

QUALIDADE DA ÁGUA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO EM LATICÍNIO DOS CAMPOS GERAIS: ESTUDO DE CASO

WATER QUALITY IN DAIRY TREATMENT PLANT IN CAMPOS GERAIS: CASE STUDY

Roferson Borges da Luz¹; Thais Dopkoski²; Allan Alves Penteado³;
Luiz Fernando Franchesquete da Rocha⁴; Cristina Satie Hadesima Marques⁵

Resumo: A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a qualidade, características de potabilidade e qualidade microbiológica da água através de análises qualitativas e quantitativa das operações realizadas numa estação de tratamento de água (ETA), de uma usina de laticínios, empresa do seguimento cooperativista / agroindustrial da região dos Campos Gerais, no estado do Paraná. Para análise dos dados obtidos, foram coletadas amostras de água da estação de tratamento de água do laticínio e submetidas à teste de análise físico-químico específicos: análise colorimétrica, análise de alcalinidade total e análise de turbidez além do monitoramento da dosagem do uso racional dos produtos químicos utilizados para desinfecção dos resíduos: hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio e policloreto de alumínio. Todas as amostras analisadas mediante os testes se mostraram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente e as dosagens de produtos químicos não ultrapassaram os limites estabelecidos, certificando o compromisso do laticínio com a sociedade e com meio ambiente. O uso de produtos químicos para desinfecção de resíduos sólidos gerados na indústria de laticínios é uma alternativa de gestão eficiente e sustentável para utilização em resíduos industriais que compõem a cadeia de produção leiteira, sendo um método já estabelecido, porém, com possibilidade de maior desenvolvimento, buscando alcançar os melhores resultados no mercado da indústria de laticínios contribuindo para preservação dos mananciais de água, dos seres vivos e do meio ambiente.

Palavras-chaves: Qualidade da água. Indústria láctea. Leite.

Abstract: This research aims to evaluate the quality, potability characteristics and microbiological quality of the water through qualitative and quantitative analyzes of the operations carried out in a water treatment station (ETA), of a dairy plant, a company of the cooperative / agroindustrial segment of region of Campos Gerais, in the state of Paraná. For analysis of the data obtained, water samples were collected from the dairy water treatment plant and submitted to specific physical-chemical analysis tests: colorimetric analysis, total alkalinity analysis and turbidity analysis, in addition to monitoring the dosage of the rational use of the chemical products used to disinfect waste: sodium hypochlorite, sodium hydroxide and polyaluminum chloride. All samples analyzed through the tests were within the parameters established by current legislation and the dosages of chemical products did not exceed the established limits, certifying the commitment of the dairy to society and the environment. The use of chemical products for the disinfection of solid residues generated in the dairy industry is an efficient and sustainable management alternative for use in industrial residues that make up the dairy production chain, being an already established method, however, with the possibility of further development, seeking to achieve the best results in the dairy industry market, contributing to the preservation of water sources, living beings and the environment.

Key-words: Water quality. Dairy industry. Milk.

¹ Acadêmico., Medicina Veterinária, Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil E-mail: rofersoncastro@gmail.com (autor para correspondência)

² Acadêmico., Medicina Veterinária, Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil E-mail: thaisdopkoski95@gmail.com

⁴ Acadêmico., Medicina Veterinária, Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil E-mail: luisfernandorocha265@gmail.com

³ Acadêmico., Medicina Veterinária, Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil E-mail: allan.n10@hotmail.com

⁵ Professora., Medica Veterinária, Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil E-mail: cristina.marques@cescage.edu.br

INTRODUÇÃO

Os cuidados com o ecossistema visam prevenir, interromper e reverter a degradação do mesmo em todos os continentes e oceanos, além de contribuir para erradicar a pobreza, combater as mudanças climáticas e prevenir uma extinção em massa e seu sucesso depende de cada um desempenhar seu papel (ONU, 2021).

Desde os primórdios da civilização, o homem tem interferido direta ou indiretamente no equilíbrio do ecossistema causando prejuízos ao meio ambiente. Na segunda metade do século XVIII, com o início da Revolução industrial, ocorreu uma intensificação sem precedentes na história, diante da inclusão de práticas de manufaturas e emprego de matérias primas em larga escala, ocasionando alterações nos sistemas naturais e mudanças radicais e irreversíveis no meio ambiente como era conhecido (SARAIVA *et al.*, 2009).

As indústrias são as principais responsáveis pela contaminação das águas, pois os resíduos industriais que são lançados aos cursos hídricos sem o devido tratamento, ou depositados de forma inadequada no solo; podem causar sérios danos ao meio ambiente, contaminando o solo e as águas superficiais e subterrâneas, tornando-as impróprias para uso e gerando problemas de saúde aos seres humanos (HENARES, 2015).

