



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

KAMILA ADNA ANDRADE FERREIRA PIORSKY

AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE MÚLTIPLOS USOS
EM ABATEDOUROS DE SÃO LUÍS - MA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SÃO LUÍS - MA

2021

KAMILLA ADNA ANDRADE FERREIRA PIORSKY

**AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE MÚLTIPLOS USOS
EM ABATEDOUROS DE SÃO LUÍS - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto
ao Curso de Medicina Veterinária, como requisito
para obtenção do grau de Bacharel em Medicina
Veterinária.

Orientadora: Profa. Dra. Lenka de Moraes Lacerda

SÃO LUÍS - MA

2021

Piorsky, Kamilla Adna Andrade Ferreira.
Avaliação quali-quantitativa da água de múltiplos usos em abatedouros
de São Luís - MA / Kamilla Adna Andrade Ferreira Piorsky. – São Luís, 2021.

50 f

Monografia (Graduação) – Curso de Medicina Veterinária,
Universidade Estadual do Maranhão, 2021.

Orientador: Profa. Dra. Lenka de Moraes Lacerda.

1.Saúde pública. 2.Potabilidade. 3.Qualidade da água. 4.Microbiologia.
5.Parâmetros físico-químicos. 6.Coliformes termotolerantes. I.Título.

CDU: 614.97(812.1)

FOLHA DE APROVAÇÃO

KAMILLA ADNA ANDRADE FERREIRA PIORSKY

**AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE MÚLTIPLOS USOS
EM ABATEDOUROS DE SÃO LUÍS – MA**

Aprovado em 29 de julho de 2021.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Lenka de Moraes Lacerda

Orientadora

Profa. Dra. Ana Cristina Ribeiro

1º Membro

Prof. Dr. Daniel Praseres Chaves

2º Membro

DEDICATÓRIA

Dedico de todo meu coração, alma e entendimento, aos meus avós, Vô Raimundo (In Memoriam), Vô Oneide, Vô João (In Memoriam), Vô Terezinha (In Memoriam) e Vô Guilherme (In Memoriam), pois eles foram essenciais para que eu me tornasse, através dos meus pais, o que sou hoje. E, carinhosamente, aos meus cães Hachiko, Naomi, Gohan, Sakura e Hamtaro, por quem me dediquei, todos esses anos, para fazer o melhor!

AGRADECIMENTOS

Ao Deus da Glória, O Cristo que me resgatou e salvou, por todas as bênçãos que liberou sobre mim e pela misericórdia e graça para comigo, por tanto refrigério e força que me concedeu para concluir este projeto tão sonhado e desejado, e por me ouvir todas as vezes que, exausta e desanimada, clamei. Obrigada, Meu Senhor!

Aos meus pais, pela dedicação em cada momento de minha vida, desde o meu nascer até os dias de hoje. Sempre e sempre se esforçaram para me conceder o melhor estudo possível e que estava ao seu alcance. À minha mãe, em especial, por todas às vezes, que sentou comigo para me ensinar algo, e por ter instaurado em mim o senso do capricho e esmero. Ao meu pai, que sempre me ensinou a dar o meu melhor, mas nunca me deixar abalar pelas adversidades que pudessem surgir.

Ao meu esposo, Gustavo, meu maior incentivador e financiador neste sonho, que me apoiou, sem hesitar, quando decidi abrir mão do que já havia conquistado para alcançar o que havia sonhado, e aqui estou, meu amor, concluindo esta etapa de minha vida, com você ao meu lado. Obrigada, amor, por todo suporte e cuidado que tiveste comigo durante toda esta caminhada, por ser companheiro e parceiro, por ter fé em mim e sonhar esse sonho comigo, tenho certeza que não seria o mesmo sem você!

Aos meus irmãos, Jorge e Thalita, pela confiança que sempre tiveram em meu potencial. Vocês são meu exemplo de profissionais, os exemplos que quero seguir no meu ofício. Jorge, mano “véio”, obrigada por sempre acreditar em mim, por achar que eu sou capaz e por me fazer ver além do que meus olhos alcançam. Thalita, maninha, obrigada por ser um porto seguro, um girassol em meio ao deserto, em todos meus momentos de fraqueza e desânimo, você foi a luz ao fim de todos os túneis que eu nunca imaginei passar.

À minha cunhada, Hamanda, por sua gentileza e leveza em ver a vida, por me ensinar tanto, com sua humildade e sinceridade de coração. Aos meus cunhados, Guilherme, Gabriella e Camila, que mesmo vivendo mais uma fase difícil em suas vidas, têm sido apoio ao meu esposo e, diretamente, a mim.

Aos meus sobrinhos Helena, Samuel e João Bernardo, que têm sido motivo do meu riso bobo, nesta fase tão intensa e pesada de minha vida. Vocês são os maiores presentes que eu poderia ter.

Aos meus sogros, Ednaldo (*In Memoriam*) e Socorro (*In Memoriam*). Ele, um dos maiores incentivadores nos estudos que eu poderia ter, que também foi meu professor e

infelizmente não está aqui para ver onde cheguei, através do seu ensino. Ela, a maior aproveitadora da vida que eu poderia um dia ter conhecido, como sinto sua falta!

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Lenka, pela paciência, calma, por toda atenção que me destinou, por cada dúvida tirada, pelo ensino, pelo cuidado e por sempre estar disponível quando eu precisei. Seu caráter e estado de espírito, meu ajudaram bastante nesse processo, acalmaram meu coração afoito e aflito.

Aos professores que compõem esta banca, Professor Dr. Daniel, Professora Dra. Ana Cristina e Professora Dra. Larissa, pois todos foram imensamente importantes em minha vida acadêmica, tanto ao conceder-me auxílio e ensino quando precisei, quanto sendo exemplos que eu certamente gostaria e quero de seguir.

A todos meus queridos colegas e amigos de graduação e profissão, em especial às amigas Letícia Melo, Cristianne Pinto, Jadhi Pinho e Helen Muriel, que sempre estiveram por perto quando precisei e me motivaram a continuar nesta caminhada, que me pareceu tão longa e árdua. E aos amigos, Nathália e Família, que foram presentes nas minhas horas mais estressantes, me permitindo ter momentos relaxantes e de descanso.

A toda equipe Animal's Care, em especial à Dra. Ellis Barros que, em vários momentos de desânimo e insegurança, me motivou e me fez entender que eu sou capaz e que conseguiria chegar onde quero.

A uma querida amiga, Nayala Duailibe, que me mostrou na elaboração desse trabalho que esta tarefa poderia ser muito mais tranquila do que parecia, e me forneceu dicas valiosas.

Agradeço à Coordenação do Curso de Medicina Veterinária, nas figuras ilustres do Professor Dr. José Gomes e Professora Dra. Ana Lúcia, por sempre se mostrarem cordiais e confiáveis e sempre me escutaram quando os busquei, e à Secretaria, representada pela querida Patrícia. Paty, você me ajudou demais, mesmo quando você nem imaginou, durante todo o curso, sempre mantendo a paciência e calma, com seu jeito meigo e tranquilo, sanando todos meus questionamentos e dúvidas, você é essencial na Veterinária!

À Universidade Estadual do Maranhão, que me acolheu nestes 5 anos de caminhada, e todos os servidores envolvidos neste processo.

A todos vocês, meu muito obrigada de coração!

EPÍGRAFE

“Combati o bom combate, completei a carreira e guardei a fê!”

II Timoteo 4:7

RESUMO

A água é um bem comum de extenso valor para toda humanidade. É importante para todos ecossistemas e seres vivos e amplamente utilizada em todos os processamentos e indústria de alimentos, tendo requerida sua potabilidade para tal a fim de evitar prejuízos à saúde pública, como as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's). Tendo em vista, a necessidade de uso de água potável nas indústrias alimentícias, não seria diferente em abatedouros. Sendo assim, neste trabalho, buscou-se avaliar o padrão quali-quantitativo da água de múltiplos usos em abatedouros na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. A metodologia consistiu na elaboração e aplicação de questionário a fim de obter informações sobre o abatedouro, tais como espécies abatidas, volume de abates (dia/mês), fonte de água utilizada no uso e consumo do abatedouro, realização e uso de produtos para tratamento da água e dos efluentes, em seguida realização do mapeamento dos pontos de coleta com auxílio da ferramenta de georreferenciamento QGis Versão 3.20.0 em paralelo com o Google Earth Pro. Após isto, foram coletadas amostras de água e encaminhadas às análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*) e físico-químicas (alcalinidade bicarbonatos, alcalinidade carbonatos, alcalinidade hidroxila, alcalinidade total, cálcio, cloretos, cloro livre, cor aparente, condutividade, dureza total, magnésio, potencial hidrogeniônico - pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura, turbidez) em laboratório terceirizado. Tendo em mãos os resultados, foram avaliados quanto ao atendimento ou não dos padrões estabelecidos pelas Portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 (que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017), ambas do Ministério da Saúde, que legislam sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Palavra-chave: Saúde Pública. Potabilidade. Qualidade da água. Microbiologia. Parâmetros físico-químicos. Coliformes Termotolerantes.

