

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE – CAMPUS ARAQUARI

**BRENO LUÍS FERREIRA DE LIMA, JOÃO ANTÔNIO DE
MIRANDA, JOÃO GABRIEL WAN DALL, NORBERTO KLUG
JÚNIOR, PAOLA MOREIRA**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA
ÁGUA E DE CONSUMO DO INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE-CAMPUS ARAQUARI**

ARAQUARI/SC

2019

**BRENO LUÍS FERREIRA DE LIMA, JOÃO ANTÔNIO DE
MIRANDA, JOÃO GABRIEL WAN DALL, NORBERTO KLUG
JÚNIOR, PAOLA MOREIRA**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA
ÁGUA E DE CONSUMO DO INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE-CAMPUS ARAQUARI**

Trabalho final do Projeto de Iniciação Científica Integrada (PIC-QUIMI) apresentada ao Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari como parte complementar à matriz curricular do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio.

Orientador: Leandro Alves Pereira

Coorientadora: Anelise Destefani

ARAQUARI/SC

2019

RESUMO

A água é um recurso natural fundamental à vida e sua qualidade requer atenção dos órgãos públicos. Assim, diante da importância desse tema, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de consumo do IFC - Campus Araquari. Para tanto, foram selecionados os seguintes parâmetros: pH, nitrato, dureza, cloreto, sólidos dissolvidos totais, além de coliformes totais e termotolerantes. As amostras foram coletadas por 5 semanas em três pontos distintos do Campus, o bebedouro do bloco A, o refeitório e o Lavoisier. A partir dos resultados obtidos pôde-se constatar contaminação por coliformes termotolerantes nos três pontos de amostragem, sendo que o refeitório apresentou 16,7%, o bebedouro 53% e o Lavoisier 98% de contaminação. As amostras do bebedouro apresentaram teor de nitrato acima de 10 mg L^{-1} e dureza acima de 500 mg L^{-1} de CaCO_3 , fora dos limites máximos aceitáveis estabelecidos para consumo. Os parâmetros pH, o cloreto e os sólidos totais dissolvidos apresentaram resultados dentro dos limites aceitáveis.

Palavras-chaves: potabilidade, água, análise, IFC, Araquari, bebedouro, refeitório, Lavoisier.

ABSTRACT

Water is a fundamental natural resource for life and its quality requires attention of public agencies. In that way, with the importance of this subject, this study was intended to the quality of consumption of water of IFC - Campus Araquari. For this, the following parameters were selected: pH, nitrate, hardness, chloride, total dissolved solids, and total and thermotolerant coliforms. The samples were collected at three different points of the Campus for 5 weeks, the block A water fountain, the refectory and the Lavoisier. From the results obtained it was possible to verify coliform thermotolerant contamination in the three sampling points, where the refectory has 16.7%, water fountain 53% and Lavoisier 98%. The samples of the drinker presented nitrate content, above 10 mg L^{-1} and hardness, above 500 mg L^{-1} higher than the maximum acceptable limits established for consumption. Other parameters pH, chloride and total dissolved solids were found to be acceptable.

Keywords: potability, water, analysis, IFC, Araquari, water fountain, refectory, Lavoisier.

SUMÁRIO

1 TEMA	7
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	7
2 OBJETIVO GERAL	8
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 INTRODUÇÃO	9
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
4.1 Legislação brasileira de controle de qualidade da água para consumo humano	10
4.2 A captação e o tratamento de água no município de Araquari	13
4.3 Alguns parâmetros físico-químicos de qualidade da água	13
4.3.1 <i>pH</i>	13
4.3.2 <i>Dureza</i>	14
4.3.3 <i>Cloreto</i>	14
4.4.4 <i>Nitrato</i>	15
4.4.5 <i>Coliformes totais e termotolerantes</i>	15
4.4.6 <i>Sólidos totais dissolvidos</i>	16
5 METODOLOGIA DE PESQUISA	17
5.1 Escolha dos parâmetros avaliados	17
5.2 Escolha dos pontos de coleta de água e definição do período de estudo	17
5.3 Métodos de análise	17
5.3.1 <i>pH</i>	17
5.3.2 <i>Dureza</i>	17
<u>5.3.2.1 Preparo da solução tampão</u>	17

<i><u>5.3.2.2 Preparo da solução de EDTA 0,01 mol L⁻¹</u></i>	18
<i><u>5.3.2.3 Titulação da amostra</u></i>	18
<i>5.3.3 Cloreto</i>	18
<i><u>5.3.3.1 Preparo da solução titulante</u></i>	18
<i><u>5.3.3.2 Padronização da solução do titulante</u></i>	19
<i><u>5.3.3.3 Titulação da amostra</u></i>	19
<i>5.3.4 Nitrato</i>	19
<i><u>5.3.4.1 Preparo da solução de íons nitrato 100mg L⁻¹</u></i>	19
<i><u>5.3.4.2 Preparo da curva analítica</u></i>	20
<i><u>5.3.4.3 Preparo da amostra</u></i>	20
<i><u>5.3.4.4 Leitura no espectrofotômetro</u></i>	20
<i>5.3.5 Coliformes totais e fecais</i>	20
<i>5.3.6 Sólidos totais dissolvidos</i>	21
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7 CONCLUSÃO	28
8 REFERÊNCIAS	29

1 TEMA

Análise da água no Instituto Federal Catarinense-Campus Araquari.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de potabilidade da água de consumo de Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de potabilidade da água de consumo de Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir os parâmetros de potabilidade que serão monitorados;
- Identificar os pontos de coletas das amostras de água;
- Avaliar de forma temporal os parâmetros selecionados;
- Analisar os resultados através de tratamentos matemáticos e estatísticos;
- Verificar se há algum risco à saúde para as pessoas que consomem água dos locais avaliados;

-Verificar se a água, dos pontos de coleta, está dentro do indicado para consumo humano através das análises de pH, dureza total, cloreto, nitrato, coliformes totais e termotolerantes, e sólidos totais dissolvidos.

3 INTRODUÇÃO

A água é provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o estabelecimento de grandes civilizações às margens de rios, o desenvolvimento agrícola e industrial e os valores culturais e religiosos arraigados à sociedade (BRASIL DAS ÁGUAS, 2013).

Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo humano nem à irrigação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69 %) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. (ANA, 2019).