A cadeia de produção leiteira, se inicia no campo, ainda na propriedade rural e finaliza seu processo através da industrialização do leite e de seus derivados. Este trabalho foi executado dentro das usinas de laticínios que captam bilhões de leite todos os anos no Brasil. Todo processo industrial emite além de gases que afetam a atmosfera, resíduos sólidos e líquidos que afetam o meio ambiente (SILVA, 2011). No Brasil existe uma legislação ambiental específica que exige que todas as indústrias operem de maneira apropriada o tratamento dos resíduos que insurgem durante todo o processo, de maneira que seja possível a reutilização destes resíduos, complementa Silva (2011).

Em se tratando de consumo da água que ocorre em operações de limpeza e higienização dentro da indústria de produtos lácteos, Saraiva *et al.* (2009) afirmaram que sempre haverá um alto consumo de água em usinas de lácteos devido a necessidade constante de lavagem de aparelhos e utensílios utilizados no processo de industrialização do leite e seus derivados.

A composição destes efluentes oriundos das indústrias de laticínios varia conforme o processo utilizado e o produto fabricado, mas podemos afirmar que eles possuem alta quantidade de matéria orgânica, gorduras, sólidos suspensos e nutrientes, sendo que o tratamento destes efluentes é feito de maneira primária através da remoção de sólidos suspensos, óleos e gorduras e secundário com a remoção de matéria orgânica dissolvida e de nutrientes presentes (ANDRADE, 2011).

Entretanto, embora exista um potencial risco a saúde apresentada pelos subprodutos gerados, sempre haverá um maior risco de contaminação microbiana da água potável caso não seja utilizado na desinfecção das águas. Portanto, o exemplo da cloração permanente, é um processo essencial na reutilização e produção de água potável, sustentando o preciso controle, com o objetivo de reduzir as concentrações dos trihalometanos aos níveis orientados pela legislação (MENEZES, 2011). Para que ocorra a remoção da matéria orgânica, gorduras, sólidos suspensos e nutrientes dos resíduos industriais que compõem os efluentes, são utilizados produtos químicos que eliminam estes resíduos tornando novamente possível a reutilização da água.

Para que ocorra a remoção da matéria orgânica, gorduras, sólidos suspensos e nutrientes dos resíduos industriais que compõem os efluentes, são utilizados produtos químicos que eliminam estes resíduos tornando novamente possível a reutilização da água empregue (SARAIVA *et al.*, 2009). A desinfecção da água para consumo humano foi um

dos mais importantes desenvolvimentos em termos de saúde pública ocorrido no século passado, evitando a contaminação de doenças virais, bactericidas ou parasíticas que podem ser transmitidas pela água contaminada, além de uma multiplicidade de doenças viral, bacteriana e parasítica podem ser transmitidas pela água contaminada (MENEZES, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade, características de potabilidade e qualidade microbiológica da água através da análise química nas estações de tratamento de água (ETA) através da verificação da possibilidade de possíveis contaminações e danos às nascentes e rios e toda vida nela existente, pelos seguintes produtos: Hipoclorito de Sódio - NaClO; Barrilhas leve (Hidróxido de Sódio) – NaOH e Policloreto de Alumínio - Aln (OH)m (Cl3) n-m. Através do monitoramento da gestão de resíduos sólidos gerados pela indústria de laticínios, foi possível acompanhar a utilização da água no processo de industrialização do leite, desde a captação até o retorno a fluxo natural aos mananciais, analisando não apenas os parâmetros físico-químicos, como também a quantidade de produtos químicos utilizados no processo de desinfecção dos resíduos lácteos, avaliando se estes químicos estão ou não de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na estação de tratamento de efluentes de uma usina de beneficiamento de leite, localizada no município de Castro, estado do Paraná, à margem da Rodovia PR 151, km 283. Como coordenadas geográficas de latitude 24° 72' 21,3" Sul e longitude 49° 98' 64,5" Oeste, apresenta características que determinam o clima desta região como clima temperado úmido, especificamente possível de identificar dois tipos de clima, se for considerada a classificação climática de Köopen (sistema de classificação global dos tipos climáticos): na maior parte da região clima Cfb [zona temperada sempre úmida] com mais de 5 geadas noturnas/ano e clima Cfa [zona subtropical úmida] com mais de 5 geadas noturnas/anos (CRUZ, 2007).

A indústria de laticínios estudada, é cadastrada no MAPA desde 2008, tem capacidade de recepção de 2 milhões de litros de leite/dia. Atualmente, recebe, em média, 1.450 milhões de litros de leite/dia, sendo que todo o transporte é realizado em veículos (caminhão) tanque. O laticínio produz leite a granel, leite UHT (ultrapasteurização) e bebidas lácteas em geral que são vendidos a terceiros.

A metodologia de avaliação da qualidade da água está relacionada a todo um conjunto de procedimentos que envolvem medidas físicas, químicas e biológicas, diretamente conexo com a proposta de utilização da água, ou seja, os critérios medidos para avaliação da qualidade foram designados avaliando o uso a ser dado a água (MENEZES, *et al.*, 2011).