ABSTRACT

Water is a common good of extensive value to all humanity. It is important for all ecosystems and living beings and widely used in all food processing and industry, having required its potability to do so in order to avoid harm to public health, such as Foodborne Diseases (DTA's). In view of the need to use potable water in the food industries, it would not be different in slaughterhouses. Thus, in this work, we sought to evaluate the quali-quantitative pattern of water for multiple uses in slaughterhouses in the city of São Luís, in the state of Maranhão. The methodology consisted of preparing and applying a questionnaire in order to obtain information about the slaughterhouse, such as slaughtered species, slaughter volume (day/month), source of water used in the use and consumption of the slaughterhouse, realization and use of products for treatment of water and effluents, then mapping the collection points with the aid of the georeferencing tool QGis Version 3.20.0 in parallel with Google Earth Pro. After this, water samples were collected and sent to microbiological analysis (total coliforms and *Escherichia coli*) and physicochemical (bicarbonate alkalinity, carbonate alkalinity, hydroxyl alkalinity, total alkalinity, calcium, chlorides, free chlorine, apparent color, conductivity, total hardness, magnesium, hydrogen ionic potential - pH, total dissolved solids, temperature, turbidity) in an outsourced laboratory. Having the results in hand, they were evaluated as to whether or not they met the standards established by Consolidation Ordinances GM/MS No. 5, of September 28, 2017 and GM/MS No. 888, of May 4, 2021 (which amends the Annex XX of Consolidation Ordinance GM/MS No. 5, of September 28, 2017), both from the Ministry of Health, which legislate on the control and surveillance procedures for the quality of water for human consumption and its potability standard.

Keyword: Public Health. Potability. Water quality. Microbiology. Physicochemical parameters. Thermotolerant Coliforms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	- Identificação dos pontos amostrais, com coordenadas, do Abatedouro A em São Luís - MA.	25
Figura 2	- Identificação dos pontos amostrais, com coordenadas, do Abatedouro B em São Luís - MA.	25

TABELAS

Tabela 1	- Identificação das amostras e dos pontos de coleta dos abatedouros A e B em São Luís - MA.	22
Tabela 2	- Informações sobre Abatedouros A e B, coletadas com auxílio de questionários.	23
Tabela 3a	- Interpretação dos Resultados das análises microbiológicas por ponto amostral nos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	26
Tabela 3b	- Avaliação de Presença/Ausência de Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> em amostras de água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	27
Tabela 4	- Resultados das análises físico-químicas em amostras de água dos Abatedouro A e B em São Luís - MA.	29
Tabela 5	- Valores de Cloretos em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	32
Tabela 6a	- Valores de Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos em Água do Abatedouro A em São Luís - MA.	34
Tabela 6b	- Valores de Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos em Água do Abatedouro B em São Luís - MA.	34
Tabela 7	- Valores de Cloro Livre em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	36
Tabela 8a	- Valores de Cor Aparente, Turbidez e Ferro em Água do Abatedouro A em São Luís - MA.	37
Tabela 8b	- Valores de Cor Aparente, Turbidez e Ferro em Água do Abatedouro B em São Luís - MA.	37
Tabela 9	- Valores de Gosto em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	38
Tabela 10	- Valores de pH em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	39
Tabela 11	- Valores de Temperatura em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.	40

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	ÁGUA.....	14
2.2	QUALIDADE DA ÁGUA.....	16
2.3	DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS	17
2.4	INDÚSTRIA FRIGORÍFICA E O USO E CONSUMO DA ÁGUA	18
3	OBJETIVOS.....	20
3.1	GERAL.....	20
3.2	ESPECÍFICOS.....	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	ÁREA DE ESTUDO	21
4.2	ESCOLHA DOS PONTOS AMOSTRAIS.....	21
4.3	AMOSTRAGEM DA PESQUISA	21
4.4	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA	22
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
4.6	CONFRONTO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AS LEGISLAÇÕES	23
4.7	ASPECTOS ÉTICOS	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1	PERFIL DOS ABATEDOUROS	23
5.2	GEORREFERENCIAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO	24
5.3	ANÁLISES DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS E FÍSICO-QUÍMICOS	26
5.3.1	Parâmetros Microbiológicos	26
5.3.2	Parâmetros Físico-Químicos.....	29
5.3.2.1	Alcalinidade Bicarbonato, Alcalinidade Carbonato, Alcalinidade Hidroxila e Alcalinidade Total.....	30
5.3.2.2	Dureza Total, Cálcio e Magnésio	31

5.3.2.3	Cloretos	32
5.3.2.4	Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos	33
5.3.2.5	Cloro Livre ou Cloro Residual Livre	35
5.3.2.6	Cor Aparente, Turbidez e Ferro.....	36
5.3.2.7	Gosto ou Sabor	38
5.3.2.8	Potencial Hidrogeniônico (pH)	38
5.3.2.9	Temperatura.....	39
5.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE	45
	A – QUESTIONÁRIO APLICADO NOS ABATEDOUROS.....	46
	ANEXOS	48
	A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	49

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O agronegócio é assaz relevante na economia brasileira e mundial, devido aos diversos agentes envolvidos no sistema, que permitem uma sequência de atividades, geradoras de riqueza entre os elos da cadeia (DA SILVA, 2012).

A Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) em parceria com Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Esalq/USP, afirmaram que entre os segmentos do agronegócio, a agroindústria tem sido a mais prejudicada pelas medidas relacionadas à Covid-19, no entanto apesar disto o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro cresceu 1,65% em agosto de 2020, acumulando crescimento de 8,48% no período, enquanto a agroindústria de base pecuária, cresceu 1,51% em agosto e 12,7% no período (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2020).

A produção animal apresenta relação direta com a situação das bacias hidrográficas, a qual pode ser abordada sob diversos aspectos, sendo que todos giram em torno da situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, antes e após sua utilização nas atividades inerentes a esse setor (OLIVEIRA, 2010).

Conforme Camargo, Henkes e Rossato (2016), as indústrias processadoras de alimentos, especialmente do ramo frigorífico, utilizam alta quantidade de água devido aos padrões higiênico-sanitários das atividades que envolvem diversas etapas de lavagem. Paula et al. (2011) confirma que nestas etapas de lavagem, o consumo de água gira em torno de 50 a 70% e a maior parte deste consumo se refere às etapas de evisceração e o processamento das vísceras.

Bonesi e De Santana (2008) asseguram que a água utilizada na lavagem deve apresentar potabilidade; a sua qualidade físico-química e microbiológica não dispensa a sua cloração, que deve ser monitorada como uma das condições de controle de qualidade do abate.

Os padrões de qualidade recomendados para dessedentação e para o abate e processamento dos produtos pecuários são rigorosos, assim águas poluídas e contaminadas elevarão o custo de produção da proteína animal e limitarão o crescimento das atividades (PALHARES, 2010).

Segundo Rodrigues (2019), a qualidade da carne é uma das principais preocupações

do mercado, visto que os consumidores estão mais exigentes, buscando cada vez mais por alimentos frescos, menos processados e seguros. Tendo em vista esses aspectos, as indústrias de processamento de carne buscam desenvolver, implementar e gerenciar efetivamente os programas de controle de perigos, por meio de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO), Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), o que tem melhorado a qualidade do produto.

Avaliando os aspectos outrora citados e ponderando os agravos que o consumo de carnes contaminadas, por águas de qualidade duvidosa utilizadas no abate de animais, podem causar à Saúde Pública, é perceptível a importância em realizar um estudo desta magnitude, observando o padrão de qualidade presente nas amostras das águas utilizadas nos abatedouros em São Luís - Maranhão, e determinar se estes estão de acordo com o preconizado nas Portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 (que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017), ambas do Ministério da Saúde, que dispõem, respectivamente, sobre a consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde e sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁGUA

Dentre os recursos que a natureza disponibiliza, a água caracteriza-se como o mais importante, sendo indispensável para sobrevivência de todos os organismos. Encontrada principalmente no estado líquido, a água é um recurso natural renovável, por meio do ciclo hidrológico (BRAGA; HESPANHOL; CONEJO, 2005).

A água doce é deveras importante para a vida no planeta. E está intrinsecamente relacionada à saúde e à dignidade da humanidade. Sendo responsável pela variação do clima; manutenção de rios, lagos e oceanos e criando condições para que plantas e animais possam desenvolver, fazendo-se um recurso essencial (RIBEIRO; ROLIM, 2017).

A demanda por recursos hídricos tem se expandido com o aumento das atividades humanas, resultando em preocupações ecológicas e ambientais (MENEZES; BERTOSSI;

SANTOS, 2014). A qualidade da água nos rios, córregos e lagos é resultado das atividades humanas, do uso e ocupação do solo, bem como de condições naturais da bacia hidrográfica. A saúde dos ecossistemas da bacia, terrestres e aquáticos, também tem estreita relação com a qualidade da água disponível para as pessoas e os demais seres vivos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2020).

O progressivo desgaste dos recursos hídricos e a gravidade dos conflitos entre os diversos usuários impulsionam discussões sobre a situação atual e o futuro da água em todo o mundo. Sua disponibilidade é abundante em escala global, porém, em contextos regionais, devido às características naturais e climáticas, podem ser escassos e não se encontram uniformemente distribuídos (WANG; ZHANG; SHAHID, 2016).

Segundo o Senado Federal (2014), em se tratando de água, o Brasil detém o privilégio de abrigar 12% da água doce disponível no globo, sendo que essa participação sobe para 18% quando se considera apenas as águas superficiais — excluindo-se as reservas em aquíferos subterrâneos, os lençóis freáticos. Quanto à sua distribuição, em escala global, a quantidade que se encontra subterrânea corresponde a 1,7% de toda a massa de água do planeta (BRAGA; HESPANHOL; CONEJO, 2005).

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas tem se deteriorado em razão das descargas de contaminantes presentes em fontes pontuais e, também, nas difusas (CASTAÑEDA; PASSOS; BENETTI, 2012). No Brasil, as águas subterrâneas são fundamentais para o abastecimento público (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2005).