A qualidade da água é uma questão de saúde pública, já que a dispersão de produtos químicos e metais pesados, os processos industriais que utilizam grandes quantidades de água, bem como o aumento populacional são fatores responsáveis pela poluição dos ambientes aquáticos, uma vez que adicionam substâncias tóxicas que provocam a deterioração da qualidade das águas, inviabilizando seu uso para abastecimento, irrigação e recreação (BRASIL, 2002).

Estudos realizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) apontaram que mais de 15 mil pessoas morrem anualmente no Brasil de diarreia que ocorre ao ingerir água com tratamento inadequado. Já em países que investem em saneamento básico e educação ambiental como Áustria, Itália e Dinamarca, apenas 0,1% das mortes são decorrentes da ingestão de água contaminada. Análises hídricas realizadas em 12 estados e no Distrito Federal pela ONG SOS Mata Atlântica no ano de 2010, com base em parâmetros definidos pelo Ministério do Meio Ambiente, revelou que em 70% das coletas feitas em rios, córregos, lagos e outros corpos hídricos a qualidade da água foi considerada regular, em 25% a qualidade era ruim e em 5% péssima.

Diante deste quadro, verifica-se a importância da escolha do tema, já que a água é primordial para a sobrevivência do ser humano e pode ser um vetor de disseminação de doenças quando contaminada ou não tratada da forma adequada. Atrelado a esta realidade, está o fato de parte da água de consumo do IFC-Campus Araquari ser proveniente de poços artesianos, o que traz uma preocupação com a saúde das pessoas que circulam na instituição.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A água contém diversos componentes provenientes da natureza ou de ações humanas. Desta forma, quando em quantidades altas ou baixas esses componentes podem prejudicar as pessoas que a consomem. Por isso, o governo brasileiro criou um padrão de qualidade da água, para que todo órgão distribuidor possa segui-lo e assim não prejudicar a saúde da população.

Segundo o artigo terceiro do Anexo XX da Portaria de consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, que trata do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância de qualidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Os critérios de qualidade da água seguem os parâmetros físico, químico e biológico. Nos parâmetros físicos há critérios como sabor, odor, cor ou presença de sólidos na água. Esses critérios não envolvem necessariamente prejuízos à saúde, mas a aceitação da água pela população, podendo acarretar um gosto diferente do normal. Portanto, estes são quesitos organolépticos que provocam estímulos sensoriais responsáveis por afetar a aprovação da água para consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006)

Nos parâmetros químicos há critérios como alcalinidade, dureza, quantidade de cloreto, ferro, manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, componentes orgânicos, inorgânicos e pH (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

Os coliformes são utilizados para avaliar os parâmetros biológicos de qualidade da água, visto que são indicadores de presença de microrganismos patogênicos, podendo indicar que a água esteve em contato com esgoto. Também, quando presentes em grandes quantidades as algas trazem vários prejuízos à qualidade da água, tais como: sabor, odor, toxidez, turbidez, cor, formação de massas de matéria orgânica, que ao serem decompostas provocam a redução do oxigênio dissolvido, corrosão, interferência

nos processos de tratamento e aspecto estético desagradável (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (água para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial. Mesmo entre as indústrias, existem requisitos variáveis de qualidade, dependendo do tipo de processamento e dos produtos delas. Assim, uma forma de definir a qualidade das águas dos mananciais é enquadrá-los em classes, em função dos usos propostos para eles, estabelecendo-se critérios ou condições a serem atendidos (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

No Brasil a classificação das águas foi definida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente da seguinte forma: I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; III águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (CONAMA, 2005).

De acordo com a resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005) que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, as águas doces são classificadas em:

I - Classe especial, águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção onde sua principal função é diminuir a quantidade de agentes patogênicos do efluente como vírus, bactérias, protozoários, entre outros (TAE, 2014);
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1, águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado que consiste em realizar filtração, desinfecção e correção de pH quando necessário (GUIA ECOLOGICO, 2012);
- b) à proteção das comunidades aquáticas;

- c) há recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

III - Classe 2, águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional que consiste em utilizar a coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH (GUIA ECOLOGICO, 2012);
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) há recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- d) há aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3, águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional que consiste em utilizar a coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH ou avançado que consiste em técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica (GUIA ECOLOGICO, 2012);
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) há recreação de contato secundário.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística.

4.2 A CAPTAÇÃO E O TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE ARAQUARI

A CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) é responsável pela captação e tratamento de água no município de Araquari através das seguintes ETAs (Estações de Tratamento de Água): a Central e principal, sendo está de maior vazão, a do Icaraí, a do Ponto Alto e a das Carpas. Na ETA Central a captação de água bruta é realizada em 5 poços tubulares, denominados P1, P2, P3, P4 e P5 com profundidades de 68, 96, 102, 97 e 162 metros, respectivamente. O tratamento da água coletada no rio das carpas é realizado de forma convencional, com floculação, decantação em lagoa, filtração e desinfecção. Sendo que nesta ETA também é utilizada água de um poço artesiano (CASAN, 2019).

Parte da água de abastecimento de Araquari é importada da companhia Águas de Joinville, captada no Rio Cubatão. Atualmente, o município também recebe água proveniente do município de Barra do Sul, onde o tratamento de água é realizado pela CASAN através de uma ETA convencional que utiliza água subterrânea de 3 poços.

Uma particularidade das águas de Araquari provenientes de alguns poços é sua fluoretação natural (CASAN, 2019). De acordo com a legislação que regulamenta a classificação dos mananciais (BRASIL, 2005) os poços de Araquari são de classe 1, tendo como órgão ambiental responsável pelo seu monitoramento o Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

4.3 ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

4.3.1 pH

O pH, ou potencial hidrogeniônico, é fundamental para a manutenção da vida aquática, onde é medido por uma tabela que vai de 0 ao 14, onde indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela, o ideal para a água de consumo humano varia entre 6 a 7,5, porém o aceitado pois não causa danos à saúde humana é de 6 a 9 (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015). Um pH baixo torna a água corrosiva, águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações, prejudicando instalações industriais. Já no corpo humano a faixa de pH ideal é de 6,5 a 7,5, pois fora destes padrões (muito ácido ou muito básico),

acarretará perda de proteínas, ou na parada no funcionamento de enzimas, causando prejuízos ao organismo.