A pesquisa analisou científica e quimicamente a água coletada da geração de efluentes, mediante perspectiva dos elementos químicos que a compõe e sequencialmente sua estrutura, bem como suas propriedades. Durante o período de execução do trabalho de pesquisa, 30 dias, em períodos intercalados de 2 dias (1 amostra a cada 48h) entre os dias 14 de outubro e 11 novembro de 2022, foram coletados um volume de 10 ml de amostras do efluente do laticínio analisados por dia. A amostra foi colocada em recipiente (cubeta) submetido a limpeza e esterilização para que não houvesse riscos de contaminação nem alteração presentes na sua fórmula. Os testes foram realizados para da análise química da água, estão em conformidade com a FUNASA – Fundação Nacional de Saúde (2013).

Teste de análise colorimétrica

A análise colorimétrica foi realizada mediante coleta da amostra de água da ETA do laticínio. A amostra selecionada não detritos ou corpos estranhos. Com a cubeta inserida na célula de medição com lado de fora seco e livre de marcas de dedos, óleo e sujeiras. Foi realizado o preparo e limpeza com um pano de microfibra antes de inserir a cubeta na célula, sacudindo para geração de bolhas que resulta em leituras mais precisas.

A coleta da amostra de água a ser analisada é feita mediante cubeta, e sequencialmente mediante os reagentes inclusos na amostra, misturando-os de maneira que se torne homogênea, resultando na quantidade de cloro livre e total (FREITAS *et al.*, 2001).

Para manutenção dessa precisão sequencialmente foram removidas as bolhas girando suavemente a cubeta. A amostra não pode permanecer inerte por tempos prolongados após a o reagente for adicionado, pois a precisão será afetada. Importante, após a leitura efetuar o descarte imediato da amostra, para que o vidro não fique manchado (HANNA INSTRUMENTS BRASIL – HI1701). Foi utilizado o analisador portátil da HANNA HI1701 analisador de cloro livre para essa medição.

A análise colorimétrica condiciona a quantidade de cloro presente na água, sendo este um produto químico utilizado na desinfecção da água. Sua medida é valiosa e tem o objetivo de controlar a dosagem que está sendo aplicada e monitorar o tratamento, tendo como principais produtos utilizados: hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso (FUNASA, 2013).

Teste de análise de turbidez

Para analisar a turbidez da água, foi utilizado um turbidímetro portátil (turbidímetro de bancada) modelo TB-2000 da MS Tecnopon Instrumentação Científica para determinar o valor da turbidez em soluções aquosas realizando com precisão as medições propostas. Conforme Menezes (2011) a turbidez é a condição da água com quantidade excessiva de partículas em suspensão, sendo que a presença dessas partículas afeta a propagação da luz pela água e, dessa forma, provoca a falta de transparência no recurso que é essencial aos organismos vivos, ou seja, a turbidez é uma medida da alteração da passagem da luz através da água, provocada pela matéria em suspensão.

Para execução das leituras foi executada a limpeza das cubetas de teste não permitindo acúmulo de gordura ou outro tipo de manchas nas paredes (foi utilizado álcool isopropílico para limpeza minuciosa das cubetas), posicionando a amostra sempre na mesma posição.

Comumente os cloretos estão presentes em águas tratadas e não tratadas e suas concentrações variam desde pequenos traços até centenas de mg/l, sendo encontrados na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio, sendo que, o teste de turbidez estipula a quantidade necessária de dosagem de Policloreto de alumínio (PAC) a ser utilizado no tratamento. Águas muito turvas levam a excessiva produção de lodo no tratamento e interfere no processo de desinfecção (PERL; GOOD, 1988).

No Brasil, a Portaria MS nº 2.914/2011, incorpora as preocupações internacionais relacionadas à transmissão de protozoários via abastecimento de água. O Ministério da Saúde estabelece ainda o valor Máximo Permitido de 1,0 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez) para água subterrânea pós-filtração ou pré-desinfecção. Existem equipamentos específicos para determinação da turbidez na água (BRASIL, 2011).

Teste de pH

Para testes de pH testes foi utilizado o pHmetro portátil HI98108 (HANNA) que é usado em laboratórios e em aplicações industriais com sistema de operação de fácil utilização com um visor que exibe uma tag, conforme afirmou Costa *et al.* (2015), para

estabelecer o pH é utilizado pHmetro, onde os dados são inseridos após a coleta a coleta da amostragem de aproximadamente 200 ml, utilizada para realização da leitura e resultado do potencial hidrogeniônico, com equipamento devidamente calibrado semanalmente, para que não ocorra erros nos resultados ou leituras fora da faixa admissível pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011.