A produtividade de poços, acompanhada da disponibilidade hídrica subterrânea no Brasil, tem impulsionado a atividade de exploração dos aquíferos no país para o consumo da água. Estima-se que haja, pelo menos, 416 mil poços no país, e um aumento anual de 10,8 mil novas captações, atendendo entre 30 e 40% da população (HIRATA; ZOBY; OLIVEIRA, 2010).

A água apropriada ao consumo humano, aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde, é denominada como potável. Este padrão é determinado pelo Ministério da Saúde por meio das Portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 (BRASIL, 2017b).

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA

Existem diversas maneiras de se avaliar a qualidade da água nos corpos hídricos, dentre elas as análises físico-químicas se destacam e são largamente utilizadas como parâmetros indicadores da qualidade (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

A qualidade biológica da água é uma questão preocupante em nível mundial, principalmente em relação ao seu uso para o consumo humano, uma vez que a presença de micro-organismos pode causar doenças infecciosas, o que constitui um grande encargo sobre a saúde pública (LIU; JOHNSON; COUSENS, 2012).

Birkheuer et al. (2017) afirmam, que comumente as preocupações com os parâmetros de qualidade da água, são tratadas com mais cautela ao consumo humano e não para utilizada na produção animal, sendo assim, os cuidados com a saúde animal são ignorados, desta forma acarretando no desenvolvimento de doenças que impactam reduzindo a qualidade e a quantidade da produção animal.

A segurança da água potável é afetada pela qualidade percebida pelos sentidos dos consumidores. Se a água apresenta gosto, coloração e/ou odor desagradáveis, mesmo que estes aspectos não ponham a saúde em risco, geram desconfiança ao consumidor, forçando-o à adoção de medidas que, por não estarem submetidas a monitoramento, não oferecem garantia de potabilidade (CASTAÑEDA, 2010).

É perceptível a importância da realização de análises de qualidade da água para seu uso, uma vez que, concentrações de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente, mesmo quando se trata de águas minerais em conteúdo ou vasilhames mal acondicionados (CUNHA; PINHEIRO; SCHULZ, 2011).

Andrietti et al. (2016) afirmam que nas últimas décadas, tem-se observado o crescente aumento de estudos sobre o monitoramento da qualidade da água. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, apenas nove unidades da Federação possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água considerados ótimos ou muito bons; cinco possuem sistemas bons ou regulares; e treze apresentam sistemas fracos ou incipientes (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2005).

A normatização dos padrões de qualidade da água e o seu uso no Brasil é

regulamentada pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005) e a Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021, estabelece procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021).

2.3 DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) são causadas pela ingestão de alimentos e/ou água que contenham agentes etiológicos em certas quantidades que podem afetar a saúde individual ou de uma população (SILVA JÚNIOR, 2014). São mais de 250 tipos de DTA's e a maior parte são infecções causadas por bactérias e suas toxinas, vírus e parasitas. Outras doenças, são envenenamentos causados por toxinas naturais (BRASIL, 2018).

A FAO (2021), em seu último manual técnico, destaca maneiras de evitar os riscos de doenças parasitárias transmitidas por alimentos, como carne de porco, peixes de água doce e crustáceos. Este documento aborda sobre parasitas transmitidos por porcos, como *Taenia solium*, *Trichinella* e *Toxoplasma gondii*, bem como aqueles transmitidos por peixes e crustáceos de água doce crus ou mal cozidos, incluindo *Clonorchis sinensis* e *Opisthorchis viverrini* e *Paragonimus*, e aqueles em vegetais, água e meio ambiente, incluindo *Fasciolíase*.

A transmissão de doenças pelo consumo de produtos de origem animal pode ser veiculada através dos animais que não apresentam condições adequadas de saúde, como os portadores de infecções, bem como pelo contato da carcaça a agentes externos que podem ser microbiológicos, físicos ou químicos (SILVA et al., 2019).

As doenças de veiculação hídrica, consideradas um importante problema de saúde pública, são originadas principalmente do contato com água contaminada com patógenos entéricos. Em países em desenvolvimento, tanto adultos como crianças sofrem de doenças diarreicas infecciosas, sendo a água a principal fonte de exposição (GRUBER; ERCUMEN; JR, 2014).

A maioria das doenças transmitidas pela água é causada por micro-organismos presentes em reservatórios de água, a contaminação dos mesmos por fezes humanas ou de animais. A forma mais comum de contaminação é através da ingestão, seja diretamente bebendo água contaminada ou pelo consumo de alimentos lavados com água infectada (SILVEIRA; LIMA; RODRIGUES, 2019). De acordo com Bier et al. (2018), a contaminação

cruzada por bactérias patogênicas através de utensílios utilizados durante o manuseio da carne é um importante fator no desenvolvimento de doenças veiculadas por alimentos.

As bactérias do grupo coliforme são frequentemente utilizadas para a avaliação da qualidade microbiológica da água, sendo que, desse grupo, a presença de *Escherichia coli*, uma bactéria termotolerante de origem exclusivamente fecal, possui uma grande importância clínica (GRUBER; ERCUMEN; JR, 2014).

2.4 INDÚSTRIA FRIGORÍFICA E O USO E CONSUMO DA ÁGUA

De acordo com o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, exposto pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por abatedouro frigorífico o estabelecimento destinado ao abate de animais produtores de carne, à recepção, manipulação, acondicionamento, rotulagem, armazenagem e à expedição de produtos oriundos do abate, dotado de instalações de frio industrial (BRASIL, 2017a).

A indústria frigorífica de carne bovina tem grande importância no cenário econômico do país tendo movimentado cerca de R\$ 618,50 bilhões em 2019. O Brasil é o primeiro maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina, representando 13% de toda a produção mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, 2020). A indústria frigorífica é um mercado que está em constante crescimento, segundo a OECD-FAO (2015) estima-se que para 2024, o consumo de carne bovina no Brasil atinja cerca de 42,3 kg por pessoa ao ano.

A qualidade é a competência mais almejada nas indústrias de alimentos. Isso se deve às exigências dos consumidores, mercados mais competitivos e leis mais rígidas. Um dos setores da indústria alimentícia que têm a qualidade exigida de forma mais rigorosa pelos órgãos governamentais é o setor da indústria frigorífica, por isso estas têm investido intensamente na qualidade para se manterem competitivos (ALVES, 2017).

Na indústria em geral, o grande consumo de água está voltado para as funções ou equipamentos responsáveis pela transferência de energia (SOUZA; ORRICO, 2016). O uso elevado da água na indústria frigorífica está associado a padrões sanitários de higiene, aplicado principalmente em atividades como: consumo animal, lavagem dos animais, lavagem dos caminhões, lavagem de carcaças, incluindo vísceras e intestinos, movimentação de subprodutos e resíduos, limpeza e esterilização de facas e equipamentos, limpeza de pisos,

paredes, equipamentos e bancadas, geração de vapor e resfriamento de compressores (PACHECO; YAMANAKA, 2008).

As operações de limpeza são as principais responsáveis pelo alto consumo de água em matadouros, devido à necessidade que os pisos das áreas de processos possuem em ser lavados e sanitizados ao menos uma vez por dia. A água consumida nas operações de limpeza e lavagem das carcaças representa mais de 80% da água utilizada e do volume de efluente gerado (NOVAES, 2016).

Segundo Bonesi e De Santana (2008), o banho de aspersão dos animais é realizado assim que o lote é liberado pelo órgão de fiscalização sanitária, desta forma passarão por lavagem com água hiperclorada sob pressão de 3 atmosfera para proporcionar máxima retirada possível das sujidades presentes na pele. Após este banho, os animais permaneçam por alguns segundos para escorrer e eliminar o excesso de água presente na pele antes de adentrar ao box de atordoamento.

Os processos de insensibilização do animal requerem o uso de técnicas que produzem efeitos colaterais provocando o vômito (refluxo rumenal) e estimulando involuntariamente em alguns animais, a defecação requerendo a lavagem da área comprometida com jatos de água que também devem se estender à região do períneo, evitando provocar pontos de contaminação pela água que escorre principalmente, quando se procede a sangria. Na etapa final do abate, a lavagem tem como finalidade promover a retirada de materiais aderidos à carcaça como sangue e restos de tecidos (BONESI; DE SANTANA, 2008).

Além da quantidade, outro aspecto importante é a qualidade da água a ser empregada no setor industrial que, conforme o segmento, pode utilizar esse recurso hídrico com características bastante variadas (SOUZA; ORRICO, 2016). A água utilizada na lavagem deve apresentar potabilidade; a sua qualidade físico-química e microbiológica não dispensa a sua cloração, que deve ser monitorada como uma das condições de controle de qualidade do abate (BONESI; DE SANTANA, 2008).

Para o Brasil, um dos maiores produtores e exportadores mundiais de proteínas, a oferta de produtos seguros e sustentáveis tornou-se um dos compromissos elementares que garantiram seu acesso e manutenção no mercado global (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2020).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar quali-quantitativamente a água de múltiplos usos em abatedouros de São Luís – Maranhão.

