parte de seu dia nessas unidades, sendo assim as crianças consomem grande quantidade de água e essas precisam ser adequadas ao consumo (CALAZANS et al., 2002).

Conforme Caincross (2010) em pesquisa realizadas pela OMS, 88% das doenças



diarreicas são cometidas pela falta de saneamento e higiene, assim como o abastecimento sem segurança, pois segundo este autor melhorar a qualidade da água diminui os episódios de diarreias nas crianças em cerca de 17%. A contaminação das águas nas escolas pode ser originada por diversos fatores, entre os principais destacam-se as más condições sócio-econômicas, ausência de saneamento e poluição ambiental no ambiente onde se encontra a escola (COSTA, et al. 2005).

## 6 Metodologia

O trabalho se caracteriza como uma pesquisa experimental e estudo de caso, onde há o confronto dos resultados obtidos com os estimados pela literatura. Tais resultados são frutos das análises físico-químicas da água.

O local de estudo foi no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte câmpus Pau dos Ferros - RN, situada na BR 405, KM 154, Bairro Chico Cajá, na cidade de Pau dos Ferros - RN. O município de Pau dos Ferros está localizado no Estado do Rio Grande do Norte, Latitude  $-06^{\circ} 08'45,4''$  Longitude  $-38^{\circ} 12'17,8''$ W. A escolha tomara como base o campo de abrangência da escola-piloto como também a sua localidade. A pesquisa foi iniciada após a autorização dos responsáveis do instituto.

A rede de distribuição que abastece o câmpus é a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Para as coletas das amostras da água nos bebedouros e na caixa d'água do IFRN, foram utilizados frascos de polietileno, com capacidade de 500 mL. Esses frascos foram lavados com água e sabão neutro e previamente higienizados com água destilada. Após a coleta, o material foi levado ao laboratório do IFRN, onde foram feitas as análises de alcalinidade total, cor, gás carbônico livre, turbidez, pH, dureza total e cloreto.

Tem-se um intervalo de aproximadamente 15 minutos entre o momento da coleta e a análise da água no laboratório. Em seguida foram iniciadas as análises, sendo que a preparação dos reagentes e suas respectivas padronizações foram feitas previamente. Os resultados das análises obtidos foram comparados com as orientações da portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. As assepsias das torneiras do bebedouro foram realizadas com álcool 70%, pulverizando-as por dentro e por fora e em seguida foram feitas as coletas. As coletas da água dos bebedouros foram procedidas da seguinte forma: abriu-se a torneira e deixou-se escorrer a água por aproximadamente 30 segundos.

### 6.1 Determinação de alcalinidade total

Foram feitas as preparações e as padronizações das soluções e dos seus indicadores. Inicialmente preparou-se a solução de ácido sulfúrico a 0,1 N. Para fazer isso, transferiu-se, como uma pipeta, lentamente, 10 mL de ácido sulfúrico concentrado (96% e  $d = 1,84$  g/ml), para um balão volumétrico de 1000 mL, contendo cerca de 500 mL de água destilada. Posteriormente, mais água destilada foi adicionada até o traço de aferição. A partir dessa solução de ácido sulfúrico a 0,1 N, pipetou-se 200 ml da solução que foi transferida para outro balão volumétrico de 1000 mL e completado o volume com água destilada a fim de se obter uma solução de aproximadamente 0,02 N.

A Padronização da solução final de ácido sulfúrico a fim de encontrar o fator de correção,  $F_c$ , foi feita com a solução já padronizada de Hidróxido de sódio. A mistura indicadora de verde

de bromocresol/vermelho de metila foi utilizada como indicador. Para prepará-la, foram pesados 20 mg de vermelho de metila e 100 mg de verde de bromocresol, dissolvendo-os em 100 ml de água destilada. Para a determinação de alcalinidade total foi usado o método de titulação com Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e a quantificação foi feita utilizando a Equação 1.

$$\text{Alcalinidade total em } \frac{mg}{L} \text{ de } CaCO_3 = V \times 20 \times Fc_1 \quad (1)$$

Foram utilizados 50 mL da amostra e em seguida colocado em um *Erlenmeyer* que recebeu 03 gotas da solução indicadora, e em seguida foi titulado com a solução de ácido sulfúrico 0,02 N, contido em uma bureta de 50 ml, até a mudança da cor azul-esverdeada para amarelo; anotando-se o volume total de  $H_2SO_4$  gasto (V) em mL.