Todas as leituras foram compensadas automaticamente com um sensor integrado o que tornou as medições rápidas e precisas. O pHmetro é um dispositivo simples utilizado para medir a acidez e alcalinidade de um fluido e o medidor de pH funciona como um voltímetro que mede a diferença de potencial elétrico entre um eletrodo de referência e um eletrodo de pH exibindo o resultado em termos de pH de uma solução a qual o eletrodo está imerso (HANNA, 2022).

O pH é a medida do balanço ácido de uma solução, definida como o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio. A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que os valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto os valores de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (CHAPMAN E KIMSTACH, 1996).

Os valores de pH estão relacionados a fatores naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, e a fatores antropogênicos, ou seja, relacionados a interferência do homem pelo despejo de esgotos domésticos e industriais, devido à oxidação da matéria orgânica e à lavagem ácida de tanques, respectivamente (SPERLING, 2005).

Os valores de pH são de extrema utilidade na avaliação das interferências humanas na qualidade da água, pois águas com pH mais ácido, aumenta a solubilidade de agroquímicos, além de inibir a atividade bentônica, ao reduzir a decomposição e a ciclagem de nutrientes, processos que podem reduzir organismos vitais para a cadeia alimentar, como a comunidade planctônica e organismos invertebrados (ROSELYNE, 2011).

Monitoramento das bombas dosadoras motorizadas de diafragma

Também foi realizado o monitoramento das bombas dosadoras motorizadas de diafragma, equipamento destinado para ao bombeamento controlado dos produtos químicos utilizados na ETA, ou seja, é um aparelhamento que possui controle de vazão para os processos de tratamento de água ou efluentes resultantes dos processos industriais.

O bombeamento com vazão constante, permite regular a vazão entre 0 a 100% do valor nominal, sendo sua regulação linear do número de pulsações de água por minuto. Foi realizado o monitoramento da dosagem dos seguintes produtos químicos utilizados na desinfecção das águas:

Dosagem de Hipoclorito de sódio

Conforme a FUNASA (2013), existem diversos agentes desinfetantes, mas, em geral, o cloro é o principal produto utilizado para a desinfecção de águas de abastecimento. Esse processo é importante para garantir que a água que chega na torneira dos lares seja potável, evitando, assim, a contaminação e a proliferação de doenças.

O cloro, nas suas mais diversas formulações químicas, está presente no tratamento de água desde os primórdios da história da desinfecção, datando do início do século XX, e até hoje é amplamente utilizado nos sistemas de tratamento espalhados pelo mundo. Independentemente das capacidades de produções das estações, ou da época em que foram implantadas, o cloro, em suas mais diversas formas, é uma constante no tratamento de água no Brasil e no mundo (DANIEL, 2001).

A adição de hipoclorito de sódio no tratamento de água executadas nas estações de tratamento de água (ETA), tem como objetivo principal a desinfecção, isto é, garantir que a água consumida esteja livre de microrganismos patogênicos com o propósito de destruir ou

anular a atividade de microrganismos patogênicos, matéria orgânica e bactérias (RODRIGUES, 2004).

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde publicado no DOU em 25 de março de 2004 determina a obrigatoriedade de se conservar em qualquer ponto na rede de distribuição a concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/l. Adverte, ainda, que o teor máximo seja de 2,0 mg/l de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento.

Segundo Magalhães (2021), utilizar o hipoclorito de sódio (NaClO) de maneira de maneira não dosada, produz substâncias que podem causar câncer além de sucumbir as microfaunas como algas, pequenos peixes e vegetais. O hipoclorito de sódio libera “Gás Cloro”, que pode provocar irritação das vias respiratórias, danos aos olhos e dores de cabeça, além de causar outros malefícios a saúde, como: intoxicações, provocar queimaduras na pele e ser extremamente nocivo quando ingerido.

Em casos extremos, quando a solução de hipoclorito de sódio adentra e extravasa alguns tecidos, o efeito pode variar desde uma queimadura até uma necrose tecidual localizada ou extensa, desenvolvendo uma reação inflamatória dos tecidos evoluindo rapidamente para uma tumefacção da zona circundante. O súbito aparecimento de dor é uma indicação da existência de lesão tecidual e pode ocorrer imediatamente, após minutos ou mesmo horas (NOITES *et al.*, 2009).

Dosagem de Hidróxido de sódio (barrilha leve)

O hidróxido de sódio é utilizado para o tratamento água, com resultados eficientes para aumento do pH, limpeza e eliminação dos excessos químicos das membranas de osmose reversa, sendo que os principais potencializadores da soda para tratamento de água envolvem evitar a corrosão e proporcionar uma água cristalina, com utilização em limpezas, no controle do pH da água, no tratamento têxtil, como aditivo alimentar, na fabricação de vidros, sabão, tintas, papel, corantes e no tratamento da água de piscinas (ANDRADE, 2011).