3.2 ESPECÍFICOS

- Elaborar e aplicar questionário a fim de obter informações sobre o abatedouro, tais como espécies abatidas, volume de abates (dia/mês), fonte de água utilizada no uso e consumo do abatedouro, realização e uso de produtos para tratamento da água e dos efluentes;
- Executar Georreferenciamento dos pontos amostrais onde ocorreram as coletas de amostras de água por meio do Aplicativo Google Earth Pro, ferramenta de uso gratuito da Google em paralelo com Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGis Versão 3.20.0, ferramenta de Georreferenciamento;
- Avaliar parâmetros microbiológicos (contagem de coliformes totais e *Escherichia coli*), a partir de resultados de análises realizadas por laboratório terceirizado, da água utilizada em abatedouros em São Luís – Maranhão;
- Avaliar parâmetros físico-químicos (alcalinidade bicarbonatos, alcalinidade carbonatos, alcalinidade hidroxila, alcalinidade total, cálcio, cloretos, cloro livre, cor aparente, condutividade, dureza total, ferro, gosto, magnésio, potencial hidrogeniônico - pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez), a partir de resultados de análises realizadas por laboratório terceirizado, da água de múltiplos usos em abatedouros em São Luís – Maranhão;
- Confrontar resultados obtidos nas análises microbiológicas e físico-químicas com a legislação vigente: Portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 (que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017), ambas do Ministério da Saúde, que dispõem, respectivamente, sobre a consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde e sobre os procedimentos de

controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi executado na última quinzena do mês de junho de 2021 em dois abatedouros frigoríficos na cidade de São Luís no estado do Maranhão, que identificaremos como Abatedouro A e Abatedouro B.

A caracterização da área de estudo foi realizada por meio da análise de imagens obtidas por satélites, com a utilização de softwares de georreferenciamento (QGis Versão 3.20.0 e Google Earth Pro) e visitas em campo.

O procedimento metodológico consistiu na elaboração e aplicação de questionário a fim de obter informações sobre o abatedouro, tais como espécies abatidas, volume de abates (dia/mês), fonte de água utilizada no uso e consumo do abatedouro, realização e uso de produtos para tratamento da água e dos efluentes, acompanhada de coletas de amostras de água para análises microbiológica e físico-química. Esta forma de levantamento de dados permitiu obter os aspectos do uso e ocupação da área do abatedouro e dos pontos de coletas de água.

4.2 ESCOLHA DOS PONTOS AMOSTRAIS

Em visitas aos abatedouros e sob acompanhamento e supervisão dos responsáveis técnicos de cada um, foram selecionados cinco pontos amostrais em cada abatedouro, sendo 10 (dez) pontos totais para avaliação. Os locais de coletas, em cada abatedouro, foram escolhidos aleatoriamente, no entanto, preconizando 1 ponto mais próximo da origem da rede de distribuição, 3 pontos intermediários no percurso e 1 ponto o mais distante possível da origem.

4.3 AMOSTRAGEM DA PESQUISA

Antes de proceder as coletas, realizou-se calçamento de luvas e posteriormente, a torneira foi aberta para o escoamento da água durante três minutos, conforme descrito pelo Manual de Coletas de Amostras de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2020). A seguir,

realizou-se coleta da água em frasco de polietileno estéril e tampou-se a fim de conseguir o melhor lacramento possível.

Para análises microbiológicas foram coletados 300 mL de água e para análises físico-químicas, 500 mL, em embalagens distintas. Imediatamente após a coleta, as amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa térmica, com bolsas térmicas gel, até a chegada ao laboratório. As amostras foram levadas ao laboratório duas horas após a coleta. As análises foram processadas no prazo máximo de 24 horas após a coleta das amostras. O dia da coleta estava ensolarado, sem vestígios de chuva iminente. As amostras foram identificadas conforme tabela abaixo.

Tabela 1 - Identificação das amostras e dos pontos de coleta dos abatedouros A e B em São Luís - MA.

Identificação das amostras	Abatedouro A (Pontos de Coleta)	Abatedouro B (Pontos de Coleta)
P1	Torneira da Sala de Abate	Poço
P2	Torneira do Curral	Torneira da Sala de Abate Bovinos
P3	Poço	Torneira do Bebedouro
P4	Torneira do Bebedouro	Torneira da Fateria - Bovinos
P5	Torneira da Fateria	Torneira da Sala de Abate Suínos

Fonte: Elaboração própria.

4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

As análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*) e físico-químicas (alcalinidade bicarbonatos, alcalinidade carbonatos, alcalinidade hidroxila, alcalinidade total, cálcio, cloretos, cloro livre, cor aparente, condutividade, dureza total, ferro, gosto, magnésio, potencial hidrogeniônico - pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez) foram efetivadas em laboratório terceirizado. O mesmo informou que, as análises foram realizadas de acordo com os métodos do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23º Edição, 2017.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados passaram por análise estatística descritiva. Foi calculado o desvio padrão entre os resultados encontrados nas análises microbiológicas e físico-químicas, com auxílio do programa Graph Pad Prism 8.0.

4.6 CONFRONTO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AS LEGISLAÇÕES

Os dados obtidos após as análises foram confrontados com as portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021, ambas do Ministério da Saúde. As informações obtidas foram armazenadas em bancos de dados do Excel, ordenadas e apresentadas em tabelas e figuras, ao longo do trabalho, de maneira a permitir uma boa visualização dos resultados.

4.7 ASPECTOS ÉTICOS

Ressalta-se que a pesquisa foi conduzida de acordo com os preceitos éticos. Foram respeitados todos os aspectos da Resolução Nº 196 de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde ^(CNS). O Projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), por meio da Plataforma Brasil.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PERFIL DOS ABATEDOUROS

Com o auxílio dos questionários foi possível realizar levantamento de informações consistentes, as quais estão descritas na tabela a seguir.

Tabela 2 – Informações sobre Abatedouros A e B, coletadas com auxílio de questionários.

Informação	Abatedouro A	Abatedouro B
Espécies Abatidas	Bovinos	Bovinos, Bubalinos, Suínos, Caprinos e Ovinos
Abates por dia	90 bovinos/dia	90 bovinos/dia, 25 suínos/dia, 50

Informação	Abatedouro A	Abatedouro B
Abates por mês	2610 em média/mês	3645 em média/mês
Fonte de Abastecimento	Poço Artesiano de 82 m de profundidade	Poço Artesiano de 60 m de profundidade
Frequência de realização de testes de qualidade da água	Obrigatoriamente a cada 6 meses, para os parâmetros avaliados neste estudo	Obrigatoriamente a cada 6 meses, para os parâmetros avaliados neste estudo
Tratamentos e frequência na água	Cloração constante (não informou a frequência)	Cloração semanalmente
Presença de fossas assépticas nas dependências	Informou que não há	Duas fossas há 50 metros das instalações do abatedouro
Usa instrumentos para distribuição de água	Sim, mangueiras e torneiras	Sim, mangueiras e torneiras.
Presença de reservatórios para água	Não informou	Duas caixas, uma de 40 mil litros e outra de 20 mil litros
Tratamento de efluentes	Tratamento biológico (não informou se por empresa terceirizada ou próprio)	Tratamento em Estação de Tratamento própria

Fonte: Elaboração própria.

*Animais abatidos esporadicamente

5.2 GEORREFERENCIAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

Com o propósito de obter maior precisão nas coordenadas dos pontos de coleta, procedeu-se com identificação das coordenadas geográficas via GPS no aplicativo Google Earth (versão mobile para iOS) nos locais acima informados, as quais foram repassadas para o

Google Earth Pro (versão para desktop), onde obteve-se imagens em formato .jpeg em resolução 4K UHD (3840x2160) das áreas dos Abatedouros A e B. Estas imagens foram inseridas no Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGis Versão 3.20.0, em banco de dados na projeção UTM, onde foi possível adicionar pontos de referência conhecidos e georreferenciá-los. Tendo feito isto, foi possível inserir as coordenadas geográficas dos pontos amostrais e identificá-los conforme Tabela 1, e observá-los assinalados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Identificação dos pontos amostrais, com coordenadas, do Abatedouro A em São Luís - MA.



Fonte: Google Earth/ Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGis 3.20.0.

Figura 2 - Identificação dos pontos amostrais, com coordenadas, do Abatedouro B em São Luís - MA.



Fonte: Google Earth/ Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGis 3.20.0.

5.3 ANÁLISES DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

Os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas da matriz água de múltiplos usos encontram-se dispostos em tabelas e foram interpretados mediante a verificação do atendimento ou não aos padrões legais vigentes.

Neste estudo, foram consideradas: água para consumo humano (bebedouros), uso em lavagem e higienização das áreas de abate e fatarias, uso em lavagem de carcaças, lavagem e resfriamento de vísceras, água para higienização de mãos dos manipuladores, equipamentos e utensílios, água para consumo animal e água dos poços.

5.3.1 Parâmetros Microbiológicos

Utilizou-se como padrão para análise dos resultados, os parâmetros microbiológicos estabelecidos pelas Portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021.

Avaliando os resultados obtidos percebeu-se que, seis entre dez amostras analisadas não atenderam aos padrões legais (Tabelas 3), mostrando contaminação por coliformes totais e/ou *E. coli*. O Ministério da Saúde permite que, em comunidades com menos de 20.000 habitantes abastecidas por sistemas ou soluções alternativas coletivas, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo (BRASI, 2017). No entanto, não se configura esta situação aqui, uma vez que a água em ambos abatedouros é originada em poços artesianos próprios e não por concessionárias de água e esgotos.

Tabela 3a – Interpretação dos Resultados das análises microbiológicas por ponto amostral nos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Ponto Amostral	Local da Coleta	Interpretação do Resultado
P1 (Abatedouro A)	Sala de Abate	Atende
P2 (Abatedouro A)	Curral	Atende
P3 (Abatedouro A)	Poço	Não Atende
P4 (Abatedouro A)	Bebedouro	Não Atende
P5 (Abatedouro A)	Fateria	Atende

Ponto Amostral	Local da Coleta	Interpretação do Resultado
P1 (Abatedouro B)	Poço	Atende
P2 (Abatedouro B)	Sala de Abate Bovinos	Não Atende
P3 (Abatedouro B)	Bebedouro	Não Atende
P4 (Abatedouro B)	Fateria Bovinos	Não Atende
P5 (Abatedouro B)	Sala de Abate Suínos	Não Atende

Fonte: Elaboração própria.