A medida da alcalinidade é fundamental importância durante o processo de tratamento da água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (FUNASA, 2013).

## 6.2 Determinação de cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e por metais como ferro e manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras (FUNASA, 2013).

Para a determinação de cor foi utilizado o aparelho PoliControl Instrumentos analíticos AquaColor Cor, As amostras da água foram colocadas lentamente em uma cubeta de vidro apropriada e introduzida no aparelho, sempre observando a marcação que indica o posicionamento correto. A faixa de medição do aparelho utilizado é de 0 a 500 uC, onde a leitura 1 unidade de cor (uC)<sup>2</sup> é igual há 1 unidade de Hazen platina-cobalto (uH,) que é igual há 1 mg pt Co/L.<sup>1</sup>

## 6.3 Determinação de gás carbônico livre

O nível de acidez caracterizado pelo grau de gás carbônico ( $CO_2$ ) livre foi determinado segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2006). Foi utilizado o método volumétrico de titulação ácido-base, utilizando o hidróxido de sódio (NaOH) como agente titulante sobre a alíquota da amostra com fenolftaleína ( $C_{20}H_{14}O_4$ ) para detecção visual do ponto de viragem.

Inicialmente preparou-se a solução de hidróxido de sódio 0,02 mol/L, padronizando-a com o Biftalato de potássio ( $HOCOC_6H_4COOK$ ) 0,05 mol/L a fim de encontrar o fator de correção ( $Fc_2$ ). Para a determinação do gás carbônico livre, foram utilizados 50 ml de amostra (sem agitar) em um *Erlenmeyer*, e em seguida foram adicionadas 05 gotas de fenolftaleína. A amostra foi titulada com a solução com hidróxido de sódio (NaOH) 0,02 N lentamente até o aparecimento de leve coloração rósea persistindo por pelo menos 30 segundos.

Ao detectar a mudança de coloração, a titulação foi finalizada, anotou-se o volume em ml

de NaOH gasto (V) e foi usada a Equação 2.

$$\frac{mg}{L} \text{ de } CO_2 = V \times 20 \times Fc_2 \quad (2)$$

#### 6.4 Determinação de turbidez

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantem mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano (FUNASA, 2013).

O papel do engenheiro ou técnico nas estações de tratamento ou de empresas/consultorias responsáveis pelo tratamento das águas de lagos, lagoas, açudes e represas, sendo ela destinada para abastecimento público ou não, é realizar as análises exigidas pela Portaria nº 888/2021, de forma a garantir o bem-estar e saúde da população e a todos que direta ou indiretamente irão utilizar esta água, seja para consumo ou lazer.

Para determinação de turbidez foi utilizado o medidor de turbidez da marca Digimed DM-TU. As amostras de água eram colocadas na cubeta de vidro apropriada, introduzida lentamente e posicionada de acordo com a marca existente. A leitura forneceu os resultados em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU – *Nephelometric Turbidity Unity*).

#### 6.5 Determinação de potencial hidrogeniônico (pH)

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e o controle da desinfecção.

Para análise do pH foi utilizado o aparelho medidor de pH TECNAL - 5 de bancada sendo que esse equipamento foi antecipadamente calibrado com soluções padrão de pH (pH 4 - 7). Ao ligar o aparelho, esperou-se sua estabilização, e antes da medição, os eletrodos foram lavados com água destilada e enxugados lentamente com papel absorvente. Depois desse procedimento introduziu-se os eletrodos na amostra a ser examinada e fez-se a leitura (FUNASA, 2013).