O produto químico é tóxico e pode provocar queimaduras severas e danos graves aos olhos. Isso é o que aponta a Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (BUSCHLE e LEPPER, 2011), que trata do hidróxido de sódio no formato líquido – nome científico da soda cáustica. Quando inalada, a soda cáustica também "pode provocar sintomas alérgicos, de asma ou dificuldades respiratórias", bem como "penetrar nas vias respiratórias". Pode também causar risco ambientais por se tratar de um produto de fácil dissolução. A dispersão no ambiente pode contaminar área contribuindo para chance de riscos extremamente perigoso para organismos aquáticos, podendo causar mortandade (BUSCHLE e LEPPER, 2011).

Dosagem de Policloreto de alumínio

O Policloreto de Alumínio (PAC) é usado para remover matéria orgânica e inorgânica da água em flocluladores de estações de tratamento de águas residuais. O PAC ainda traz vantagens devido sua alta velocidade de coagulação aliado a boa remoção de partículas coloidais, matéria orgânica, contaminantes específicos como os íons fluoreto. Devido sua baixa dosagem, acarreta capitalização para a indústria gerando economia no uso de coagulantes, bem como geração de resíduos (CAGLIARI, 2018).

No que abrange o alumínio e suas formas (Policloreto de Alumínio), há Decreto-Lei n.º 306/2007, sendo o PAC um apontador, estabelecendo um valor de 200 µg/l Al apenas para efeitos de controle da qualidade da água, utilizando o alumínio como agente coagulante no tratamento de controle de rotina de resíduos de água (ROSELYNE, 2011). Os compostos de alumínio são usados como antiácidos, antiperspirantes e adstringentes. Os

sais de alumínio são também muito empregados como coagulantes no tratamento da água para reduzir matéria orgânica, cor, turbidez e microrganismos (FUNASA, 2013).

A exposição não ocupacional ocorre principalmente pela ingestão de alimentos e água, sendo que os alimentos contribuem em maior percentagem que a água. (WHO, 2003; Health Canada, 1998). O excesso de alumínio na água pode causar doenças neurodegenerativas e câncer, além de intoxicação aguda resultando em sintomas gastrointestinais (AZEVEDO, 2003). O alumínio é um elemento com neurotoxicidade afetando o SNC, ultrapassando a barreira hematoencefálica alterando o fluxo de moléculas e íons dentro e fora do cérebro. Vários estudos atribuem seu envolvimento na etiologia da Doença de Alzheimer (DA) e Demência Dialítica (DD) (AZEVEDO, 2003).

O tratamento da água normalmente é feito com finalidades higiênicas, estéticas econômicas. O propósito higiênico tem relação à eliminação de microrganismos, substâncias nocivas e impurezas. A finalidade estética diz respeito à correção da cor, sabor e odor. Por fim, o objetivo econômico é vinculado principalmente à redução da corrosão das tubulações de distribuição. A fim de atender todos os requisitos e padrões de potabilidade, o processo pode envolver diferentes etapas, dependendo das condições da água bruta (BARRETO, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contempla o resultado dos testes da qualidade, potabilidade e características físico-químicas mediante análise colorimétrica, pH e turbidez. Considerando os resultados da análise colorimétrica das amostras e observa-se que durante o período obtiveram o pico máximo atingido de concentração de cloro residual foi de 2,0 mg/ml, não ultrapassando o limite estipulado pela portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde publicado no DOU em 25 de março de 2004, atendendo assim todos os critérios referentes a esse composto químico utilizado na ETA do laticínio.

Tabela 1 – Resultado dos testes da qualidade, potabilidade e características físico-químicas mediante análise colorimétrica, pH e turbidez.

	<u>Mínimo</u>	<u>Médio</u>	<u>Máximo</u>
Cloro	1,1	1,4	2,0
pH	6,9	7,2	7,5
Turbidez	0	0,1	0,2

Valor mínimo, médio e máximo das amostras coletadas no período da pesquisa (valor do cloro é “clodo residual livre”)

Em nenhuma das amostras, foi encontrada a porcentagem de cloro residual igual a zero, ou superior a 2,00 mg/ml na estação de tratamento de água oscilando entre 1,10 e 2,00 mg/ml de cloro residual. Em publicação de Duarte e Pinto (2008), a inclusão de um limite para o teor de cloro livre máximo no padrão de potabilidade vem de encontro com estudos sobre a formação de compostos trihalometanos (THM'S), que podem ser prejudiciais à saúde humana pelo consumo contínuo.

Em estudo similar sobre a aplicação de hipoclorito de sódio para tratamento de água contaminada, Magalhães *et al.* (2021) afirmaram que a aplicação apresenta resultados satisfatórios e positivos relacionados a parâmetros como turbidez, coloração, pH, coliformes totais desde que atenda os padrões de potabilidade da água.