Também se observou que, a amostra no ponto P3 (Poço) do Abatedouro A não atendeu aos padrões legais, enquanto que outros pontos abastecidos por este como P1 (Sala de Abate), P2 (Curral) e P5 (Fateria) mostraram-se atendendo aos padrões, pode-se deduzir a existência de um reservatório, como caixa ou cisterna, usado para distribuir água, portando algum tratamento não usado no poço, ou a amostra do ponto P3 (Poço) pode ter sofrido algum tipo de contaminação na coleta ou transporte.

Tabela 3b – Avaliação de Presença/Ausência de Coliformes Totais e *Escherichia coli* em amostras de água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Local da Coleta	Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>
Sala de Abate - Bovinos (Abatedouro A)	Ausência	Ausência
Curral (Abatedouro A)	Ausência	Ausência
Poço (Abatedouro A)	Presença	Ausência
Bebedouro (Abatedouro A)	Presença	Ausência
Fateria (Abatedouro A)	Ausência	Ausência
Poço (Abatedouro B)	Ausência	Ausência
Sala de Abate - Bovinos (Abatedouro)	Presença	Presença
Bebedouro (Abatedouro B)	Presença	Ausência
Fateria (Abatedouro B)	Presença	Presença
Sala de Abate - Suínos (Abatedouro B)	Presença	Ausência

Fonte: Elaboração própria.

Importante ressaltar que, entre todas as amostras que não atenderam o padrão percebeu-se presença de coliformes totais e em duas delas, foi observada presença de *E. coli*, conforme pode-se observar na tabela abaixo.

Logo, é possível afirmar que 60% do total de amostras encontrava-se contaminadas por coliformes totais e em 20% do total de amostras notou-se presença de *E. coli*, constatando que estas apresentavam-se inadequadas para uso.

Resultados superiores a estes foram encontrados por Saraiva, Alves e Costa (2008) quando realizaram análise da qualidade higiênico-sanitária da água utilizada em abatedouros de bovinos e suínos, onde, dentre 54 amostras analisadas, 52 (96,29%) mostravam-se fora do padrão para coliformes totais enquanto 31 (57,40%) estavam fora do padrão para coliformes termotolerantes, valendo ressaltar que a *E. coli*, pertence a este grupo.

Em contrapartida, Chaves et al. (2012), em seu estudo sobre a qualidade bacteriológica e físico-química da água de poços para consumo humano no estado do Maranhão, encontrou resultados inferiores e adjacentes, onde 40,38% de suas amostras se encontravam contaminadas por coliformes totais e 11,53% por *E. coli*.

Schüller, Santos e Mancuso (2020), avaliando águas subterrâneas de áreas próximas a aterros, observaram que coliformes estiveram presentes em todas as amostras coletadas dos poços, exceto em uma, o que atribuíram a ineficiência na coleta do chorume nos aterros, pois outros elementos avaliados também estavam com valores alterados e muito acima do permitido pela legislação.

Quanto ao atendimento à legislação vigente, do total de dez amostras analisadas, seis (60%) não atenderam à legislação, considerando que a Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 determina a ausência de coliformes termotolerantes ou *E. coli* em água de consumo humano, deste modo alerta-se para o risco de contaminação das carcaças e vísceras destinadas ao consumo humano e transmissão de doenças de veiculação hídrica (DTA's) (BRASIL, 2021).

Com base nas informações recebidas dos responsáveis técnicos, esperava-se encontrar resultados satisfatórios e em conformidade com os exigidos nas legislações para análises destes parâmetros, expondo o cuidado com a qualidade da água utilizado nesses abatedouros. No entanto, Chaves et al. (2012) afirmam que garantir fontes de água de boa

qualidade é uma tarefa difícil e estando a qualidade da água diretamente ligada a saúde pública, determinar e controlar suas características microbiológicas e físico-químicas se faz necessário para garantir a segurança ao consumo pela população.

5.3.2 Parâmetros Físico-Químicos

Para avaliação físico-química da água, foram avaliados dezessete parâmetros, sendo eles: alcalinidade bicarbonatos, alcalinidade carbonatos, alcalinidade hidroxila, alcalinidade total, cálcio, cloretos, cloro livre, cor aparente, condutividade, dureza total, ferro, gosto, magnésio, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez. Os resultados das análises encontram-se dispostos nas tabelas 4a e 4b e foram interpretados mediante verificação do atendimento ou não aos padrões legais vigentes.

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas em amostras de água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Ponto Amostral	Local da Coleta	Interpretação do Resultado
P1 (Abatedouro A)	Sala de Abate	Não Atende
P2 (Abatedouro A)	Curral	Não Atende
P3 (Abatedouro A)	Poço	Atende
P4 (Abatedouro A)	Bebedouro	Não Atende
P5 (Abatedouro A)	Fateria	Não Atende
P1 (Abatedouro B)	Poço	Atende
P2 (Abatedouro B)	Sala de Abate Bovinos	Não Atende
P3 (Abatedouro B)	Bebedouro	Não Atende
P4 (Abatedouro B)	Fateria Bovinos	Não Atende
P5 (Abatedouro B)	Sala de Abate Suínos	Não Atende

Fonte: Elaboração própria.

Mediante o exposto, é possível perceber que a qualidade físico-química da água, em ambos os poços, encontra-se em condições satisfatórias de uso e conforme estabelecido em lei, no entanto o não atendimento aos padrões nos demais pontos pode-se atribuir a falhas de

integridade das redes de distribuição para as demais áreas do abatedouro.

5.3.2.1 Alcalinidade Bicarbonato, Alcalinidade Carbonato, Alcalinidade Hidroxila e Alcalinidade Total

A alcalinidade é representada pela presença dos íons hidroxila (OH^-), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-) na água (BRASIL, 2014). Em águas naturais, as medidas da alcalinidade têm grande importância para o estudo de produtividade biológica, pois condicionam basicamente os demais processos físico-químicos em um corpo d'água, afetando a atividade biológica dos organismos aquáticos. Em águas de abastecimento e águas residuárias, as medidas de alcalinidade são utilizadas na interpretação e no controle de processos de tratamento (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Segundo Silveira (2007), o conhecimento das concentrações destes íons permite a definição de dosagens de agentes flocculantes e fornece informações sobre as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. A medida da alcalinidade é de essencial importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a quantidade dos produtos químicos utilizados (BRASIL, 2014). Apesar da importância deste, a legislação brasileira não estabelece limite.

Na avaliação desses parâmetros em nosso estudo, encontrou-se valores **< 21 mg/L** para todas as amostras analisadas. A Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2014) afirma que a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 .

Garcia e Barreto (2010), ao analisarem a qualidade da água do açude Buri em Frei Paulo - Sergipe, mediram altos valores de alcalinidade (88 mg/L a 176,6 mg/L) e observaram que este parâmetro é maior no período seco do que chuvoso, quando os valores foram menores (13,2 mg/L a 13,8 mg/L). Já Piratoba et al. (2017) encontraram valores distintos, quando realizaram análises de alcalinidade, neste caso os teores médios da alcalinidade no período menos chuvoso foram de 16,36 a 18,51 mg/L de CaCO_3 , e para o período chuvoso de 16,7 a 17,71 mg/L de CaCO_3 , porém ainda corroboram com Garcia e Barreto (2010) quando disseram que a alcalinidade foi maior para o período menos chuvoso. Este fato sugere que em outros períodos do ano, poder-se-ia encontrar valores diferentes, em nosso estudo, para este parâmetro.

As portarias de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 e GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021, não estabelecem padrão para alcalinidade, porém valores elevados de alcalinidade estão associados a presença de processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2) na água (BRASIL, 2014), o que não se configura neste caso. Desta forma pode-se considerar que as apurações estão dentro dos padrões normais observados pela Fundação Nacional da Saúde.

5.3.2.2 Dureza Total, Cálcio e Magnésio

A dureza é a concentração de cátions metálicos em solução. Os cátions frequentemente associados à dureza são cálcio e magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}), e em menor escala ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}). A origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais). A dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO_3) (BRASIL, 2014).

Para águas de abastecimento, o padrão de potabilidade estabelece o limite de 300 mg/L CaCO_3 (BRASIL, 2021). Águas de elevada dureza, ricas em sais de cálcio e magnésio e, menos frequentemente, de ferro e alumínio podem ser bastante incrustantes. Esses sais podem ocorrer naturalmente na água bruta ou serem consequência de dosagens elevadas dos produtos químicos usualmente empregados no tratamento (BRASIL, 2014).

O parâmetro dureza total mostrou-se dentro dos padrões estabelecidos, pois todas as amostras, apresentaram valores **< 19,00 mg/L** de CaCO_3 , uma vez que a legislação permite limites máximos de 300 mg/L. Valores semelhantes foram encontrados por Piratoba et al. (2017), que descreveram valores da dureza entre 16,21 e 17,52 mg/L de CaCO_3 para o período pouco chuvoso e 12,55 a 12,64 mg/L de CaCO_3 para o período chuvoso, sendo menores para o último. Resultados mais robustos foram reportados por Paiva e Souza (2010) em um estudo no rio Riachão em Caatiba - BA, onde encontraram teores de 18,2 a 45,6 mg/L de CaCO_3 .