4.3.2 Dureza

A dureza da água resulta, principalmente, da presença de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio) ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados. Uma alta dureza causa sabor desagradável e efeitos laxativos, reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo e provocando incrustações nas tubulações e caldeiras. De acordo com o Portal de Tratamento de Água (2015) a classificação das águas, em termos de dureza, é realizada por meio da concentração em CaCO_3 :

Menor que 50 mg L^{-1} – água mole;

Entre 50 e 150 mg L^{-1} – água com dureza moderada.

Entre 150 e 300 mg L^{-1} – água dura;

Maior que 300 mg L^{-1} – água muito dura.

É importante verificar a dureza da água pois é necessário que a água esteja de acordo com o decreto-lei nº 306/2007, de 27 de agosto, mesmo em caso em que a água dura tenha sido submetida à tratamentos de amaciamento, a dureza total não deverá ser inferior a 150 mg/L em CaCO_3 . Assim, tendo em conta a importância deste parâmetro na proteção da saúde e das infraestruturas, é desejável que a dureza de uma água de consumo se situe entre 150 e 500 mg/L de CaCO_3 . A água dura constitui uma fonte significativa de cálcio e magnésio, no que se refere à cobertura das necessidades nutricionais do homem.

4.3.3 Cloreto

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar e podem advir dos esgotos domésticos ou industriais. Em altas concentrações conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

O cloro, na forma de íon cloreto (Cl^-), é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias. Na água potável, o sabor produzido pelo íon Cl^- varia em função da sua concentração, como também da composição química da água. Assim, águas contendo 250 mg Cl L^{-1} podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio (Na^+). Enquanto, no caso do cátion predominante for cálcio ou magnésio, o gosto salino pode ser perceptível somente a concentração de cloreto acima de 1000 ppm (BACCAN, 2001).

4.3.4 Nitrato

Nitrato é composto por nitrogênio e oxigênio. O nitrato pode ser encontrado no ar, no solo, na água, em plantas, dejetos, em fertilizantes e em processos utilizados na agricultura. O nitrogênio é essencial para vida, porém concentrações altas de nitrato na água potável, pode ser perigoso à saúde. O teor elevado de nitrato na água é proveniente de poços artesianos, normalmente como resultado de uma perfuração inadequada, da localização do poço, do uso exagerado de fertilizantes na região em que o poço foi perfurado ou da ausência de tratamento de dejetos de animais e humanos (LITER, 2016)

4.3.5 Coliformes totais e termotolerantes

As bactérias coliformes em geral se originam no intestino de animais de sangue quente, reproduzindo-se ativamente nas temperaturas entre $34 \text{ }^\circ\text{C}$ a $47 \text{ }^\circ\text{C}$. O grupo de bactérias determinado coliformes totais são aquelas que não causam doenças, visto que habitam o intestino de animais mamíferos inclusive o homem. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal e determinação da concentração dos coliformes assumindo importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*, sendo todas as bactérias gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. Essas bactérias são utilizadas em larga escala nas medições microbiológicas que

testam a qualidade da água e de alimentos para que as pessoas consumam sem maiores riscos (FOOD SAFETY BRAZIL, 2018).

Coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, que fermentam lactose produzindo gás a uma temperatura de 34 °C em 24h e fazem parte do trato intestinal do ser humano e outros animais de sangue quente. A presença de coliformes totais não é uma indicação útil de contaminação fecal, pelo fato de incluir um número alto de gênero e espécies de bactérias não entéricas. Porém sua presença é um bom indicador de qualidade higiênico-sanitária (CFF, 2004).

Os Coliformes termotolerantes são muito encontrados no intestino de animais como em baixas quantidades no ser humano e não prejudicam seu hospedeiro. São adquiridos através da penetração da pele ou ao ingerir-se um alimento ou água contaminada e podem fermentar lactose produzindo gás a uma temperatura de 44,5° C em 48h. A presença de coliformes termotolerantes na água é um indicativo de que houve uma contaminação em sua fonte, podendo trazer risco de saúde a quem utilizá-la. Um exemplo de indicadores da presença de coliformes termotolerantes é a *Escherichia coli*, sendo está a bactéria mais comum do gênero (CULTIVANDO, 2016).

4.3.6 Sólidos totais dissolvidos

Através da análise de sólidos totais dissolvidos é possível constatar a quantidade de partículas presentes na água, sendo estas tanto orgânicas quanto inorgânicas. Estes sólidos são necessários para a vida aquática bem como para manter um padrão de qualidade da água para o consumo, já que ela deve conter substâncias como minérios e íons necessários para o nosso organismo, dentre eles, carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio e sódio. A necessidade da análise de sólidos totais dissolvidos se deve ao fato de que se em grande quantidade, ou muito baixa, o consumo da água em questão pode acarretar problemas e danos à saúde. Como por exemplo do excesso de magnésio no corpo pode provocar fraqueza muscular, pressão baixa, rubor na face, náuseas e insuficiência respiratória.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

5.1 ESCOLHA DOS PARÂMETROS AVALIADOS

A definição dos parâmetros de potabilidade da água que foram monitorados no estudo foi realizada com base na disponibilidade de reagentes e equipamentos do laboratório de química do IFC - Campus Araquari.

5.2 ESCOLHA DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA E DEFINIÇÃO DO PERÍODO DO ESTUDO

Para a realização do estudo foram escolhidos três pontos para amostragem da água durante o período de cinco semanas. A quantidade de pontos de coleta bem como a duração do estudo levou em conta o número semanal de análises, a disponibilidade de reagentes e vidrarias no laboratório bem como a geração de resíduos. Os pontos foram escolhidos em áreas distintas do Campus, sendo os seguintes: ponto 1: cozinha do refeitório, ponto 2: lago do laboratório Lavoisier e ponto 3: bebedouro do bloco A.

5.3 MÉTODOS DE ANÁLISE

Os métodos de análise empregados foram escolhidos de acordo com as recomendações de órgãos brasileiros regulatórios de avaliação da qualidade da água, descritos em Standard Methods Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA & WEF, 2012). Sendo assim, foram adotados protocolos de análise confiáveis, rápidos e baratos para o monitoramento dos parâmetros escolhidos. Todos os ensaios foram feitos em triplicata para cada ponto de coleta.