O estudo de Magalhães *et al.* (2021) comprovou que o tratamento de água aplicando o hipoclorito de sódio é de suma importância, tendo em vista que é possível obter informações e resultados de como pode ser feito um melhor tratamento da água com maior remoção da matéria orgânica, avaliando a eficiência do NaClO e comparando com outras tecnologias.

Em publicação sobre a importância da análise da água para saúde pública, Freitas *et al.* (2001) afirmaram que em locais onde a porcentagem de cloro residual é igual a zero, indica a existência de problemas de manutenção, operação da rede e distribuição do desinfetante. De igual forma, Silva (2008), obteve resultados abaixo do recomendado pela legislação vigente na época, Portaria MS nº 518/2004 que apresenta teores máximos e mínimos de cloro livre iguais a Portaria MS nº 2914/2011.

O resultado da análise da quantidade de cloro residual na amostra é satisfatório, pois está no padrão ideal de distribuição para consumo seguro dos seres vivos como também para o retorno a cadeia do reaproveitamento da água dentro do segmento lácteo-industrial.

A Tabela 1 ainda resultou no segundo teste, denominado Teste de pH. Conforme análises o pH oscilou entre 6,9 a 7,5 durante os testes, podendo assim afirmar que o local/área onde foi coletada a amostra, é um setor não poluído e que trabalho com valores dentro do estipulado pela legislação.

O laticínio cumpriu a exigência da Portaria do MS supracitada, gerando um tratamento de água adequado, não utilizando dosagens de hidróxido de sódio além do percentual estabelecido. Conforme Andrade (2011) afirmou que o produto químico utilizado em ETA's apresenta resultados eficientes para aumento do pH, sendo utilizado de maneira eficiente na indústria láctea.

O teste de pH realizado que evidencia a escala de potencial hidrogeniônico (pH) e determina a acidez ou alcalinidade da água, permitiu verificar a toxicidade da amostra e/ou poluição na área de coletada (Menezes, 2011). As análises do pH da ETA do laticínio, variaram entre 6,9 a 7,5. A faixa adequada de pH para a água de consumo, de acordo com a Portaria de Consolidação Nº 888 do Ministério da Saúde, é entre 6,0 e 9,0. Menezes (2011) afirmou em estudo que valores com o potencial hidrogeniônico ao redor de 5,0 têm sido encontrados em regiões poluídas geralmente ligados a processos industriais.

Segundo os estudos de Freitas *et al.* (2001) os valores estabelecidos dentro dessa faixa de pH são favoráveis para aumentar a ação bactericida do cloro residual, devido a formação de uma porcentagem importante e extremamente eficaz de HOCL (ácido hipocloroso) eficaz contra microrganismos.

Integrando essa análise, percebe-se também as oscilações entre médias de pH na comparação entre as amostras da ETA, obtendo uma variação de 6,9 a 7,5. Entretanto para todas as análises não é possível afirmar que essa relação é devido ao processo de desinfecção, podendo ser devido a correção de pH realizada na estação, através de produtos químicos, conforme estudo de Costa *et al.* (2015), além de que, no estudo de Freitas *et al.* (2001) os resultados de pH encontrados na ETA também mostram que os materiais das redes de distribuição podem estar sendo afetados pela acidez das águas distribuídas.

Pode-se observar que não houve grande variação nos valores de pH das coletas, atestando a eficiência do tratamento de água na ETA. Em estudo, Saraiva *et al.* (2009) constatou que em regiões que possuem variação do pH em efluentes, quando lançados sem tratamento prévio pode causar grandes prejuízos ambientais, inclusive com a morte de todas as formas de vidas.

Ao se observar os resultados apresentados na Tabela 1, concluímos a porção de análises do trabalho mediante o Teste da análise da Turbidez, que conforme Magalhães (2021) a turbidez é causada pela presença de partículas suspensas na água como argila e lama sendo mais intensa em áreas com maior erosão do solo. É utilizada como meio de monitoramento na filtração da água. Os resultados do Teste de Turbidez variaram entre 0 até 0,20 NTU, confirmado que o tratamento da ETA diante da utilização de produtos químicos traz benefícios a toda indústria e a sociedade. Em estudo, SANTOS (2016), menciona os aspectos químicos do tratamento da água, que resulta em correção do pH, eliminação das bactérias e redução da cor e turbidez da água.

Em teste de turbidez, Magalhães *et al.* (2021) alcançaram os mesmos padrões de qualidade de turbidez da água mediante utilização de desinfetantes, removendo a matéria orgânica, cor e turbidez, além de inativar patógenos e proteger contra contaminação.

Andrade e Macedo (2008) concluíram que os contaminantes podem ser inúmeros, mas podem ser divididos em cinco grupos principais, que são os grupos das características sensoriais, que alteram a cor, sabor, odor e turbidez da água, de riscos a saúde humana, que entram metais pesados, pesticidas, solventes orgânicos, microrganismos patogênicos, etc., também os indicadores de depósitos, incrustações e corrosão (cobre, zinco, cálcio, sulfatos, entre outros), indicadores de poluição (amônia, nitrato e nitrito), indicadores de contaminação microbiológica (contagem de mesófilos, coliformes totais e fecais, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, protozoário).