O parâmetro cálcio mostrou valores **< 12,00 mg/L** de Ca para todas amostras analisadas, porém é inexistente legislação que disponha sobre valores limítrofes para estes parâmetros, desta forma não será possível confrontar os valores encontrados com a legislação vigente. No entanto, trabalhos como o de Piratoba et al. (2017), que encontraram valores

médios entre 1,89 e 2,54 mg/L de Ca (período menos chuvoso) e 0,57 a 0,81 mg/L de Ca (período chuvoso), e de Kemerich et al. (2012) que reportaram teores de 4,65 a 17,85 mg/L de Ca, na água subterrânea de área ocupada por cemitério em Santa Maria – RS, confirmam valores compatíveis aos encontrados por este trabalho.

Para o parâmetro magnésio, os valores foram semelhantes ao cálcio, apresentando-se < **12,00 mg/L** de Mg. Da mesma forma que o cálcio, não há na legislação limites estabelecidos. Paulos (2008), em um de seus estudos apontou que alguns constituintes das águas minerais como o magnésio e o cálcio presentes em grandes quantidades nas águas minerais naturalmente gaseificadas e bicarbonatadas podem influenciar na composição da urina, reduzindo ainda mais o risco do aparecimento de cálculos.

5.3.2.3 Cloretos

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais. Em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (BRASIL, 2014).

Estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L, na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (BRASIL, 2013).

A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/L (BRASIL, 2013). Os resultados para este parâmetro, encontram-se descritos nas tabelas abaixo.

Tabela 5 – Valores de Cloretos em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4	P5
Cloretos (Abatedouro A)	105,6 mg/L	105,6 mg/L	< 25 mg/L	59,52 mg/L	57,6 mg/L
Cloretos (Abatedouro B)	< 25 mg/L	< 25 mg/L	< 25 mg/L	< 25 mg/L	< 25 mg/L

Fonte: Elaboração própria.

A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, estabelece o teor máximo de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável (BRASIL, 2021). Logo, os resultados apontaram valores dentro dos padrões exigidos. As amostras que mostraram valores mais elevados foram a P1 e P2 do Abatedouro A, porém nenhuma delas aproximou-se dos valores encontrados por Chaves et al. (2012) em um estudo análogo, mostrando níveis de cloreto acima do recomendado em 4,80% das amostras, com valores que variaram de 699,8 a 944,71 mg/L de cloreto.

5.3.2.4 Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos

A condutividade da água depende da quantidade de íons dissolvidos por unidade de volume e representa o fluxo de corrente elétrica na água. Dessa forma, medir a condutividade elétrica de uma amostra é quantificar um grande número de compostos nela contido, os quais, em solução, permitem a passagem da eletricidade (LEITE, 2021). A condutividade elétrica pode ser expressa por diferentes unidades e, principalmente, por seus múltiplos. No Sistema Internacional de Unidades (S.I.), é reportada como Siemens por metro (S/m). Entretanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente microSiemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou miliSiemens por centímetro (mS/cm) (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

A condutividade elétrica da água deve ser expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m) (BRASIL, 2014).

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) (PACHECO; YAMANAKA, 2008). Os Sólidos Totais são um importante parâmetro para definir as condições ambientais baseadas nas premissas de que estes sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

Segundo Parron, Muniz e Pereira (2011), uma das formas de estimar os sólidos totais dissolvidos (STD) é através da conversão da medida de condutividade elétrica (CE). Para converter a condutividade elétrica da amostra em concentração aproximada de sólidos totais dissolvidos, o valor de condutividade elétrica é multiplicado por um fator de conversão, que depende da composição química da STD e pode variar entre 0,54 e 0,96.

Os resultados encontrados para condutividade foram discrepantes entre os abatedouros A e B, chegando a valores 5 vezes maiores no Abatedouro A.

Tabela 6a – Valores de Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos em Água do Abatedouro A em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Condutividade	500,00	530,00	520,00	360,00	570,00
	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm
Sólidos Totais Dissolvidos	250,00	260,00	250,00	170,00	230,00
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6b – Valores de Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos em Água do Abatedouro B em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Condutividade	100,00	90,00	110,00	90,00	100,00
	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm
Sólidos Totais Dissolvidos	50,00 mg/L	45,00 mg/L	50,00 mg/L	45,00 mg/L	55,00 mg/L

Fonte: Elaboração própria.

O Ministério da Saúde afirma que, as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, em contrapartida, ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 µS/cm (BRASIL, 2014). O que nos induz pensar que o Abatedouro A, pode ter indícios de contaminação semelhantes aos descritos pelo Ministério da Saúde, além de que valores altos de condutividade podem atribuir características corrosivas à água.

Valores superiores aos apresentados pelo Abatedouro B, também foram descritos por Oliveira, Santos e Lima (2017), em seu trabalho sobre a avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas – Maranhão, onde os valores de condutividade evidenciaram a alta condutividade elétrica em todas as amostras com variações entre 122,9 e 333,0 µS/cm, levando os autores a classificarem o riacho como ambiente impactado.

Da mesma forma que a condutividade, os sólidos totais dissolvidos apresentaram resultados bem discordantes entre os abatedouros, no entanto apresentando-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, que determina valores máximos de 1000 mg/L, já que essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água.

Piratoba et al. (2017) reportam em seu estudo, teores médios dos STD bem inferiores aos encontrados aqui, com valores entre 16,28 e 27,05 mg/L para o período menos chuvoso e entre 10,38 a 13,35 mg/L no período chuvoso.

5.3.2.5 Cloro Livre ou Cloro Residual Livre

O cloro constitui o mais importante dentre todos os elementos utilizados na desinfecção da água (BRASIL, 2014).

Além de agente desinfetante, o cloro é utilizado na eliminação de odores e sabores da água, auxiliando também no combate a proliferação de algas e eliminação de matéria orgânica pela coagulação, não é nocivo ao homem na dosagem requerida para desinfecção, é econômico, não altera outras qualidades da água depois de aplicado, não requer operação complexa para sua aplicação e mantém um residual ativo na água, isto é, sua ação continua depois de ser aplicado (BRASIL, 2014).

A quantidade de cloro na água como Cl_2 (cloro elementar), HOCl (ácido hipocloroso) e OCl^- (íon hipoclorito) é denominada de cloro residual livre e é de extrema importância na inibição do crescimento bacteriano (BRASIL, 2014).

A análise do cloro residual livre é do tipo colorimétrica utilizada para acompanhamento do processo de desinfecção da água, atuando sobre microrganismos patogênicos. O resultado é expresso em mg/L de cloro residual livre (BRASIL, 2014).

O Ministério da Saúde em seu Art. 34º da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, determina que “é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede)”, não sendo aceito como potável a água que apresentar menor concentração, uma vez que estará susceptível a contaminação microbiana (BRASIL, 2017b).

Tabela 7 – Valores de Cloro Livre em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Cloro Livre (Abatedouro A)	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L
Cloro Livre (Abatedouro B)	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L

Fonte: Elaboração própria.

As amostras mostraram valores para cloro livre **<0,10 mg/L**, abaixo do padrão exigido, pelo Ministério da Saúde. Essa não conformidade pode colocar em risco a população que utiliza estas águas, como é o caso dos funcionários destes abatedouros, podendo levá-los a acometimento de doenças de transmissão hídrica. Resultados semelhantes e inferiores foram encontrados por Moraes et al. (2016), em três pontos de coleta em seu estudo sobre a qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil, com valores variando entre 0,04 a 0,19 mg/L.

5.3.2.6 Cor Aparente, Turbidez e Ferro

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como substâncias húmicas, taninos e também 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 (BRASIL, 2014).

Na água também é possível encontrar minúsculas partículas com dimensões inferiores a 1 µm, denominadas coloides que possuem origem orgânica ou mineral que determinam a cor aparente da água (PIRATOBA et al., 2017).

Além da cor, a turbidez da água também é um parâmetro importante e pode ser definido como a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. Esta dificuldade tem origem devido a presença de materiais sólidos presentes na água e que se encontram em suspensão, como pela presença de algas, matéria orgânica, minerais como ferro, zinco e manganês, argilas e coloides (CORREIA; BARROS; SILVA, 2008).

Tabela 8a – Valores de Cor Aparente, Turbidez e Ferro em Água do Abatedouro A em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Cor Aparente	2,0 mg/L	2,0 mg/L	2,0 mg/L	2,0 mg/L	2,0 mg/L
Turbidez	0,4 NTU	1,0 NTU	0,3 NTU	0,4 NTU	0,5 NTU
Ferro	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8b – Valores de Cor Aparente, Turbidez e Ferro em Água do Abatedouro B em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Cor Aparente	2,0 mg/L	2,0 mg/L	2,0 mg/L	2,0 mg/L	3,0 mg/L
Turbidez	0,4 NTU	0,4 NTU	0,8 NTU	0,4 NTU	0,8 NTU
Ferro	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar, todos os valores encontrados se mantiveram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde. O Ministério da Saúde, dispõe que a os valores máximos para cor aparente, turbidez e ferro, respectivamente sejam de 15 (quinze) unidades Hazen (1 uH = 1 mg Pt-Co/L), 5 (cinco) unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU) e 0,3 mg/L (BRASIL, 2021).

Barboza et al. (2021) em seu estudo avaliando a qualidade da água de abastecimento de um abatedouro-frigorífico no município de Castanhal, Pará, de janeiro e dezembro de 2019, encontrou valores superiores para cor aparente, os quais variavam entre 4,25 mg/L (uH) e 10,25 mg/L (uH). Os níveis de turbidez, neste mesmo estudo, seguiram numa escala que variou entre 0,90 NTU e 3,58 NTU.