#### 6.6 Determinação de dureza total

Para preparar a solução de EDTA 0,01 M, inicialmente pesaram-se 3,723 gramas de EDTA (sal di-sódio do ácido etilenodiamino tetra-acético). Essa massa foi dissolvida em água destilada e a solução diluída a 1000 ml. A padronização foi feita contra uma solução-padrão de carbonato de cálcio que foi preparada pesando-se 1,0 grama de carbonato de cálcio anidro (CaCO<sub>3</sub>) padrão primário, transferido para um frasco *Erlenmeyer* de 250 mL, em seguida, foi adicionado aos poucos com auxílio de um funil, HCl 1:1 até dissolver todo CaCO<sub>3</sub>. Ao adicionar o ácido, a mistura recebeu mais 200 ml de água destilada e levada para ferver por alguns minutos para eliminar o CO<sub>2</sub>. Foi preciso esperar esfriar por alguns minutos e depois foi adicionado

algumas gotas de vermelho de metila até ajustar para a cor laranja intermediária por adição de  $\text{NH}_4\text{OH}_3\text{N}$  ou  $\text{HCl}$  1:1. Feito isso, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL que foi completado o volume com água destilada (1 mL desta solução = 1,0 mg de  $\text{CaCO}_3$ ).

Para padronizar a solução de EDTA, foram medidos 25 ml da solução-padrão de carbonato de cálcio e depois foram diluídos para 50 mL com água destilada em frasco *Erlenmeyer* de 250 mL, em seguida, foi adicionado 1 a 2 mL da solução tampão para obter o pH em torno de  $10 \pm 0,1$ , foi adicionado 0,05 gramas do indicador *Eriochrome Black T*, depois disso foi titulado com EDTA 0,01 M, gota a gota até desaparecer a última coloração violácea, e aparecer à cor azul indicando o ponto final da titulação. Dessa forma o volume de EDTA gasto na titulação ( $V_p$ ) foi anotado e o fator de correção ( $F_{c_3}$ ) pode ser calculado de acordo com a Equação 3.

$$F_{c_3} = \frac{25}{V_p} \quad (3)$$

A solução tampão foi preparada pesando-se 16,9 gramas de cloreto de amônia ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) que foram dissolvidos em 143 mL de hidróxido de amônia concentrado ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), e em seguida, foi adicionado 1,25 gramas do sal de magnésio do EDTA e diluído a 250 mL com água destilada. Para o indicador *Eriochrome Black T*, pesaram-se 0,5 gramas de negro eriocromo T em um vidro relógio e 100 gramas de cloreto de sódio P.A em um becker. Os dois foram transferidos e triturados em um almofariz até se transformar em pó.

A fim de quantificar a dureza total, utilizou-se de 25 ml da amostra de água que foi diluída para 50 ml com água destilada em um balão volumétrico e depois transferida lentamente para um becker de 100 mL a fim de receber 1 a 2 mL da solução tampão para elevar o pH a  $10 \pm 0,1$ . Uma vez corrigido o pH, a mistura foi transferida para um frasco *Erlenmeyer* de 250 ml que recebeu aproximadamente 0,05 gramas do Indicador negro de eriocromo Black T. Em seguida a titulação foi iniciada com EDTA 0,01 M, contido em uma bureta. O *Erlenmeyer* foi agitando continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul. Além disso, o procedimento de titulação foi repetido com o branco de água destilada e os cálculos realizados de acordo com a Equação 4 (FUNASA, 2013).

$$\text{Dureza Total em } \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ de } \text{CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times F_{c_3}}{\text{ml da amostra}} \quad (4)$$

### 6.7 Determinação de cloreto

Para fazer a determinação dos cloretos na amostra, preparou-se uma solução-padrão de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,0140 N, solução de cloreto de sódio 0,0141 e solução indicadora de cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ). Com relação a preparação da solução de nitrato de prata, pesaram-se 2,395 gramas de  $\text{AgNO}_3$  que foram dissolvidos em um pouco de água destilada dentro de um becker, após isso a solução foi transferida para um balão volumétrico adicionando-se mais água até completar o volume de 1 litro.

Para preparar a solução indicadora de cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), inicialmente foram pesados 10 gramas de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  e depois dissolvidos em um pouco de água destilada. Feito isso, foi adicionada a solução de  $\text{AgNO}_3$  0,0141 N, até formar um precipitado vermelho, deixando em repouso por 12 horas. Depois desse tempo, a mistura foi filtrada e completou-se o volume para 200 mL com água destilada.

A solução de Cloreto de sódio 0,0141 N foi preparada dissolvendo-se 824,1 mg de cloreto de sódio seco a 140 °C em água livre de cloretos e foi diluído para 1000 mL. Em seguida foi feita a padronização da solução de nitrato de prata 0,0141 N, transferindo-se 100 mL da solução de NaCl para um *Erlenmeyer*, e ajustou-se o pH com NaOH ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ambas as soluções a 1 N, para ficar com pH entre 7 e 10. Depois disso foi adicionado 1 mL de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (cromato de potássio) e a solução foi titulada com a nitrato de prata até o aparecimento da cor amarelo avermelhado. Após a detecção do fim da titulação, o volume gasto de nitrato de prata foi anotado (V<sub>p</sub>) e calculou-se o fator de correção (F<sub>c+</sub>), usando a Equação 5.

$$F_{c+} = \frac{100}{V_p} \quad (5)$$

Para a determinação dos cloretos, foram utilizados 50 ml de amostra no *Erlenmeyer*, depois disso foi ajustado o pH entre 7 e 10, e adicionado 1 mL da solução indicadora de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Após o preparo da amostra, titulou-se com a solução-padrão de nitrato de prata até a viragem para amarelo avermelhado que é o ponto final da titulação. Um branco foi feito da mesma forma que a amostra e o procedimento de titulação repetido (FUNASA, 2013). A Equação 6 foi utilizada para o cálculo da quantidade de cloreto.

$$\frac{mg\ cl}{l} = \frac{(A - B) \times N \times 35.45}{ml\ da\ amostra} \quad (6)$$

Onde A é o volume em ml do titulante gasto na amostra, B é o volume em ml do titulante gasto no branco e N é a normalidade do titulante.

## 7 Considerações finais

É preciso salientar que o monitoramento da qualidade da água destinada para o consumo humano é um pré-requisito para que se tenha uma qualidade de vida adequada para todos os seres humanos, pois o seu controle mensal pode prevenir o aparecimento de várias doenças, auxiliando no diagnóstico das principais formas de contaminação e indicando um conjunto de práticas de manejos dos recursos naturais que possibilitem o controle da poluição e um aumento da qualidade de vida aos usuários da mesma.

A partir do estudo realizado no IFRN, câmpus Pau dos Ferros - RN, das análises físico-químicas da água dos bebedouros e da caixa d'água, concluiu-se que a rede de abastecimento que abastece o IFRN, é a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Assim, a avaliação da qualidade da água deve ser feita de forma integrada, considerando-se o conjunto das informações de caráter físico-químico. Embora esse estudo não possa confirmar a potabilidade precisa da água, de um modo geral, este estudo que revela que as análises feitas no IFRN câmpus Pau dos Ferros, estão dentro dos padrões de potabilidade de acordo com a legislação vigente no Ministério da Saúde nº 888/2021.

## Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15th ed. New York, 1998. 1134p.

ANDRADE, N. J. e MACEDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2008. P. 182.

AYIBOTELE, N. B. **The World's Water**: assessing the resource. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER AND THE ENVIRONMENT, DEVELOPMENT, 21., Ireland, 26-31 Jan. 1992.

BATALHA, B. L. e PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para o consumo humano**: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1977. 198p.

BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; RICE, E. W. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington (DC): American Public Health Association, 2017.

BORTOLI, J.; MACIEL, M. J.; SALVI, L. C. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS COM PRODUÇÃO DE LEITE NO VALE DO TAQUARI-RS. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 39 v. 1, p. 81-102, jan./jun., 2017. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/download/4464/4456/21166>> Acesso em 04/10/23.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

BRASIL. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Síntese de indicadores sociais uma análise das condições de vida da população brasileira. N. 23, 2008.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria Nº 5 de 03 outubro de 2017. Disponível em: <<https://www.brkambiental.com.br/uploads/4/14-png-sumare/portaria-consolidacao-5-anexo-xx.pdf>>. Acesso em 04/10/23.

BRASIL. **Portaria Nº 888, de 04 de maio de 2021**. Disponível em: <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_24\\_05\\_2021\\_rep.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html)>. Acesso em 05/10/23.

CAINCROSS, S. et al. Water, sanitation and hygiene for the prevention of diarrhea. **International Journal of Epidemiology**, v. 39, pp. 193-205, 2010.

CALAZANS, G. M. T.; MOURA, G. J. B.; ARAUJO, J. M.; SOUSA, M. F. V. Q. Análises bacteriológicas da água em escolas públicas. In: **I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. João Pessoa, v. 01, 2002.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade Da Água Para Consumo Humano Ofertada Em Escolas E Comunidades Rurais Da Região Central Do Rio Grande Do Sul**. 2008. 173p. Dissertação. Pós-Graduação em Ciências do Solo. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, 2008.

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE – CAERN. **Associação Brasileira das Empresas Estaduais**



**de Saneamento.** (aesbe). Disponível em: <[https://aesbe.org.br/novo/caern/?\\_gl=1\\*1d1nf4b\\*\\_ga\\*Njk2MDYzNTE5LjE2OTY4NTM4OTc.\\*\\_ga\\_JMJSKGBGJV\\*MTY5Njg1Mzg5Ny4xLjAuMTY5Njg1Mzg5NS42MC4wLjA.&\\_ga=2.163116478.32970793.1696853898-696063519.1696853897](https://aesbe.org.br/novo/caern/?_gl=1*1d1nf4b*_ga*Njk2MDYzNTE5LjE2OTY4NTM4OTc.*_ga_JMJSKGBGJV*MTY5Njg1Mzg5Ny4xLjAuMTY5Njg1Mzg5NS42MC4wLjA.&_ga=2.163116478.32970793.1696853898-696063519.1696853897)>. Acesso em 08/10/2023.

COMPANHIA SANEAMENTO BÁSICO 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 06/10/2023.

COSTA, S. S. et al. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 10, n. 02, pp. 118-127, 2005.

DREWES, J. E.; FOX, P. Effect of drinking water sources on reclaimed water quality in water reuse systems. **Water Environ. Res.**, v. 3, p. 353-362, 2000.

EUROPEAN ENVIRONMENT AND HEALTH COMMITTEE (EEHC). **Childrens' health and the environment.** EUR/ICP/EHCO, pp. 3-12, 1999.

FERREIRA, C. P. e MEIRELLES, R. M. S. de. A experiência da construção compartilhada em atividades sobre doenças relacionadas à água para alunos do ensino fundamental. **Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** São Paulo/SP, Atas do V ENPEC - nº 5; 2005.

FIGUEIREDO, R. M. Programa de Redução de patógenos e Padrões e Procedimentos Operacionais de Sanitização. **Coleção Higiene dos Alimentos** – vol. 01. São Paulo: Manole, 1999. p. 73-78.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise da água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p. 651-6600, 2001.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de água.** 4ª Ed, Brasília. Copyright C 2004, p.150, 2013.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência.** Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3. ed. Campinas: ÁTOMO, 2010.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible.** Publicación Científica, n.572, OPS, Washington, D. C, 2000. 298p.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química da água. Dados eletrônicos.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. p. 17.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Relatório do Desenvolvimento Humano. **A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água.** New York, 10017, USA.2006. 1101p.

REIS, J. A.; HOFFMANN, P.; HOFFMANN, F. L. Ocorrência de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais, fecais, e *Escherichia coli*, em amostras de águas minerais envasadas, comercializadas no município de São José do Rio Preto, SP. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 145, out. 2006. p. 109-116.

RIBEIRO, P. J.; AGUIAR, I. A. K.; TOLEDO, C. F.; BARROS, S. M. O.; BORGES, D. R. Programa educativo em esquistossomose: modelo de abordagem metodológica. **Revista Saúde Pública**. São Paulo, jun, 2004. 38(3):415-21.

RICHTER, C. A. e AZEVEDO NETTO J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 332p.

RICHTER, C. A. e AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 6ª reimpressão 2005. 1ª Edição 1991.

ROSSIN, A. C. Desinfecção. In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água (Tratamento de Água), Vol. 2, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987. SERBOLNE, L. **A ética do uso de água doce: um levantamento**. Brasília. UNESCO, 2001. 80p.

SANTOS, V. O., Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 3, n. 1, 2010, p. 99-115.

SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel Cristina Moura (orgs). **Educação Ambiental**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SERBOLNE, L. **A ética do uso de água doce: um levantamento**. Brasília. UNESCO, 80p. 2001.

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

UNESCO. **Água para todos, água para la vida**. Paris, 2003. 36 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS CENTRO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA (UNICAMP). **Tratamento Físico Químico de Efluentes Líquidos**, 2008. Disponível em: <<http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502.pdf>> Acesso em 07/10/2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária. 2005. v.1, 452p.