5.3.1 pH

Medido diretamente a amostra coletada sem transferi-la para outro frasco utilizando um pHmetro previamente calibrado. Enxaguou-se bem o sensor de pH e o sensor de temperatura com água deionizada. Ajustou-se o suporte de sensores de forma que a ponta do eletrodo ficou totalmente imersa dentro da solução e efetuou-se a leitura. Após cada medição, enxaguou-se bem os sensores com água deionizada.

5.3.2 Dureza

5.3.2.1 Preparo da solução tampão

Foi dissolvido 1,179 g de EDTA e 644 mg de cloreto de magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) em 50 mL de água destilada. Adicionou-se 16,9 g de cloreto de amônio (NH_4Cl) e 143 mL de hidróxido de amônio (NH_4OH) sob agitação. Ajustou-se o volume para 250 mL com água destilada. A solução foi armazenada em frasco de polietileno cuidadosamente vedado pôde ser utilizada por até um mês.

5.3.2.2 Preparo da solução de EDTA $0,01 \text{ mol L}^{-1}$

Secou-se o EDTA em estufa a $70 - 80 \text{ }^\circ\text{C}$ por duas horas. Pesou a massa do sal que foi transferida quantitativamente para um balão volumétrico de 500,00 mL. Dissolveu-se a amostra e completou-se o volume do balão com água destilada. Foi armazenado a solução em frasco de plástico. Calculou-se a molaridade exata da solução a partir da massa pesada.

5.3.2.3 Titulação da amostra

Pipetou-se 50,00 mL da amostra que foi transferida para um erlenmeyer. Acrescentou-se mais 50,0 mL de água destilada com auxílio de uma proveta. Foi adicionado 1 a 2 gotas da solução tampão para elevar o pH para $10 \pm 0,1$. Verificou-se este valor no pHmetro e adicionou-se cerca de 6 gotas do indicador preto de eriocromo T 0,5 % em etanol. Titulou-se de forma lenta e sob forte agitação com solução de EDTA $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul, utilizar uma amostra do branco com 50,0 mL de água destilada. Caso o volume consumido na bureta fosse muito pequeno, realizou-se a titulação com 100,0 mL da amostra adicionando maior quantidade de tampão e indicador.

Cálculo da dureza (D) da água em mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$:

$$D = \frac{M_{EDTA} \times (\text{Volume amostra} - \text{Volume branco}) \times 100,09}{100 \text{ mL}} \times 1000$$

Onde:

M_{EDTA} é a molaridade do titulante

5.3.3 Cloreto

5.3.3.1 Preparo da solução titulante

Foi seco o AgNO_3 em estufa a $150\text{ }^\circ\text{C}$ por 1,5 horas. Pesou-se em balança analítica entre 16 e 17 g do sal anotando até a quarta casa decimal e transferiu-se a massa para um balão volumétrico de 1000,00 mL, dissolvendo o sal e completando o volume com água deionizada.

5.3.3.2 Padronização da solução do titulante

Secou-se o NaCl em mufla a $550\text{ }^\circ\text{C}$ por 2,5 horas. Pesou-se em uma balança analítica entre 80 - 90 mg do sal anotando a massa até a quarta casa decimal e transferiu-se o sólido para um erlenmeyer de 250 mL, acrescentando cerca de 50 mL de água deionizada e cerca de 1 mL da solução indicadora (K_2CrO_4 1 mol L^{-1}). Titulou-se lentamente com a solução de AgNO_3 até que a primeira mudança de cor persista por 20 - 30 segundos.

5.3.3.3 Titulação da amostra

Com auxílio de uma proveta foi transferido 100,0 mL da amostra para um Erlenmeyer de 250 mL e ajustou-se o pH entre 7 e 10 com NaOH caso necessário. Foram adicionadas 5 gotas da solução indicadora (K_2CrO_4 1 mol L^{-1}) e titulou-se a amostra com a solução padronizada de nitrato de prata até a viragem para amarelo avermelhado. Titulou-se uma amostra branco de água deionizada do mesmo modo. Calculou-se a concentração de cloreto da seguinte forma:

$$Cl\text{ (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{(A - B) \times M \times 35,450}{\text{Volume amostra (L)}}$$

Onde:

A = mL do titulante gasto na amostra;

B = mL do titulante gasto no branco;

M = Molaridade do titulante.

5.3.4 Nitrato

5.3.4.1 Preparo da solução padrão de íons nitrato 100 mg L^{-1}

Pesou-se em balança analítica 0,100 g de nitrato de potássio puro, previamente seco por 24 horas em estufa a 105 ° C e transferiu-se o sólido para um balão volumétrico de 1000,00 mL acrescentando cerca de 2 mL de clorofórmio e aferindo o volume com água deionizada (Solução 1). Esta solução é estável por 2 meses.

5.3.4.2 Preparo da curva analítica

Utilizaram-se 6 balões volumétricos de 100,00 mL e acrescentou-se 1,00 mL de ácido clorídrico 1,0 mol L⁻¹ a cada frasco. Adicionou-se respectivamente 0; 1,00; 2,00; 3,00; 4,00 e 5,00 mL da Solução 1 a cada balão utilizando uma pipeta eppendorf e aferiu-se o volume com água deionizada.

5.3.4.3 Preparo da amostra

Adicionou-se um pequeno volume da amostra em um balão de 100,00 mL. Em seguida, foi acrescentado 1,00 mL de ácido clorídrico 1,0 mol L⁻¹ ao frasco, completando o volume com o restante da amostra e agitando o balão vigorosamente.

5.3.4.4 Leituras no espectrofotômetro

Ajustou-se o equipamento para $\lambda = 220$ nm, realizou-se a leitura do branco para zerar o valor de absorvância. Prosseguindo com a leitura dos pontos da curva e da amostra. Alterou-se λ para 275 nm, realizando a leitura do branco para zerar novamente o valor de absorvância. Prosseguindo novamente com a leitura dos pontos da curva e da amostra. Calcular a absorvância do NO₃⁻ usando a seguinte fórmula:

$$\text{Absorvância NO}_3^- = \text{Absorvância 220 nm} - 2 \times \text{absorvância 275 nm}$$

Obs: A leitura feita com dois comprimentos de onda é necessário pois o $\lambda = 220$ nm faz a leitura da matéria orgânica e do nitrato na amostra e o $\lambda = 275$ nm faz a leitura apenas da matéria orgânica. A leitura em 275 nm não deve exceder 10% do valor lido em 220 nm. Se isto ocorrer, significa que a matéria orgânica não foi totalmente removida.

5.3.5 Coliformes totais e fecais

Foram separados 10 tubos tipo Falcon, cada um contendo tubinhos de Durham. Em seguida, foi preparado 35,6g de caldo lauril triptose diluído em 500 mL de água destilada, a cada tudo adicionou-se 10,00 mL de amostra e 10,00 mL do caldo e foi incubado os frascos a 34°C por 24 horas. Verificou-se se houve produção de gás pelas bactérias da amostra, que demonstra resultado positivo e foi feito a confirmação da presença de coliformes termotolerantes de acordo com o seguinte procedimento: Diluiu-se 26,6 g de caldo lactosado bile verde brilhante em 500 mL de água destilada, foi feito a inoculação de uma alíquota de cada tubo positivo do teste anterior em tubos tipo Falcon contendo 10mL de caldo lactosado bile verde brilhante e incubou-se as amostras a 34°C por 48h, realizando a leitura considerando as amostras positivas aquelas que houveram produção de gás.

5.3.6 Sólidos totais dissolvidos

Os cadinhos foram calcinados em uma mufla a 580 °C por 30 minutos. Após esse tempo, foram colocados em um dessecador para resfriamento. Pesou-se os cadinhos em balança analítica anotando sua massa em gramas (P0). Acrescentou-se 50,00 mL de amostra aos cadinhos que foram levados à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 105 °C por 24 horas. Após este período os cadinhos foram transferidos para um dessecador para aguardar o resfriamento. Em seguida, os cadinhos foram pesados em balança analítica, obtendo-se o peso da amostra seca em gramas (P1). Calculou-se a concentração dos sólidos totais a partir da fórmula abaixo:

$$\text{Sólidos totais (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{P1 - P0}{\text{Volume}} \times 1.000.000$$

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para análise de pH são apresentados na Figura 1. Pode-se verificar, nos três pontos de coleta, que este parâmetro está de acordo com a legislação vigente (Portaria de consolidação nº 5, de 28 de dezembro de 2017), a qual estabelece a faixa de pH entre 6 a 9, ideal para não causar danos à saúde humana.

Também, com exceção do pH da água do refeitório na quarta semana, cujo valor foi de 8,99, é possível verificar pouca variação entre os valores medidos semanalmente nos diferentes pontos de coleta.

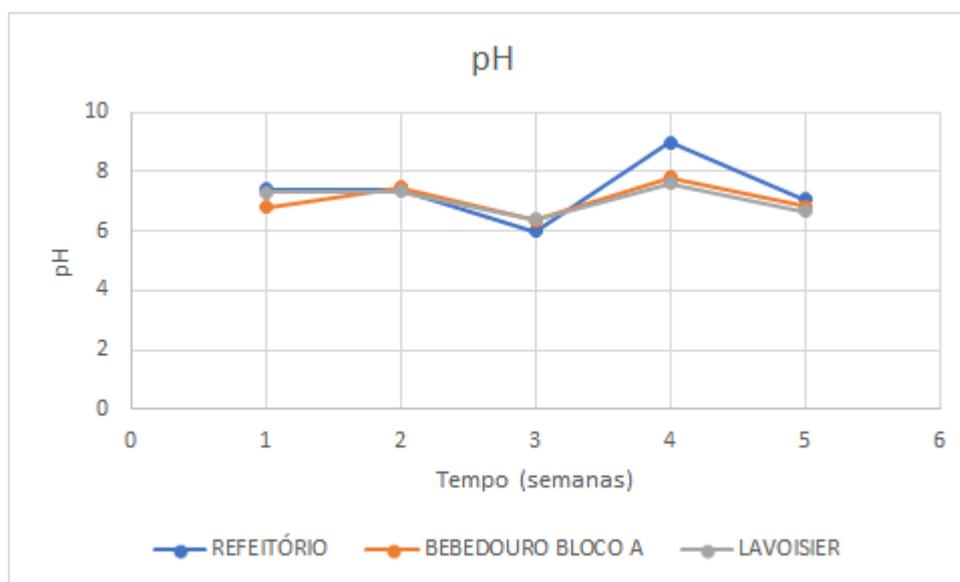


Figura 1: Resultados da análise de pH. (Fonte: o grupo)

O método para análise do íon nitrato baseou-se no emprego da espectrofotometria Uv-Vis. Esta técnica é fundamentada no aumento da energia das moléculas ao absorverem radiação proveniente de uma fonte luminosa, acarretando a excitação dos elétrons e transições eletrônicas. Como resultado, ocorre uma queda na intensidade da radiação da fonte medida pelo detector, sendo esta queda proporcional à concentração da espécie em solução.

Para a análise da água foram construídas curvas analíticas através de diluições sucessivas de uma solução padrão de nitrato e medida das absorbâncias em 220 nm para a leitura da matéria orgânica e do nitrato e em 275 nm para a leitura apenas da matéria

orgânica. A Figura 2 mostra uma curva analítica empregada para a quantificação do NO_3^- nas amostras.

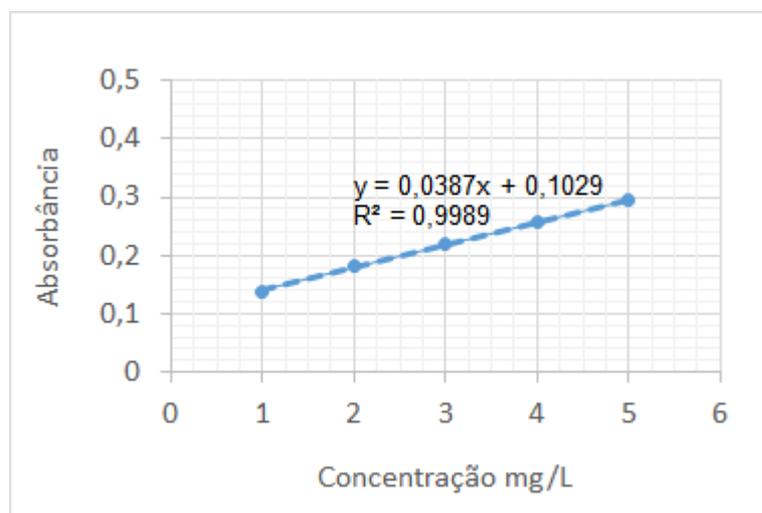


Figura 2: Curva analítica empregada para quantificação do nitrato. (Fonte: o grupo)

Os resultados da análise do teor de nitrato são apresentados na Figura 3.

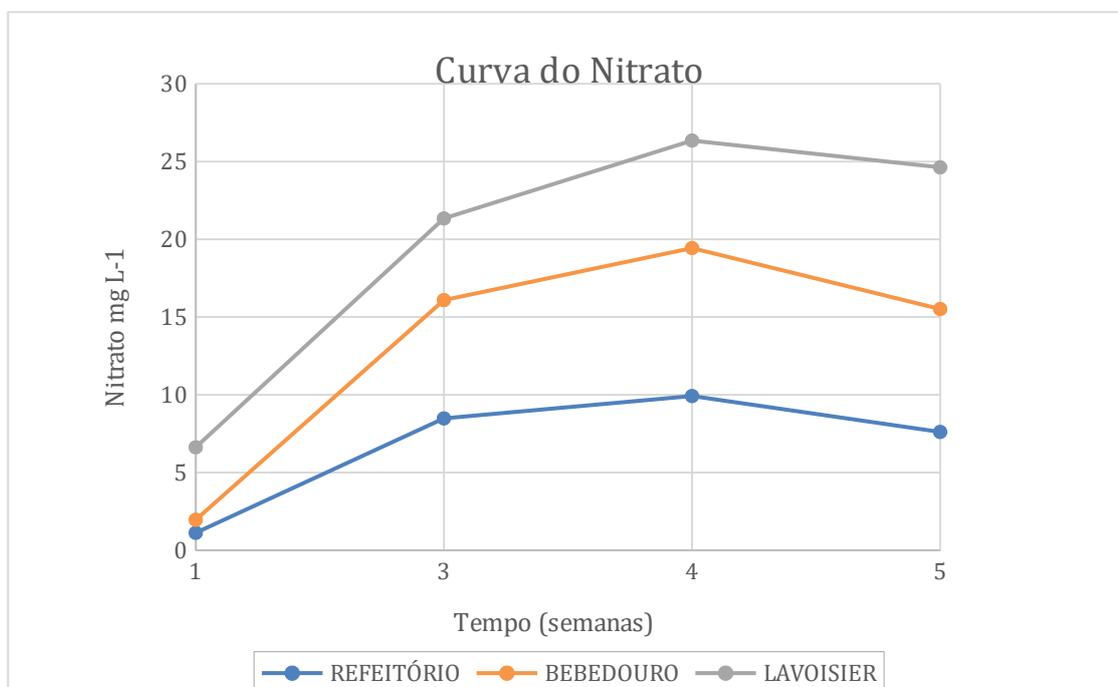


Figura 3: Resultados da análise de nitrato. (Fonte: o grupo)

A partir da Figura 3 pode-se constatar uma menor concentração de nitrato na primeira semana nos três pontos de amostragem. Na segunda semana as análises não puderam ser realizadas. Já nas semanas seguintes, nota-se um aumento da concentração de nitrato. Uma vez que a água do Lavoisier é proveniente de um lago e não recebe tratamento, espera-se que esta apresente maior teor de matéria orgânica, o que explica uma concentração mais elevada de nitrato.

Excluindo-se a primeira semana, os resultados apontam que somente a água do refeitório não excedeu o limite máximo de 10 mg L^{-1} permitido para o nitrato, valor estabelecido pela Portaria de consolidação nº 5, de 28 de dezembro de 2017.

Os resultados também apontam que a água utilizada no refeitório, sendo esta proveniente da CASAN, atende ao padrão de potabilidade para o nitrato estabelecido pela legislação vigente.

Os testes para determinação da dureza da água foram realizados por volumetria de complexação. Esta é uma técnica de análise que emprega a formação de um complexo colorido para indicar o ponto final da reação entre o titulante e o titulado. As titulações complexométricas são utilizadas para determinar diferentes íons metálicos presentes em solução. O agente complexante de maior importância nesta técnica é o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético), que forma complexos na proporção 1:1 muito estáveis com vários íons metálicos.

Desta forma, uma solução de concentração conhecida de EDTA foi usada para reagir com os íons cálcio e magnésio das amostras. A dureza total das amostras (Figura 4) foi expressa como porcentagem de CaCO_3 , independentemente da reação com os íons Ca^{+2} e Mg^{+2} .

Os resultados da Figura 4 indicam que as amostras do refeitório apresentaram a menor dureza total média durante o período de realização do estudo (405 mg L^{-1} de CaCO_3). As amostras do Lavoisier tiveram a maior dureza total média (624 mg L^{-1} de CaCO_3) e as amostras do bebedouro apresentaram um valor intermediário (567 mg L^{-1} de CaCO_3).

Portanto, a água coletada no bebedouro e no Lavoisier estão acima do limite máximo aceitável 500 mg L^{-1} de CaCO_3 , estabelecido pela Portaria de consolidação nº 5,

de 28 de dezembro de 2017. No primeiro caso este valor é excedido em 13,4 % e no segundo em 24,8%.

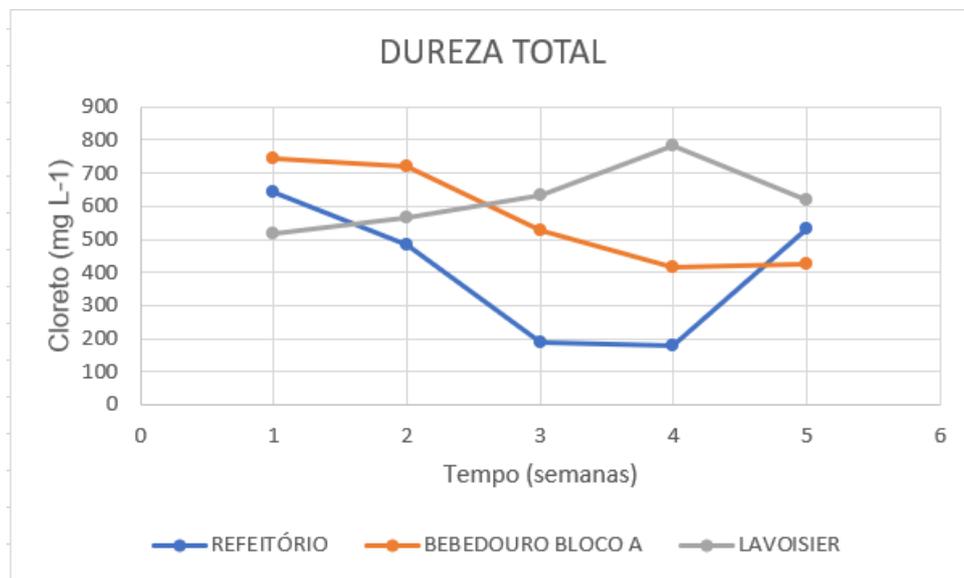


Figura 4: Resultados da análise de dureza total. (Fonte: o grupo).

A determinação de cloreto foi realizada empregando-se a técnica de volumetria de precipitação através do método de Mohr. Este método consiste na titulação da amostra com nitrato de prata e na formação de um sólido colorido na presença do indicador de cromato de potássio.

O método de Mohr foi descrito pela primeira vez em 1865 por K.F. Mohr, um químico farmacêutico alemão, que foi um pioneiro no desenvolvimento da titulometria. A titulometria refere-se às análises químicas quantitativas realizadas por meio da determinação do volume de uma solução de concentração conhecida necessária para reagir quantitativamente com a solução da substância a ser determinada (VOGEL, 1989). No caso da titulação de Mohr a análise deve ser realizada em pH de 7 a 10 porque o íon cromato é a base conjugada do ácido crômico fraco. Conseqüentemente, em soluções mais ácidas, a concentração dos íons cromato é muito pequena para se produzir o precipitado nas proximidades do ponto de equivalência (SKOOG, 2002).

De acordo com a portaria vigente, o teor máximo de cloreto aceitável na água de consumo é de 250 mg L⁻¹. Sendo assim, os resultados apresentados na Figura 5 mostram

que os três pontos de coleta estão em conformidade com a legislação no que diz respeito a esse parâmetro, apresentando um teor médio de cerca de $6,5 \text{ mg L}^{-1}$.

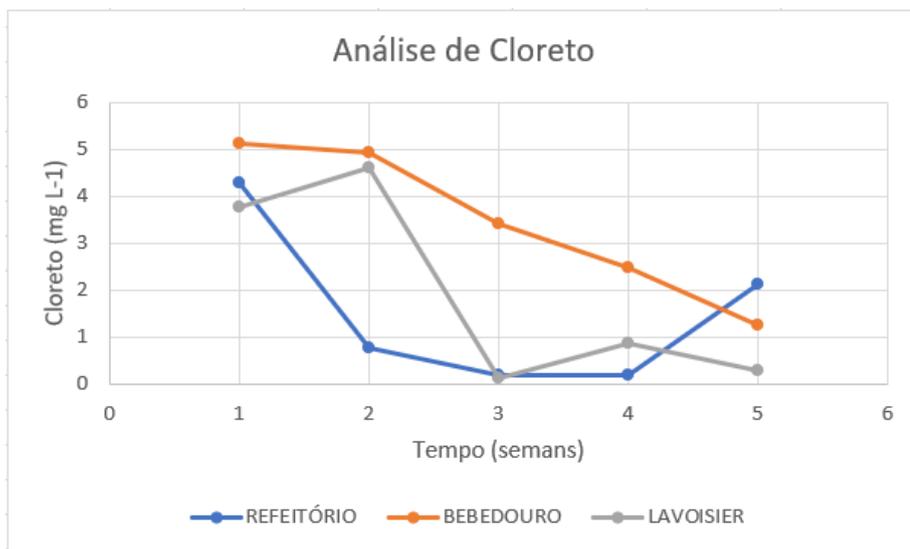


Figura 5: Resultados da análise de cloreto. (Fonte: o grupo).

As análises de sólidos dissolvidos totais são mostradas na Figura 6. Com exceção dos dados obtidos na terceira semana no Lavoisier, todos os pontos estão de acordo com o limite máximo de 1000 mg L^{-1} estabelecido para este parâmetro.

Na semana em questão o teor médio de sólidos dissolvidos totais neste ponto foi de 4257 mg L^{-1} , estando muito acima do valor médio calculado para as outras semanas (216 mg L^{-1}), o que indica uma presença anormal de sólidos em suspensão na água no momento de coleta da amostra, um dos motivos avaliados pode ser o fato de ter chovido muito durante a semana 3. No caso do bebedouro e do refeitório os teores de sólidos dissolvidos totais foram de 229 e 221 mg L^{-1} , respectivamente.

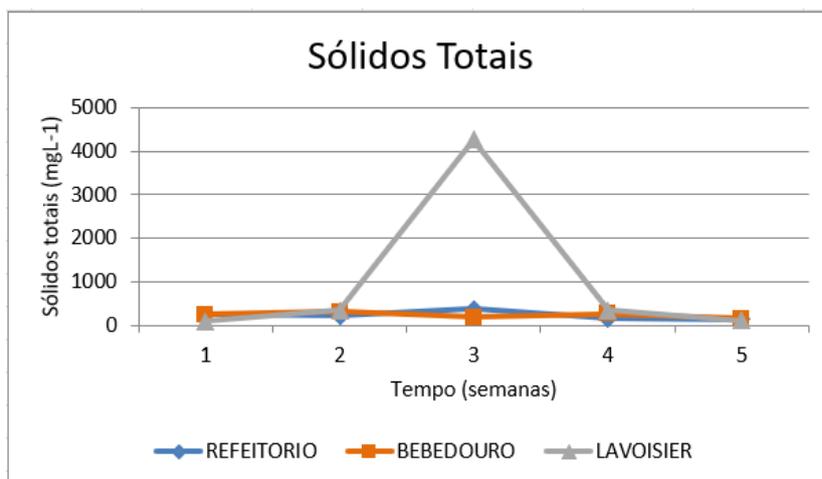


Figura 6: Resultados da análise de sólidos dissolvidos totais. (Fonte: o grupo).

O Quadro 1 mostra os dados referentes às análises de coliformes totais e termotolerantes.

Quadro 1: Resultado das análises de coliformes totais e fecais das amostras.

Amostras	Refeitório			Bebedouro do Bloco A			Lavoisier		
	Semana 1	semana 3	semana 5	semana 1	semana 3	semana 5	semana 1	semana 3	semana 5
1	N	N	P	P	N	N	P	P	P
2	N	N	P	P	N	N	P	P	P
3	N	N	P	P	N	N	P	P	P
4	N	N	P	P	N	N	P	P	N
5	N	N	N	P	N	P	P	P	P
6	N	N	N	P	N	P	P	P	P
7	N	N	N	P	N	P	P	P	P
8	N	N	N	P	N	P	P	P	P
9	N	N	P	P	N	P	P	P	P
10	N	N	N	P	N	P	P	P	P

*P: Positivo, N: Negativo.

De acordo com o Quadro 1, o refeitório apresentou o menor número de amostras positivas para coliformes termotolerantes, sendo 5 amostras do total de 30, ou seja 16,7 %. O Lavoisier apresentou 96 % das amostras positivas para coliforme termotolerantes e o bebedouro 53%.

Considerando que o número de amostras positivas no refeitório foi baixo, espera-se que tenha havido contaminação cruzada, o que justificaria estes resultados.

7. CONCLUSÕES

Diante dos dados apresentados verifica-se a importância do monitoramento dos parâmetros de potabilidade da água, já que os teores encontrados podem sofrer alteração de uma semana para outra, o que leva a uma interpretação equivocada dos resultados.

O estudo serve de alerta à direção do Campus Araquari do IFC, aos servidores e estudantes, já que a água utilizada no refeitório e consumida do bebedouro do bloco A apresentou contaminação por coliformes termotolerantes. Ainda, no caso da última, os teores de nitrato e de dureza total estavam acima do limite máximo aceitável regulamentado para estes parâmetros pela legislação vigente.

O elevado teor de dureza constatado a água distribuída no bloco A é um fator que deve ser levado em consideração, visto que uma alta concentração de cálcio e magnésio pode afetar equipamentos mais sensíveis e que necessitem de água para seu funcionamento.

A situação do lago do Lavoisier é considerada mais preocupante, visto que este ponto de coleta apresentou 96 % das amostras positivas para coliformes termotolerantes, o que pode ser um indício de contaminação da água por esgoto. Assim, recomenda-se que esta água não entre em contato direto com a pele, evitando a transmissão de doenças e microrganismos.

8. REFERÊNCIAS

- _____. **BRASIL DAS ÁGUAS**. A importância da água. Disponível em: <http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>
- _____. **ABCON**. Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto. Disponível em <http://abconsindcon.com.br/noticias/55-da-populacaobrasileira-nao-temacesso-a-agua-tratada/>. Acessado em maio de 2019. ANA.
- _____. **MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002**. Brasil. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Anexo XX. Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, 2017.
- _____. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília.
- _____. **MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017**. BRASIL. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Anexo XX. Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, 2017.
- _____. **PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015**. Qualidade da água. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>
- _____. **CONAMA**, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf
- _____. **TAE**, Especialização de Tratamento de Águas e Efluentes. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/7184-noticias>
- _____. **GUIA ECOLOGICO, 2012**. Classificação das águas. Disponível em: <https://guiaecologico.wordpress.com/2012/03/28/voce-sabe-como-as-aguas-sao-classificadas/>
- _____. **CASAN, 2019**. Relatório Anual de Qualidade da água distribuída. Disponível em: <https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/rel_anu_qual_agua_2018/SRN/Pi%20C3%A7arras/araquari_20190411.pdf>.
- _____. **BACCAN, 2001**. Química Analítica Quantitativa Elementar. Disponível em: <https://lpeq.chem.ufg.br/up/426/o/Baccan.pdf?1365793122>
- _____. **GRUPO HÍDRICA, 2017**. Dureza da Água: O que é e como ela influencia na qualidade Disponível em: <<https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua>>
- _____. **DOCSITY, 2012**. Equilíbrio envolvendo formação de compostos pouco solúveis. Disponível em: <http://docsity.com/pt/aula-09-equilibrio-envolvendo-compostos-pouco-solúveis=2012>
- _____. **CAMILA SALGADO DE PAULA**. Fatores que alteram o Equilíbrio Químico. Educação Globo, Rio de Janeiro, 10 de Junho de 2015, Educação. Disponível

em: educacao.globo.com/quimica/assunto/equilibrio-quimico/fatores-que-alteram-o-equilibrio-quimico.htm

_____. **LITER**, 2016. Tecnologia em Purificação e Tratamento de Água. Disponível em: <https://liter.com.br/o-que-e-o-nitrato/>

_____. **SLIDESHARE**, 2017. Determinação da Dureza Total da Água com EDTA, Disponível em: <https://pt.slideshare.net/mobile/adriannemendonca/determinao-da-dureza-total-de-agua-com-edta-70632264>

_____. **PASSEI DIRETO**, 2017. Determinação da dureza total da água por volumetria de complexação. Pesquisa Analítica da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/48242620/determinacao-da-dureza-total-da-agua-por-volumetria-de-complexacao>

_____. **DOCSITY**, 2010. Determinação da Dureza Total da Água Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/determinacao-da-dureza-total-da-agua-com-edta/4726399/>

_____. **APDA**, 2019. Disponível em: <https://www.apda.pt>

_____. **GRUPO HÍDRICA**, 2017. Dureza da Água: O que é e como ela influencia na qualidade Disponível em: <https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua>

_____. **FOOD SAFETY BRAZIL**, 2018. Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes, Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/coliformes-totais-e-coliformes-termotolerantes-voce-sabe-diferenca/>

_____. **CFF**, 2004. Disponível em: <http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/77/i02-qualidademicro.pdf>

_____. **CULTIVANDO**, 2016. O Que São coliformes Fecais Disponível em: <https://www.cultivando.com.br/o-que-sao-coliformes-fecais/>

_____. **QUALIDADE MICRO**, 2004. Qualidade Microbiológica de Águas Tratadas na Região Nordeste do Rio Grande do Sul. Pesquisa Microbiológica Brasileira, Caxias do Sul, v.16, n. 11-12. 2004. Disponível em: <http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/77/i02-qualidademicro.pdf>

_____. **PORTAL BONITO**, 2010. Coliformes Totais Fecais Disponível em: <http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/222/coliformes-totais-fecais>