Percebeu-se que o parâmetro ferro, manteve-se constante para ambos abatedouros e dentro do padrão estabelecido pela legislação, onde refere que seu valor máximo permitido é 0,3 mg/L, porém são permitidos valores superiores aos valores máximos permitidos estabelecidos no Anexo 11, desde que as concentrações de ferro não ultrapassem 0,4 mg/L, e os demais padrões estejam dentro de seus valores máximos permitidos (BRASIL, 2021).

5.3.2.7 Gosto ou Sabor

A conceituação de sabor envolve uma interação de gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor. No entanto, genericamente usa-se a expressão conjunta: sabor e odor. Sua origem está associada tanto à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos, quanto à atuação de alguns micro-organismos, notadamente algas (BRASIL, 2014).

Vale destacar que substâncias altamente deletérias aos organismos aquáticos, como metais pesados e alguns compostos organossintéticos, não conferem nenhum sabor ou odor à água. Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade exige que a água seja completamente inodora (BRASIL, 2014).

Tabela 9 – Valores de Gosto em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Gosto (Abatedouro A)	1 intensidade	1 intensidade	1 intensidade	1 intensidade	1 intensidade
Gosto (Abatedouro B)	1 intensidade	1 intensidade	1 intensidade	1 intensidade	1 intensidade

Fonte: Elaboração própria.

Para o parâmetro gosto, o Ministério da Saúde determinou limite máximo de 6 intensidades (BRASIL, 2017b). Logo, as amostras de água coletadas apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

5.3.2.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos (BRASIL, 2014).

A determinação do pH é fator primordial nos processos de coagulação, desinfecção e

abrandamento das águas, no controle da corrosão e no tratamento dos esgotos e despejos industriais. A desinfecção das águas se processa melhor em pH ácido do que em pH alcalino. Geralmente em águas alcalinas o consumo de cloro é maior (BRASIL, 2014).

O intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela Portaria N°888 do Ministério da Saúde, é de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2021). Este parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição (BRASIL, 2014).

Tabela 10 – Valores de pH em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
pH (Abatedouro A)	3,40	3,60	3,70	4,50	3,40
pH (Abatedouro B)	3,30	3,80	4,10	4,00	3,70

Fonte: Elaboração própria.

Avaliando os resultados, constatou-se haver alteração quanto aos valores do potencial hidrogeniônico (pH), estando todas as amostras com pH abaixo de 6,0, o que implica dizer que as amostras de água coletadas possuem caráter ácido, totalmente fora dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2021).

Os resultados de Leite (2021) corroboram com este estudo, onde os valores referentes ao parâmetro pH encontrados apontam que a água do poço possui caráter ácido em uma faixa que permite o desenvolvimento de bactérias anaeróbias, dentre elas as bactérias redutoras de sulfatos.

Em contrapartida, estudo conduzido por Chaves et al. (2012), avaliando a qualidade bacteriológica e físico-química da água de poços para consumo humano no estado do Maranhão, constatou-se não haver alteração quanto aos valores do potencial hidrogeniônico (pH), estando todas as amostras coletadas com pH na faixa de 6,0 a 9,0, conforme preconizado pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2017b).

5.3.2.9 Temperatura

A temperatura da água é outro fator a ser ponderado, pois exerce influência direta nos

demais fatores tais como solubilidade e oxigênio dissolvido. Uma redução no oxigênio dissolvido (OD) da água pode ocorrer com o aumento da temperatura (LEITE, 2021).

Tabela 11 – Valores de Temperatura em Água dos Abatedouros A e B em São Luís - MA.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Temperatura (Abatedouro A)	28,10 °C	28,20 °C	28,00 °C	28,10 °C	28,20 °C
Temperatura (Abatedouro B)	28,20 °C	28,20 °C	28,10 °C	27,90 °C	28,10 °C

Fonte: Elaboração própria.

A Portaria N°888/2021 do Ministério da Saúde, não estabelece limites máximos para a temperatura (BRASIL, 2021).

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados do desvio padrão empregado nos dez pontos de coleta para todos os parâmetros analisados demonstram baixa e/ou nenhuma dispersão para os resultados de alcalinidade bicarbonato, alcalinidade carbonato, alcalinidade hidroxila e alcalinidade total, dureza, cálcio, magnésio, cloro residual livre, gosto, cor aparente, ferro, turbidez, pH, temperatura, uma vez que não diferenciaram em alto grau entre si. Em contrapartida, a condutividade e os sólidos totais dissolvidos e cloretos, apresentaram grande dispersão haja vista a variância dos valores encontrados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista, o anteriormente exposto, e entendendo que vários parâmetros estão fora dos padrões exigidos pela legislação, recomenda-se a realização de ações de caráter corretivo e preventivo, com monitoramento microbiológico e periódico da água, bem como percebe-se a necessidade de intensificar o sistema de vigilância da qualidade da água, de forma a exigir dos abatedouros a produção e a manutenção do fornecimento de água potável, para uso em suas atividades e para o consumo humano.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2020.
- ALVES, A. DE S. **Análise e Aplicação de Ferramenta da Qualidade em Indústria Frigorífica de Carne Bovina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agroindustrial - Indústrias Alimentícias)—Santo Antônio da Patrulha: Universidade Federal do Rio Grande, 2017.
- ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G. DO. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 1, p. 162–175, 26 jan. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Brazilian beef cuts book**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústrias Exportadoras de Carne, 2020. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/%0AA>>Acessado em 09 de setembro de 2020>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Annual Report of the Brazilian Association of Animal Protein**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2020. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>.
- BARBOZA, A. S.; DAMASCENO NETO, M. S.; SILVA, W. C. DA. Qualidade da água de abastecimento de um abatedouro-frigorífico no município de Castanhal, Pará. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e47510212729, 2021.
- BIER, D.; KICH, J. D.; DUARTE, S. C. Survey of Salmonella spp. in beef meat for export at slaughterhouses in Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 11, p. 2037–2043, 1 nov. 2018.
- BIRKHEUER, C. D. F.; DE ARAÚJO, J.; REMPEL, C. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 134–145, 8 jun. 2017.
- BONESI, G. L.; DE SANTANA, E. H. W. Fatores tecnológicos e pontos críticos de controle de contaminação em carcaças bovinas no matadouro. **Journal of Health Sciences**, v. 10, n. 2, p. 39–45, 2008.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2005.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama N° 357, de 17 de Março de 2005**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual Prático de Análise de Água. **Fundação Nacional de Saúde**, v. 4ª Edição, p. 150, 2013.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. **Fundação Nacional de Saúde**, p. 112, 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos>.

pdf>. Acesso em: 7 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manual de coleta de amostras de Produtos de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021** **Diário Oficial da União**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

CAMARGO, J. DE A.; HENKES, J. A.; ROSSATO, I. DE F. Avaliação do consumo de água em abatedouros de aves visando a redução e/ou reutilização de água. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 675–693, 16 nov. 2016.

CASTAÑEDA, D. M. A. **Remoção de sulfeto de hidrogênio, ferro e manganês de águas de abastecimento através dos processos de dessorção gasosa, nanofiltração e oxidação com permanganato de potássio**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos)—Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2010.

CASTAÑEDA, D. M. A.; PASSOS, K.; BENETTI, A. D. Remoção de sulfeto de hidrogênio, ferro e manganês de águas de abastecimento por aeração e dessorção por ar. **Revista DAE**, v. 60, n. 188, p. 14–21, jan. 2012.

CHAVES, N. P.; ALMEIDA, V. M. DE; COSTA, F. N. Qualidade bacteriológica e físico-química da água de poços para o consumo humano no Estado do Maranhão. **Hig. alim.**, p. 184–188, 2012.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **PIB do agronegócio avança em agosto**. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-avanca-em-agosto>>. Acesso em: 2 jul. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução Nº 196, de 10 de outubro de 1996**. Brasília: Conselho Nacional de Saúde, 1996. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196_10_10_1996.html>. Acesso em: 15 jul. 2021.

CORREIA, A.; BARROS, E.; SILVA, J. Análise da turbidez da água em diferentes estados de tratamento. **8º Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional**, v. 10, 2008.

CUNHA, A. C.; PINHEIRO, L. A. R.; SCHULZ, H. E. Simulação da hidrodinâmica e dispersão de poluentes com monitoramento virtual no Rio Matapi-Ap. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 18–32, 20 dez. 2011.

DA SILVA, D. B. Sustentabilidade no Agronegócio: dimensões econômica, social e ambiental. **Comunicação & Mercado – Revista Internacional de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 1, n. 2 Edição Especial, p. 23–34, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Parasites in foods: An invisible threat. v. 7, p. 48, 2021.

GARCIA, C. A. B.; BARRETO, P. R. Caracterização da qualidade da água do açude Buri-Frei Paulo/SE. **Scientia Plena**, v. 6, n. 9, 2010.

GRUBER, J. S.; ERCUMEN, A.; JR, J. M. C. Coliform Bacteria as Indicators of Diarrheal Risk in Household Drinking Water: Systematic Review and Meta-Analysis. **PLOS ONE**, v. 9, n. 9, p. e107429, 24 set. 2014.

HIRATA, R.; ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. DE. Água subterrânea: reserva estratégica ou emergencial. **Águas do Brasil: análises estratégicas**, v. 1, p. 149–164, 2010.

KEMERICH, P. D. DA C.; SILVA, J. L. S. DA; BARROS, G. Caracterização química da água subterrânea em área ocupada por cemitério: uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-X por energia dispersiva (EDXRF). **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 166–182, 2012.