A variação da porcentagem no teste de análise de turbidez, se deu principalmente a intensidade de chuvas durante a amostragem, que conforme escreveu Coso (2016) é um fator determinante e causador de alterações na composição físico-química da água.

A Tabela 2 contemplam a vazão dos produtos químicos em ml/minuto utilizado na ETA do laticínio. Todas as bombas dosadoras motorizadas de diafragma apresentaram vazão de químicos dentro dos padrões estabelecidos.

Tabela 2 – Vazão de ml/minuto dos produtos químicos utilizados na desinfecção da ETA do laticínio:

	<u>Mínimo</u>	<u>Médio</u>	<u>Máximo</u>
Hipoclorito de Sódio	150	180	200
Hidróxido de Sódio	300	320	400
Policloreto de Alumínio	600	700	800

Valor mínimo, médio e máximo da dosagem de Hipoclorito de Sódio, Hidroxido de Sódio (Barrilha Leve) e Policloreto de Alumínio da ETA, durante o período da pesquisa, através do monitoramento das bombas dosadoras de diafragma.

A manutenção preventiva e o constante monitoramentos das bombas dosadoras é a forma mais indicada de garantir a dosagem correta dos produtos químicos utilizados na desinfecção da água além de evitar prejuízos aos processos de produção, seja por quebra da

própria bomba ou por problemas relacionados à alguma peça.

Um dos aspectos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social de uma nação é através do uso racional dos recursos hídricos, que envolve a produção de energia e de alimentos, para a edificação de ecossistemas saudáveis para a sobrevivência de todos os seres vivos (ONU, 2019). O resultado coloca o laticínio como exemplo de produção eficiente e sustentabilidade, bem como gestão de recursos hídricos aliado a consciência ambiental.

Para que se possa dispor de água potável torna-se necessário tratá-la de forma eficiente objetivando preencher a alta demanda existente. Diversos tipos de sistemas de tratamento podem ser aplicados para alcançar as características desejadas, dependendo principalmente da sua origem. Nas Estações de Tratamento de Água (ETA's), as quais preparam a água para consumo humano são utilizadas etapas químicas e físicas para transformar água bruta, captada de rio ou lago, em potável (CAGLIARI, 2018).

O tratamento da água normalmente é feito com finalidades higiênicas, estéticas econômicas. O propósito higiênico tem relação à eliminação de microrganismos, substâncias nocivas e impurezas. A finalidade estética diz respeito à correção da cor, sabor e odor. Por fim, o objetivo econômico é vinculado principalmente à redução da corrosão das tubulações de distribuição. A fim de atender todos os requisitos e padrões de potabilidade, o processo pode envolver diferentes etapas, dependendo das condições da água bruta (BARRETO, 2010).

Segundo Rodrigues (2004), os efluentes que são lançados aos cursos hídricos sem devido tratamento, ou depositados de forma inadequada no solo; podem causar sérios danos ao meio ambiente, contaminando o solo e as águas superficiais e subterrâneas, tornando-os impróprios para o uso e gerar problemas de saúde aos seres humanos.

CONCLUSÃO

A partir dos estudos realizados, concluímos que a utilização dos produtos químicos, hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio e policloreto de alumínio são eficientes para desinfecção das águas tratadas em estações de tratamentos e a usina de laticínio que serviu como base no projeto, atendeu todos os critérios em relação a legislação ambiental e seu aspecto social desenvolvendo meios de produção sustentáveis e gestão eficiente de resíduos industriais de origem láctea.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. H. **Tratamento de efluentes de laticínios por duas configurações de biorreator com membranas e nanofiltração visando o reuso**. 2011. 214 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Curso de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFU, Belo Horizonte, 2011.

ANDRADE, N. J.; MACEDO, J.A.B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. 1 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2008. 182 p.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. M. **Metais: Gerenciamento da Toxicidade**. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 554 p.

BARRETO, V. B. G. **Estudo de caso: Utilização de polímero catiônico como auxiliar de coagulação no tratamento de água da Estação de Tratamento da Nova Marabá**. 2010. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) –

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia de Materiais, Paraíba, Marabá.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de água residuárias industriais**. 3 ed. São Paulo: CETESB, 1979. 765 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 30 dezembro. 2011. Seção 1, p. 13.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria do Ministério da Saúde nº 36/90. Dispõe sobre normas e padrão de Potabilidade da Água destinada ao Consumo Humano, a serem observadas em todo território nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 16 janeiro. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914. Dispõe sobre Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 25 de março. 2004. Seção 1, página 266.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria do Ministério da Saúde nº 518. Dispõe sobre o procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 25 de março. 2004. Seção 1, página 266.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria do Ministério da Saúde nº 888. Dispõe sobre o procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 04 de maio. 2021. Seção 1, página 69.

BUSCHLE E LEPPER. Fispq. Ficha de Informação Segurança de Produto Químico. Barrilha leve. 2011. Pagina inicial. Disponível em <buschle.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2023.

CAGLIARI, L. **Padronização do uso de Policloreto de Alumínio e Poliacrilamida em uma ETA de Porto Alegre**. 2018. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química, Porto Alegre.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. **Selection of water quality variables**. In: CHAPMAN, D. (Ed.). Water quality assessments – a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2.ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. p.74-133.

COSO (2016). Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – Enterprise Risk Management, São Paulo, Brasil. URL <https://tratamentodeagua.com.br/gestao-de-riscos-em-empresas-de-saneamento>

COSTA, A. M., SILVAS, B. P. C., CASTRO, R. R. J. **Análise da concentração de cloro livre, cloro total, ph e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na cidade de Curitiba/PR**. 2015. 92 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

CRUZ, G. C. F. **Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais**. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. Cap. 5, p.59-72.

DANIEL, L. A. **Processo de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de Água potável**. 1ª. São Carlos: PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, 2001. 149 p.

DUARTE, A. A. L.; PINTO, J. A. D. S. Aplicação de modelos matemáticos no controle da formação de trihalometanos em águas de abastecimento. **Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - XIII Silubesa**. p. 1-8. 2008.

FREITAS, M. B., BRILHANTES, O M., ALMEIDA, M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno Saúde Pública**, v. 17, n.3, p. 651-660, 2001

FUNASA (2013). **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 2013. 153 p.

HANNA INSTRUMENTS BRASIL: Manual de Instruções HI1701 – Cloro Livre. Página inicial. 2022. Disponível em <hannainst.com.br>. Acesso em: 20 de abr. 2023.

HENARES, J. F. **Caracterização do Efluente de Laticínio: análise e proposta de tratamento**. 2015. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão.

MAGALHÃES, D. S. C.; FERRAZ, R. A. B.; NICOLETI, V. Y. U.; TAGLIAFERRO, K. A. R. e MEDEIROS, M. A. C. Aplicação de hipoclorito de sódio para tratamento de água contaminada: avaliação de eficiência de remoção de matéria orgânica e de vírus e bactérias. **XXIX Congresso de Iniciação Científica da UNICAMP**, v. 1, n. 29, p. 1-5. 2021.

MENEZES, J. C.; MACHADO, A. C. e NACIMENTO, R. O. Uma análise científica da água. **Anais do 5º Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade** (ISSN: 1982-3657). 2011.

NOITES, R.; CARVALHO, M. F. e VAZ, I. P. Complicações que podem surgir durante o Uso do Hipoclorito de Sódio no Tratamento Endodôntico. **Revista Portuguesa de Estomatologia**, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial. v. 50, n. 1, p. 53-56, 2009.

ONU (2019). Água – Nações Unidas. Centro Regional de Informação para Europa Ocidental, Portugal. Lisboa. URL <http://unric.org/>.

ONU (2021). Un Decade on Restoration. Década das nações unidas da restauração de ecossistemas, Roma, Italia. URL <http://www.decadeonrestoration.org/pt-br>

PERL, D. P.; GOOD, P. F. Aluminum, environmental and central nervous system disease. **PubMed - National Library of Medicine**. Environmental Technology Letters, 9:901-906.

v. 22, n 55, p. 222-233, 1988.

RODRIGUES, J. B. **Níveis de Tratamento:** Preliminar e Primário. Medianeira, Paraná. Apostila Teórica de Metodologias no Tratamento de Águas Residuárias. v. 01. Ed 1. Medianeira: Fundação Nacional de Saúde., 2004. 703p.

ROSELYNE, M. R. R. **Potenciais Efeitos da Presença de Alumínio na Água de Consumo Humano.** 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Lisboa, 2011.

SANTOS, J. L. Qualidade do leite versus qualidade da água. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 370, p. 13-20, 2016.

SARAIWA, C. B.; MENDONÇA, R. C. S.; SANTOS, A. L.; PEREIRA, D. A. Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367, p. 10-18, 2009.

SILVA, D. J. P. **Resíduos na Indústria de Laticínios.** 2011. 194 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, G, K. R.; KISHI, R. T. Modelagem matemática do cloro em redes de distribuição de água. **Sanare: Revista técnica da Sanepar**, v. 19, n. 19, 2008.

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

TECNOPON: Manual de Instrução – Turbidpímetro de Bancada Microprocessado TB-2000. Página inicial. Disponível em <tecnopon.com.br>. Acesso em: 26 de abr. 2023.

WHO. (2003). Aluminium in Drinking Water. Canadá, Toronto. URL http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsh0304_53/en/index.html