LEITE, A. B. Remoção de H₂S em água subterrânea pelo método de dessorção gasosa.

- Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 135–147, 2021.
- LIU, L.; JOHNSON, H. L.; COUSENS, S. Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. **The Lancet**, v. 379, n. 9832, p. 2151–2161, 9 jun. 2012.
- MENEZES, J. P. C. DE; BERTOSSI, A. P. A.; SANTOS, A. R. Correlação entre uso da terra e qualidade da água subterrânea. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 173–186, jun. 2014.
- MORAIS, W. A.; SALEH, B. B.; ALVES, W. DOS S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, p. 361–367, 2016.
- NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária)—Goiânia: Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, 2015.
- NOVAES, R. DA S. Diagnóstico dos efluentes gerados no abatedouro público do município de Pombal - PB. 2016.
- OLIVEIRA, M. V. A. M. DE. **Recursos hídricos e a produção animal - legislação e aspectos gerais**. I Simpósio de Produção Animal e Recursos Hídricos. **Anais...**Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010
- OLIVEIRA, R. M. M.; SANTOS, E. V. DOS; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 523–529, 2017.
- ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Agricultura brasileira: Perspectivas e Desafios****Perspectivas Agrícolas 2015-2024**: OECD-FAO Agricultural Outlook. .: OECD, 1 jul. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en>. Acesso em: 8 jul. 2021.
- PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. Guia técnico ambiental de abate (bovino e suíno) – Série P+L. **São Paulo: CETESB**, p. 98, 2008.
- PAIVA, L.; SOUZA, A. Avaliação de alguns parâmetros físico-químicos da água do rio Riachão no município de Caatiba–BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 09, 2010.
- PALHARES, J. C. P. **Quantidade e qualidade da água na produção de suínos**. I Simpósio de Produção Animal e Recursos Hídricos. **Anais...**2010
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. DE F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **EMBRAPA - Documento 232**, p. 69, 2011.
- PAULA, T. et al. **Tratamento e reaproveitamento de efluentes provenientes da dessedentação de animais em frigoríficos e abatedouros de pequeno porte**. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais...**Londrina: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2011
- PAULOS, E. M. DOS S. **Qualidade da água para consumo humano**, 2008.
- PIRATOBA, A. R. A. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 435–456, 2017.
- RIBEIRO, L. G. G.; ROLIM, N. D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 7–33, 2017.
- RODRIGUES, J. C. F. **Avaliação da qualidade higiênico-sanitária em abatedouro frigorífico de bovinos**. Rio Verde: Instituto Federal Goiano, 2019.
- SARAIVA, L. DE Q.; ALVES, L. M. C.; COSTA, F. N. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água utilizada em abatedouros de bovinos e suínos. **Hig. alim.**, p. 106–110, 2008.

SCHÜLLER, T. L.; SANTOS, C. E.; MANCUSO, M. A. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE SEBERI-RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 12, n. 2, 2020.

SENADO FEDERAL. Água de sobra, problemas também. **Em Discussão!**, v. 5, n. 23, p. 7, dez. 2014.

SILVA, I. A. A.; BARBOSA, A. E. O.; SANTOS, E. C. Avaliação microbiológica em abatedouro de aves nos estado do Rio Grande do Norte. **I Encontro Potiguar de Medicina Veterinária**, 86, Mossoró. **Anais [...]**. Mossoró: EdUFERSA, Mossoró, RN, Brasil., p. 87, 2019.

SILVA JÚNIOR, E. A. DA. Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação. In: VARELA (Ed.). . **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 7ª ed. São Paulo: Varela, 2014. p. 695.

SILVEIRA, E. C.; LIMA, F. V. M. DE; RODRIGUES, F. D. L. **Doenças transmissíveis pela contaminação da água e como tratá-las**. Mostra Interdisciplinar do Curso de Enfermagem. **Anais...**Quixadá: Centro Universitário Católica de Quixadá, 2019Disponível em: <<http://reservas.fcrcs.edu.br/index.php/mice/article/view/3895/3407>>. Acesso em: 8 jul. 2021

SILVEIRA, T. Análise físico-química da água da Bacia do Rio Cabelo-João Pessoa-PB. **II Jornada Nacional da Produção Científica em Educação Profissional e Tecnológica**, 2007.

SOUZA, A. C. DE; ORRICO, S. R. M. Consumo de água na indústria de abate de bovinos do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 42, p. 26–36, 2016.

WANG, X.; ZHANG, J.; SHAHID, S. Adaptation to climate change impacts on water demand. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 21, n. 1, p. 81–99, 1 jan. 2016.

APÊNDICE

A – QUESTIONÁRIO APLICADO NOS ABATEDOUROS

1. Perfil da Propriedade
Identificação:
Qual o tamanho da propriedade?
Qual área do abatedouro?
Quais os dias de funcionamento do abatedouro?
Quais espécies são abatidas neste abatedouro? <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bovinos <input type="checkbox"/> Suínos <input type="checkbox"/> Caprinos <input type="checkbox"/> Ovinos <input type="checkbox"/> Aves <input type="checkbox"/> Outras: _____
Qual frequência de abates? <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Diário <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Outro
Qual quantidade de animais abatidos por dia?
Qual origem da água usada no abatedouro? <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Poços Rasos. Qual profundidade? _____ <input type="checkbox"/> Poços Artesianos. Qual profundidade? _____ <input type="checkbox"/> Rios. Qual? _____ <input type="checkbox"/> Cisternas. Quais dimensões? _____ <input type="checkbox"/> Concessionária de Água. Qual? _____
Quantos e quais setores utilizam a água?

<p>Existem fossas assépticas nas proximidades dos abatedouros?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. A qual distância? _____</p> <p><input type="checkbox"/> Não. Como é realizada a descarga dos esgotos? _____</p>
<p>Faz uso de reservatórios para armazenamento da água como caixas, tanques ou cisternas?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. Qual deles? Capacidade?</p> <p><input type="checkbox"/> Não.</p>
<p>Utiliza instrumentos para distribuição da água? Se Sim, qual das opções abaixo?</p> <p><input type="checkbox"/> Mangueiras. Qual material?</p> <p><input type="checkbox"/> Torneiras. Qual material?</p> <p><input type="checkbox"/> Misturador. Qual material?</p> <p><input type="checkbox"/> Lavadoras de alta pressão.</p> <p><input type="checkbox"/> Outros. Quais? _____</p>
<p>Realiza algum tratamento na água?</p> <p><input type="checkbox"/> Não</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. Quais? _____</p>
<p>Qual frequência de tratamentos de água?</p> <p><input type="checkbox"/> Diário? _____</p> <p><input type="checkbox"/> Semanal? _____</p> <p><input type="checkbox"/> Outro? _____</p>
<p>Realiza testagem periódica da água utilizada no abatedouro?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. Qual frequência? _____</p> <p><input type="checkbox"/> Não.</p>
<p>Já notou alguma alteração na água? Se sim, qual? E como descreve?</p> <p><input type="checkbox"/> Cor</p> <p><input type="checkbox"/> Odor</p> <p><input type="checkbox"/> Sabor</p>
<p>Realiza tratamento de efluentes originados no abatedouro?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. Quais produtos são utilizados? Tratamento terceirizado?</p> <p>_____</p> <p><input type="checkbox"/> Não.</p>

ANEXOS

A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: AVALIAÇÃO QUALI-QUALITATIVA DA ÁGUA DE MÚLTIPLOS USOS EM ABATEDOUROS EM SÃO LUÍS – MA.

Pesquisador Responsável: Lenka de Moraes Lacerda

Nome do participante:

Data de nascimento:

Você está sendo convidado (a) para ser participante do Projeto de pesquisa intitulado **AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE MÚLTIPLOS USOS EM ABATEDOUROS EM SÃO LUÍS – MA.**” de responsabilidade do (a) pesquisador (a) **Lenka de Moraes Lacerda**.

Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Caso se sinta esclarecido (a) sobre as informações que estão neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

1. O trabalho tem por finalidade *avaliar a quali-quantitativamente a água utilizada em diversas tarefas e setores em abatedouros de São Luís - MA;*

2. A participação nesta pesquisa consistirá em aplicar um questionário com informações sobre o abatedouro como, animais que abate, quantidades diárias/mensais, tamanho da propriedade, origem da água utilizada no estabelecimento, entre outras, e em seguida realizar a coleta da água em pontos pré-estabelecidos.

3. Durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos de contaminação, queda/deslizamentos em áreas do estabelecimento.

4. Os benefícios com a participação nesta pesquisa será: permitir-nos conhecer a qualidade da água utilizada no manejo dos animais e carcaças que outrora serão consumidas pela comunidade em geral, incluindo eu e você, além de que enriquecerá meu conhecimento/prática como pesquisador;

5. Os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento.

6. Não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação haverá o seu ressarcimento pelos pesquisadores.

7. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

8. O nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que queiram saber antes, durante e depois da sua participação.

9. Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com Lenka de Moraes Lacerda, pesquisador (a) responsável pela pesquisa, telefone: (98) 98121-4112 (telefone e Whatsapp), e-mail: lenkalacerda@yahoo.com.br, com os pesquisadores (*Kamilla Piorsky*/(98)98441-5170), o Comitê de Ética em Pesquisa) – CESC/UEMA, Endereço: Rua Quininha Pires, nº 746, Centro. CEP: 65620-050. Caxias - MA Fone: (99) 3521 3938 e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, telefone (61) 3315.5877, e-mail: conep@saude.gov.br.

Eu, _____, RG nº _____
_____ declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

São Luís, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do participante

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento