Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE ÁGUA BRUTA PROCESSADA EM SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF RAW WATER SAMPLES PROCESSED IN A SIMPLIFIED WATER TREATMENT SYSTEM

Ronielle Barros Rolim
Graduanda Farmácia, UFAM/ICET, BRASIL
E-mail: ronielleb72@gmail.com

Cristiane Nascimento Rolim dos Santos
Bacharela Química Industrial, UFAM/ICET, BRASIL
E-mail: crissantos2265@gmail.com

Alex Martins Ramos
Química Universidade Federal do Amazonas
Mestrado em Química Universidade Federal do Amazonas
Doutorado em Engenharia Química pela UNICAMP
E-mail: alexmartins@ufam.edu.br

Recebido: 15/07/2025 – Aceito: 28/07/2025

Resumo

A água desempenha um papel vital na saúde e sobrevivência de organismos vivos. No entanto, também pode ser um meio de disseminação de microrganismos patogênicos, como coliformes totais e *Escherichia coli*, que são indicadores de contaminação. O objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água submetida a tratamento, a fim de verificar sua potabilidade e avaliar a eficácia do processo de tratamento utilizado. Foram coletadas amostras de água bruta no Rio Amazonas e no Lago de Serpa, e análises laboratoriais foram realizadas para determinar os parâmetros de pH, turbidez, temperatura e concentração de cloro residual livre. Os resultados foram comparados com as diretrizes e regulamentações estabelecidas. O presente

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

estudo avaliou a eficiência de dois coagulantes (MTH® e MT®) no tratamento da água bruta proveniente do Rio Amazonas e do Lago de Serpa, com base em parâmetros físico-químicos (pH, turbidez, temperatura e cloro residual livre) e microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes). Os resultados demonstraram que, após o tratamento, os valores de pH e turbidez permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente. As análises microbiológicas indicaram a ausência de coliformes em todas as amostras de água tratada, confirmando a eficácia do processo na remoção de microrganismos patogênicos. Dessa forma, conclui-se que o sistema simplificado de tratamento de água avaliado é eficiente e seguro para o consumo humano, desde que mantido o monitoramento contínuo da qualidade da água. Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que o processo de tratamento da água utilizando os coagulantes MTH® e MT® foi eficaz na redução da contaminação microbiológica e físico químicas. A manutenção da conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos é crucial para assegurar a segurança do abastecimento de água tratada. A monitoração regular da qualidade da água tratada é essencial para proteger a saúde pública e prevenir a transmissão de doenças relacionadas à água.

Palavras-chave: Água tratada, parâmetros microbiológicos, parâmetros físico-químicos, coagulantes MTH® e MT®, Rio Amazonas, Lago de Serpa.

Abstract

Water plays a vital role in the health and survival of living organisms. However, it can also be a means of dissemination of pathogenic microorganisms, such as total coliforms and Escherichia coli, which are indicators of contamination. The aim of this study was to analyze the physicochemical and microbiological parameters of water submitted to treatment, in order to verify its potability and evaluate the effectiveness of the treatment process used. Raw water samples were collected from the Amazon River and Lake Serpa, and laboratory analyses were performed to determine the parameters of pH, turbidity, temperature and free residual chlorine concentration. The results were compared with established guidelines and regulations. The present study evaluated the efficiency of two coagulants (MTH® and MT®) in the treatment of raw water from the Amazon River and Lake Serpa, based on physicochemical (pH, turbidity, temperature and free residual chlorine) and microbiological (total and thermotolerant coliforms) parameters. The results demonstrated that, after treatment, the pH and turbidity values remained within the limits established by current environmental legislation. Microbiological analyses indicated the absence of coliforms in all treated water samples, confirming the effectiveness of the process in removing pathogenic microorganisms. Thus, it is concluded that the simplified water treatment system evaluated is efficient and safe for human consumption, as long as continuous monitoring of water quality is maintained. Based on the results obtained in this study, it can be concluded that the water treatment process using MTH® and MT® coagulants was effective in reducing microbiological and physical-chemical contamination. Maintaining compliance with established quality standards is crucial to ensure the safety of the treated water supply. Regular monitoring of the quality of treated water is essential to protect public health and prevent the transmission of water-related diseases.

Keywords: Treated water; Microbiological Parameters; Physical-Chemical Parameters; MTH® and MT® Coagulants; Amazon River; Lake Serpa.

1. Introdução

A água é um recurso essencial para a vida humana, sendo indispensável para o funcionamento adequado do organismo. Sua importância abrange uma ampla gama de funções fisiológicas, desde a manutenção do equilíbrio hidroeletrolítico até a regulação da temperatura corporal (SILVA; SALGUEIRO,

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

2001). No entanto, apesar de sua vital importância, a água também pode representar um veículo de transmissão de doenças, principalmente quando contaminada por microrganismos patogênicos (MACEDO, 2007).

A contaminação da água por microrganismos patogênicos ocorre principalmente pela rota fecal-oral, na qual a água é contaminada por esgoto não tratado ou tratado de forma inadequada (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Esses microrganismos, quando presentes na água consumida pela população, podem causar uma série de doenças, incluindo infecções gastrointestinais, febre tifoide, hepatite A e cólera, entre outras (MACEDO, 2007).

Identificar diretamente patógenos na água pode ser uma tarefa desafiadora devido à complexidade e diversidade desses organismos. Por isso, a análise de microrganismos indicadores de contaminação fecal é preferível, sendo as bactérias do grupo coliforme um dos principais indicadores utilizados (FRANCO; LANDGRAF, 2005). Dentre as bactérias coliformes, a *Escherichia coli* se destaca como a melhor indicadora de contaminação fecal, uma vez que é facilmente isolada e identificada na água. Além disso, sua sobrevivência é semelhante à de outros patógenos comuns, tornando-a um marcador confiável de contaminação fecal (JAY, 2005).

Diante dessas questões, é fundamental estabelecer padrões de potabilidade da água para consumo humano, a fim de garantir a saúde pública. O Ministério da Saúde estabelece diretrizes específicas para a qualidade da água, incluindo parâmetros como a presença/ausência da bactéria *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal) e o Residual de Agente Desinfetante (RAD). Além disso, recomenda-se manter o pH da água na faixa de 6,0 a 9,0 e um teor máximo de cloro residual livre de 2 mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento (PORTARIA N° 2.914, 2011).

Segundo Merten e Minella (2002), a verificação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água é essencial para definir se ela é própria para consumo, já que os padrões de qualidade variam conforme o uso pretendido. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água são definidos por normas específicas, como do MINISTÉRIO DA SAÚDE, que regulamenta os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2021).De acordo com Piveli (2004), os parâmetros físicos são fundamentais para

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

indicar a qualidade química da água, incluindo aspectos como a turbidez, influenciada pelos sólidos em suspensão, e a coloração, relacionada aos sólidos dissolvidos e compostos que geram odor.

O monitoramento contínuo da qualidade da água, abrangendo tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos, é essencial para garantir a segurança da população e prevenir riscos à saúde pública. Por meio de tratamentos adequados, é possível eliminar ou diminuir consideravelmente a presença de microrganismos patogênicos, tornando a água própria para o consumo humano. Para prevenir riscos à saúde, torna-se indispensável a obtenção contínua de dados atualizados sobre a qualidade da água distribuída. Além disso, a análise dos parâmetros físico-químicos após o tratamento é crucial para o controle rigoroso da qualidade e para garantir que a população tenha acesso a água potável e segura (SILVA, 2024).

Neste contexto, destaca-se a importância de avaliar a eficiência de sistemas de tratamento, inclusive os modelos simplificados de purificação que vêm sendo utilizados, especialmente em áreas rurais ou com acesso limitado a redes de abastecimento público. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a qualidade da água tratada por um sistema simplificado, a partir da avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Esta abordagem permite verificar se, mesmo com estruturas de tratamento menos complexas, é possível garantir que a água atenda aos critérios de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da Água para a Saúde Pública

A água possui importância fundamental para a manutenção da vida no planeta. Discutir sua relevância, em todas as suas dimensões biológica, ecológica e social, é falar diretamente sobre a sobrevivência da espécie humana, a conservação da biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas. A compreensão das interações entre os seres vivos e os ambientes naturais depende, em grande parte, do conhecimento sobre o papel vital que a água desempenha nessas relações de interdependência (BOFF, 2017). A ingestão diária de água de boa qualidade é

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

crucial para o bom desempenho dos processos biológicos e para garantir a saúde da população.

Doenças como cólera, hepatite A, febre tifoide e gastroenterites estão diretamente associadas à ingestão de água contaminada com agentes infecciosos (MACEDO, 2007). Esses quadros clínicos representam não apenas um problema de saúde pública, mas também um desafio socioeconômico, afetando o desenvolvimento das comunidades ribeirinhas e aumentando esses custos com saúde.

2.2 Contaminação da Água: Fontes e Riscos.

A contaminação da água por excretas humanas e animais representa um dos principais riscos à saúde pública, especialmente em áreas com deficiência em saneamento básico. A ingestão de água contaminada ou o consumo de alimentos lavados com essa água possibilita a entrada de microrganismos patogênicos no organismo humano, caracterizando a chamada rota fecal-oral. Diversos agentes etiológicos podem ser transmitidos por essa via, incluindo bactérias como *Salmonella* spp. e *Vibrio cholerae*, vírus entéricos e protozoários como *Giardia intestinalis* e *Entamoeba histolytica*, os quais estão associados a surtos de doenças diarreicas e gastrointestinais. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2022), essas enfermidades continuam sendo prevalentes em regiões de baixa renda, onde o acesso à água potável e ao tratamento adequado de esgotos ainda é limitado. Entre os patógenos mais frequentemente veiculados pela água, destacam-se *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella spp.*, *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* (TONDO, 2023).

A falta de infraestrutura de saneamento básico é o principal ponto pela qual o risco de contaminação é acentuado especialmente em regiões periféricas e áreas rurais. A ausência de coleta e tratamento adequado de esgoto favorece a contaminação dos mananciais, impactando diretamente na qualidade da água bruta utilizada para abastecimento (BRASIL, 2019).

O consumo de água contaminada pode causar surtos de doenças gastrointestinais, hepatites virais, leptospirose, febre tifóide, entre outras enfermidades. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, cerca de 80%

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

das doenças nos países em desenvolvimento são atribuídas ao consumo de água contaminada (LEWIS, 2021).

Diante desse cenário, torna-se imprescindível adotar estratégias efetivas de tratamento e monitoramento da água destinada ao consumo humano. A vigilância contínua da qualidade microbiológica e físico-química da água é fundamental para prevenir riscos à saúde pública e garantir a segurança hídrica (COELHO, 2020).

2.3 Indicadores Microbiológicos da Qualidade da Água.

A maior ameaça à saúde pública é a presença de microrganismos patogénicos na água assim sendo responsável por diversas enfermidades relacionas contaminação hídrica. Entretanto, a detecção direta desses patógenos é, muitas vezes, inviável em função do custo, tempo e complexidade das análises laboratoriais (CAVALHEIRO, 2023). Por esse motivo, utilizam-se microrganismos indicadores de contaminação, cuja presença sugere a possível ocorrência de patógenos e contaminação fecal recente.

O grupo mais utilizado para esse fim são os coliformes totais, especialmente a bactéria *Escherichia coli,* considerada o melhor indicador de contaminação fecal. Isso porque *E. coli* habita exclusivamente o trato gastrointestinal de animais de sangue quente, sendo excretada em grandes quantidades nas fezes (SOUSA, 2021). Além disso, sua identificação é relativamente simples e rápida por meio de substratos cromogênicos e fluorogênicos, como os presentes em kits comerciais tipo COLItest®, utilizados amplamente em análises de potabilidade (LKP Diagnósticos, 2014).

A presença de E. coli na água destinada ao consumo humano é terminantemente proibida, segundo os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/2021. Essa regulamentação determina que, em 100mL de amostra, não deve haver nenhuma unidade de colônia da bactéria, em qualquer ponto da rede de distribuição (BRASIL, 2021).

2.4 Parâmetros Físico-Químicos de Qualidade Água.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

A avaliação físico-química da água é vital para a determinação de sua potabilidade, sendo esses parâmetros crucial tanto para a eficácia do tratamento quanto para a segurança no consumo humano. Dentre os principais parâmetros físico-químicos monitorados rotineiramente estão o pH, a temperatura e a concentração de cloro residual livre (VON SPERLING, 2005).

O pH influencia diretamente a solubilidade de compostos químicos e a eficiência de desinfetantes, como o cloro. A Portaria GM/MS nº 888/2021 recomenda que o pH da água potável se mantenha entre 6,0 e 9,5, garantindo condições ideais para o consumo humano e preservação das redes de abastecimento (BRASIL, 2021). A temperatura da água afeta diretamente os processos de coagulação, sedimentação e desinfecção, além de influenciar a taxa de sobrevivência dos microrganismos. Temperaturas mais elevadas tendem a favorecer o crescimento microbiano e acelerar reações químicas, podendo comprometer a qualidade da água tratada (MIERZWA, 2005).

Outro critério importante é o cloro residual livre, que representa a quantidade de cloro disponível na água após o processo de desinfecção. Sua presença é fundamental para garantir a proteção microbiológica ao longo de todo o sistema de distribuição. A legislação brasileira estabelece um valor mínimo de 0,2 mg/L e máximo de 2,0 mg/L de cloro residual livre em qualquer ponto da rede (BRASIL, 2021). A análise conjunta desses parâmetros permite não apenas verificar a conformidade com os padrões legais, mas também avaliar a estabilidade e a eficiência do sistema de tratamento adotado. A manutenção de níveis adequados desses indicadores físico-químicos é essencial para garantir a segurança da água ofertada à população (DERISIO, 2016).

2.5 Sistemas Simplificados de Tratamento de Água.

Os sistemas simplificados de tratamento de água (SSTAs) são alternativas desenvolvidas especialmente para comunidades rurais, ribeirinhas ou de difícil acesso, onde a implementação de sistemas convencionais é inviável técnica ou economicamente. Esses sistemas têm como objetivo fornecer água de qualidade

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

para o consumo humano, utilizando processos adaptados à realidade local, com baixo custo de operação e manutenção (FUNASA, 2013).

Entre os principais componentes de um SSTA estão a coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção. Cada etapa visa a remoção de contaminantes físicos, químicos e biológicos. A eficiência desses sistemas, no entanto, depende de fatores como a qualidade da água bruta a ser tratada, a escolha adequada de insumos, como coagulantes, e o controle operacional (COELHO, 2020). A seguir, a Figura 1 demonstra o modelo utilizado do sistema simplificado para o tratamento de água.

Figura 1 - Sistema simplificado de tratamento de água



Fonte: A autora (2023).

2.6 Uso de Coagulantes Naturais e Comercias

Nos últimos anos, tem crescido o interesse pelo uso de coagulantes alternativos ou naturais, como os coagulantes MTH® e MT®, que prometem boa performance, menor geração de lodo e menor toxicidade residual em comparação com os coagulantes químicos tradicionais, como sulfato de alumínio. Esses coagulantes naturais apresentam vantagens significativas para uso em sistemas de pequena escala, por serem biodegradáveis, de baixo custo e de fácil aplicação (SANTOS *et al.*, 2020). Uma alternativa promissora é a aplicação de taninos vegetais no tratamento hídrico. Por se originarem de fontes renováveis, esses compostos

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

naturais surgem como uma opção viável à substituição de coagulantes químicos tradicionais (SOUSA, 2018).Um exemplo do uso de coagulante natural a base de tanino é o Tanfloc, que é um polímero extraído das cascas vegetais da Acácia Negra (Acácia mearnsii) que tem poder de formação de flocos e consequentemente sedimentação. Logo, esse tanino não tem poder de alterar o pH e nem a alcalinidade da água tratada (CORAL *et al*. 2009). Além disso, a operação de sistemas simplificados de tratamento de água exige constante monitoramento da qualidade da água tratada, especialmente quanto à presença de coliformes fecais, pH, cloro residual livre e turbidez, parâmetros diretamente relacionados à segurança microbiológica e físico-química da água fornecida (BRASIL, 2021).

2.7 Normas e Legislação Aplicável.

No Brasil, a qualidade da água destinada ao consumo humano é regulamentada por meio da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece os padrões de potabilidade, bem como os procedimentos de controle e vigilância da água em sistemas de abastecimento. Essa normativa atualizou a antiga Portaria nº 2.914/2011 e reflete os avanços técnicos e científicos relacionados à segurança da água para consumo humano (BRASIL, 2021).

Segundo a Portaria, a água potável deve estar isenta de *Escherichia coli* em 100mL, possuir níveis adequados de cloro residual livre (entre 0,2 e 2,0 mg/L em qualquer ponto da rede), e ter pH entre 6,0 e 9,5. Além disso, outros parâmetros microbiológicos, físico-químicos e indicadores de risco à saúde pública são definidos como obrigatórios, com base em critérios de aceitabilidade, toxicidade e evidências epidemiológicas. A legislação também exige que os sistemas de abastecimento realizem monitoramento contínuo, com frequência determinada pelo porte do sistema e a população atendida. Nos sistemas simplificados, essa responsabilidade pode ser compartilhada com os serviços de vigilância sanitária locais e estaduais, os quais devem assegurar a coleta de dados e a implementação de ações corretivas quando necessário (BRASIL, 2021).

2.8 Importância do Monitoramento Contínuo da Qualidade da Água.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

O monitoramento contínuo da qualidade da água é uma prática essencial para garantir a segurança do abastecimento e a proteção da saúde pública. A água pode sofrer contaminações ao longo de todo o sistema de captação, tratamento, armazenamento e distribuição, sendo imprescindível a vigilância sistemática para identificar alterações nos parâmetros microbiológicos e físico-químicos antes que causem danos à população (BRASIL, 2021).

Segundo estabelece a Portaria GM/MS nº 888/2021, o controle deve ser realizado com frequência compatível com o porte do sistema e as características da água bruta, garantindo que a água oferecida à população esteja em conformidade com os padrões de potabilidade.

3. Objetivos.

3.1 Objetivo Geral

Analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água submetida a tratamento, a fim de verificar sua potabilidade e avaliar a eficácia do processo de tratamento utilizado.

3.2 Objetivos Específicos

I. Realizar análises físico-químicas (pH, temperatura, cloro residual livre) da água tratada;

II. Detectar presença ou ausência de bactérias coliformes;

III. Verificar a presença ou ausência de *Escherichia Coli;*

IV. Comparar os resultados obtidos das análises microbiológicas e físico-químicas com os parâmetros da portaria.

4. Metodologia

4.1 Amostragem e local de coleta.

No período de setembro de 2022 a fevereiro de 2023, foram realizadas análises mensais de amostras de água bruta no Novo Porto de Itacoatiara/AM, localizado no bairro Jauary II, e no Lago de Serpa. Durante esses meses, ocorre o período de seca no município. Aproximadamente 100 litros de amostra foram coletados no

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

turno da manhã. Ao todo, foram coletadas 10 amostras de água bruta durante os quatro meses de monitoramento.

4.2 Tratamento de Água.

O tratamento da água foi realizado utilizando um sistema simplificado, composto por um tanque de mistura rápida, um tanque de floculação e um decantador. Foi utilizado o coagulante natural MTH® e MT® da empresa TANAC. A aplicacão foi administrada a uma concentração de 20 mg/L. A mistura foi realizada por 1 minuto a 100 rpm, seguida de um período de floculação de 20 minutos a 30 rpm. O processo de tratamento envolveu as etapas de coagulação e floculação, seguidas por 30 minutos de repouso para permitir a sedimentação dos flocos durante a decantação .Posteriormente, o sistema passou pelas etapas de filtração e desinfecção , garantindo a qualidade da água tratada. Para a desinfecção, foram utilizados 100 litros das amostras coletadas, nas quais foram adicionadas 120 gotas de hipoclorito de sódio, assegurando a eliminação de microrganismos patogênicos. A quantidade de gotas variava conforme o coagulante utilizado e as características da água, especialmente em relação à carga de sólidos em suspensão, ajustando-se a dosagem para garantir a eficácia da desinfecção.

4.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram conduzidas em triplicata para água bruta e tratada em laboratório, utilizando alíquotas de 100mL acondicionadas em frascos estéreis e utilizando o kit comercial COLItest®. As análises de coliformes totais e coliformes termotolerantes (Escherichia coli) foram realizadas com o COLItest®, que contém substratos cromogênicos e fluorogênicos para a detecção simultânea desses microrganismos. O kit é formulado com nutrientes balanceados que inibem o crescimento de bactérias gram-positivas, favorecendo a proliferação de bactérias do grupo coliforme. A identificação da Escherichia coli foi feita por fluorescência e teste de produção de indol, após incubação a 35 ºC por um período de 18 a 48 horas (LKP Diagnósticos, 2014).

O COLItest® é regularizado pela APHA/AWWA/WEF e descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (LKP, 2017). Também é

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

aprovado pelo ITAL (Instituto Tecnológico de Alimentos) sob análise nº: MB-1836/05. Os valores obtidos nas análises foram comparados com os valores tabelados e padronizados de acordo com a Resolução RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que aprova o "Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural". A Figura 2 apresenta os principais componentes utilizados nas análises, incluindo o frasco de coleta e o reagente do kit COLItest®.

Figura 2 -Representação do frasco utilizado e reagente do Kit



Legenda:(A) Recipiente transparente não fluorescente (B) substrato do Kit Colitest

Fonte: A autora (2023).

4.4 Análises Físico-Quimícas

Após o tratamento da água bruta em sistema simplificado, utilizando coagulantes naturais MTH® e MT®, foram realizadas análises físico-químicas.Importante destacar que essas análises também foram aplicadas às amostras de água bruta, com o objetivo de comparar os parâmetros antes e após o tratamento. Os parâmetros de pH e temperatura foram obtidos utilizando um medidor multiparâmetro da marca AKSO (modelo AK88), conforme descrito no método 4500-H^+ B do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WEF) e em conformidade com a norma ABNT NBR 10523:2016. A concentração de cloro livre residual foi determinada com o uso de um fotômetro multiparâmetro da marca Hanna, modelo HI83399 (HANNA, 2021), de acordo com o método 4500-Cl G (DPD Colorimetric Method) do *Standard Methods* e em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

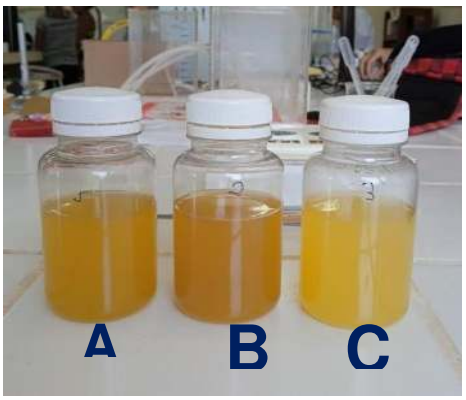
os padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil. A determinação da turbidez das amostras foi efetuada em condições de temperatura ambiente, por meio de turbidímetro digital da marca Akso, (modelo TU430), conforme especificações do fabricante e protocolos analíticos padronizados seguindo o método 2130 B do *Standard Methods*, atendendo também às exigências da ABNT NBR 9898:2017 e da Portaria GM/MS nº 888/2021.

5. Resultados e Discussões

5.1 Análises Microbiológicas.

Nos testes realizados com água bruta, com o objetivo de verificar a presença ou ausência de patógenos do grupo das bactérias coliformes, foram observados resultados positivos em 100% das amostras analisadas. Isso indica a fermentação de lactose após 48 horas de incubação, evidenciando a presença de coliformes termotolerantes. No que diz respeito às análises de coliformes totais e coliformes termotolerantes. Observa-se que as amostras de água bruta coletadas apresentaram resultados positivos para coliformes totais, indicado pela mudança de coloração conforme mostrado na Figura 3. o que reforça a necessidade do tratamento adequado antes do consumo. Essas análises permitem a detecção precoce de contaminações, orientando ações corretivas e preventivas no tratamento da água. Assim, garantem a segurança sanitária da população e ajudam a cumprir os padrões de potabilidade estabelecidos por órgãos reguladores, como a ANVISA e o Ministério da Saúde.

Figura 3 - Resultado da presença de coliformes termotolerantes



Fonte: A autora (2023)

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

A confirmação da presença de *Escherichia coli*, um coliforme termotolerante, foi realizada por meio da aplicação do teste de indol que é um método bioquímico utilizado para identificar microrganismos capazes de degradar o aminoácido triptofano e produzir indol como subproduto (SILVA, 2022). A produção de indol é detectada por meio da adição de um reagente específico, que, ao reagir com o composto, forma uma coloração característica (geralmente rosada ou vermelha) na superfície do meio. Em seguida, foi realizado o teste (Figura 4) nas amostras analisadas, e os resultados confirmaram a presença de *Escherichia coli*, evidenciando contaminação fecal nas amostras de água bruta.

Figura 4 - Teste de Indol para confirmação de *E.coli*.



Fonte: A autora (2023).

Essa contaminação é resultado da interferência humana e causa um impacto ambiental, afetando as características físicas, químicas e biológicas da água,comprometendo sua qualidade (SOUZA; GASTALDINI, 2014; SUZUKI *et al.*, 2019).

Conforme a Tabela 1 e Tabela 2 a obtenção do resultado microbiológico negativo em água tratada indica a ausência de microrganismos patogênicos ou indicadores de contaminação microbiológica na amostra analisada (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Esse resultado é um indicativo da eficácia do processo de tratamento aplicado, que envolve etapas como coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção. Essas etapas são projetadas para remover

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

partículas suspensas, matéria orgânica, microrganismos e outros contaminantes presentes na água bruta (SOUZA; GASTALDINI, 2014; SUZUKI *et al.*, 2019).

A etapa de desinfecção desempenha um papel crucial na eliminação ou inativação de microrganismos patogênicos. Nesse estudo, foi utilizado hipoclorito de sódio como agente desinfetante, contribuindo para garantir a segurança microbiológica da água tratada (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). É importante ressaltar que a ausência de indicadores de contaminação não garante a ausência total de microrganismos na água tratada. Por isso, é fundamental armazenar e distribuir adequadamente a água tratada, seguindo rigorosas práticas de higiene e segurança, a fim de evitar qualquer contaminação posterior antes do consumo final (SOUZA; GASTALDINI, 2014; SUZUKI *et al.*, 2019).

A garantia da qualidade microbiológica da água tratada é essencial para preservar a saúde pública e prevenir a transmissão de doenças relacionadas à água. Portanto, é necessário manter a vigilância contínua da qualidade microbiológica por meio de testes regulares, garantindo que os processos de tratamento estejam sempre eficientes e apropriados para garantir a segurança da água consumida.

Tabela 1 – Análises Microbiológicas da Água Bruta e Tratada com MTH® e MT® (Rio Amazonas e Lago de Serpa)

	Amostras		**Roxo para amarelo**	**Fluorescência**	**Teste de Indol**
Água Bruta – Rio Amazonas	1° a 3°		Positivo para Coliformes Totais	Positivo para *E. coli*	Positivo para *E. coli*
	Coagulantes	**Amostras**	**Roxo para amarelo**	**Fluorescência**	**Teste de Indol**
Água Tratada Sistema Simplificado	MTH MTH MT	1° a 3°	Negativo para Coliformes Totais	Negativo para Coliformes Totais	Negativo para Coliformes Totais
Água Bruta – Lago de	**Amostras**		**Roxo para amarelo**	**Fluorescência**	**Teste de Indol**

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

Serpa		1° a 3°	Positivo para Coliformes Totais	Positivo para *E. coli*	Positivo para *E. coli*
	Coagulantes	**Amostras**	**Roxo para amarelo**	**Fluorescência**	**Teste de Indol**
Água Tratada Sistema Simplificado	MTH MT	1° a 3°	Negativo para Coliformes Totais	Negativo para Coliformes Totais	Negativo para Coliformes Totais

Fonte: A autora, 2022.

Tabela 2 – **Análises Microbiológicas da Água Bruta e da Água Tratada com Coagulantes no Rio Amazonas.**

	Amostras	**Roxo para amarelo**	**Fluorescência**	**Teste de Indol**
Água Bruta – Rio Amazonas	1° a 3°	Positivo para Coliformes Totais	Positivo para *E. coli*	Positivo para *E. coli*
Coagulantes	**Amostras**	**Roxo para amarelo**	**Fluorescência**	**Teste de Indol**
Água Tratada Sistema Simplificado	MTH	1° a 3°	Negativo para Coliformes Totais	Negativo para Coliformes Totais	Negativo para Coliformes Totais

5.1.1 Coliforme totais como Indicadores de Qualidade da Água.

Os coliformes totais são amplamente utilizados como indicadores da qualidade microbiológica da água, por serem facilmente detectáveis e por sua presença estar frequentemente associada à contaminação ambiental. Embora não sejam necessariamente patogênicos, sua ocorrência indica falhas nos processos de tratamento ou contaminação por resíduos orgânicos, o que pode favorecer a presença de microrganismos causadores de doenças (SILVA, 2018). A análise desses indicadores é fundamental para avaliar a eficácia do tratamento da água e garantir que ela atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos por legislações

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

sanitárias, como a Portaria GM/MS nº 888/2021. Dessa forma, o monitoramento de coliformes totais contribui diretamente para a prevenção de surtos de doenças de veiculação hídrica e para a promoção da saúde pública.

5.1.2 Importância da Detecção de Coliformes Termotolerantes

A detecção de coliformes termotolerantes, como a *Escherichia coli*, é de fundamental importância para a avaliação da qualidade microbiológica da água destinada ao consumo humano. Esses microrganismos são considerados indicadores clássicos de contaminação fecal recente, pois habitam o trato intestinal de animais de sangue quente. Sua presença em amostras de água sinaliza a possibilidade de contaminação por patógenos de origem fecal, como vírus, bactérias e protozoários, que podem causar diversas doenças de veiculação hídrica, como diarreias, hepatites e infecções gastrointestinais. Por isso, os coliformes termotolerantes são amplamente utilizados como parâmetro de controle em legislações nacionais e internacionais sobre potabilidade da água, como a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece que a água para consumo humano deve estar isenta desses microrganismos. A análise periódica desses indicadores é essencial para garantir a segurança sanitária da água distribuída, especialmente em comunidades com sistemas simplificados de tratamento ou com maior vulnerabilidade ambiental.

5.2 Análise dos Parâmetros Físico-Químicos da Água Tratada no Sistema

A Tabela 3 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos da água tratada com os coagulantes naturais MTH® e MT® em diferentes datas e locais, abrangendo o Rio Amazonas e o Lago de Serpa. Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, pH, turbidez e cloro residual livre, além de comparação com os valores máximos permitidos (VMP), conforme a legislação vigente.

5.2.1 Temperatura

Os valores de temperatura variaram entre 29,70 ºC e 30,25 ºC no Rio Amazonas com o coagulante MTH®, enquanto o MT® apresentou média de 29,90 ºC. No Lago de Serpa, o MTH® apresentou valor de 28,75 ºC, e o MT®, 29,90 ºC.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

Esses resultados estão de acordo com os dados encontrados por Santos e Ramos (2020), que observaram temperaturas variando entre 28,50 ºC e 29,70 ºC em regiões semelhantes. Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabeleça limite máximo para temperatura, esse parâmetro é relevante, pois influencia reações químicas e a solubilidade de gases, além da atividade de microrganismos na água.

5.2.2 pH (Potencial Hidrogeniônico)

O pH das amostras de água que foram submetidas ao tratamento com o emprego dos agentes coagulantes variou entre 8,40 e 8,96, e apresentou valor médio de 8,18. No Lago de Serpa, ambos os coagulantes apresentaram pH de aproximadamente 7,06. Esses valores estão dentro da faixa recomendada de 6,0 a 9,0, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, e próximos dos resultados obtidos por Santos e Ramos (2020). O pH é um parâmetro essencial, pois afeta diretamente a eficácia dos tratamentos e a disponibilidade de nutrientes e metais na água.

5.2.3 Turbidez.

A turbidez variou significativamente entre os locais. No Rio Amazonas, os valores oscilaram de 30,00 a 42,65 NTU, enquanto no Lago de Serpa variaram de 0,07 a 14,74 NTU. Segundo a CONAMA 357/2005, o limite máximo permitido para turbidez é de 40 NTU para águas de classe 1 e 100 NTU para classe 2. O valor mais elevado registrado (42,65 NTU) pode estar associado a chuvas intensas e processos de erosão, típicos do período de seca entre setembro de 2022 e fevereiro de 2023, que aumentam a carga de sólidos em suspensão. Observa-se que a turbidez inicial apresentou valores elevados, como no dia 08/09/2022 (42,65 NTU), evidenciando a necessidade de tratamento eficaz para garantir a potabilidade. Em contrapartida, em 07/10/2022, após o uso do coagulante natural (MTH), a turbidez foi significativamente reduzida para 0,07 NTU, indicando alta eficiência do tratamento.

5.2.4 Cloro Residual Livre

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

A concentração de cloro livre residual foi detectada apenas nas amostras tratadas, com variações de 0,37 mg/L a 0,69 mg/L, valores bem abaixo do máximo permitido de 2,0 mg/L, segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021. Isso evidencia que os processos de desinfecção foram eficazes e seguros, não comprometendo a potabilidade da água.

A concentração de cloro residual livre na água tratada apresentou variações de 0,50 a 0,65 mg/L no Rio Amazonas e de 0,37 a 0,69 mg/L no Lago de Serpa. Esses valores estão dentro dos limites permitidos pela legislação, que varia de 0,2 a 2,0 mg/L, garantindo a eficácia da desinfecção e a segurança microbiológica da água tratada. A presença de cloro residual dentro desses limites indica que a desinfecção foi eficaz na eliminação de microrganismos patogênicos fator essencial para prevenir doenças de veiculação hídrica.

Esses resultados indicam que os tratamentos com coagulantes naturais, especialmente o MTH, demonstraram bom desempenho na melhoria da qualidade da água, atendendo aos parâmetros de potabilidade em relação à turbidez e cloro livre, reforçando sua viabilidade em sistemas de tratamento simplificados.

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos da água tratada com MTH® e MT® em diferentes datas e locais

Datas	**Locais**	**Coagulante**	**Turbidez (NTU)**	**pH**	**Temperatura (ºC)**	**Cloro Livre (mg/L)**
VMP			**---**	**6,0 – 9,0**	**---**	**2,0**
08/09/2022	Rio Amazonas	-	42,65 ± 0,21	5,86 ± 0,00	26,90 ± 0,00	-
10/09/2022		MTH		8,96 ± 0,01	30,25 ± 0,21	0, 53 ± 0,00
26/09/2022		-	30,00 ± 0,14	6,05 ± 0,01	30,60 ± 0,14	-
27/09/2022		MTH		8,40 ± 0,11	29,70 ± 0,00	0,50 ± 0,00
29/09/2022		MT		8,18 ± 0,21	29,90 ± 1,13	0,65 ± 0,00
07/10/2022	Lago de	MTH	0,07 ± 0,08	7,06 ±	28,75 ± 0,07	0,37 ±

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

Serpa			0,08		0,00
10/10/2022	MT	-	7,06 ± 0,08	29,90 ± 1,13	0,69 ± 0,00
23/02/2023		14,74 ± 0,13	6,10 ± 0,07	30,35 ± 0,07	

Fonte: A autora, 2022.
*VMP – Valor Máximo Permitido

5.3 Avaliação do Sistema com Coagulante MTH® (Dez 2022 – Jan 2023).

5.3.1 Temperatura

A Tabela 4 mostra relação à temperatura, os dados variam entre 27,10 ºC e 30,90 ºC na na água tratada oriunda do Rio Amazonas com o coagulante MTH®. A temperatura da água é um parâmetro crucial, pois interfere em reações químicas e na sobrevivência de organismos aquáticos. Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabeleça um valor exato para a temperatura, é importante monitorá-la, pois valores elevados podem indicar alterações ambientais ou influenciar negativamente a qualidade do tratamento.

5.3.2 pH

Os resultados obtidos para o pH da água tratada do Rio Amazonas utilizando o coagulante MTH® variaram de 6,52 a 6,75. Esses valores estão em concordância com os achados de Santos e Ramos (2020), que observaram variações de pH entre 6,30 e 7,60. Além disso, os valores estão dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define um intervalo de 6,0 a 9,0 para a qualidade da água. O pH é um parâmetro essencial na avaliação da água, pois influencia diretamente reações químicas, a solubilidade de compostos e a atividade microbiológica, afetando a eficiência do tratamento.

5.3.3 Cloro Residual Livre

A concentração de cloro residual livre apresentou variações de 0,17 a 0,95 mg/L no Rio Amazonas. Esses resultados estão dentro do intervalo permitido pela legislação, que é de 0,2 a 2,0 mg/L, segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021. A

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

presença de cloro residual é essencial para garantir a eficácia da desinfecção e assegurar a segurança microbiológica da água. Valores adequados indicam que a água foi devidamente desinfetada e está protegida contra possíveis recontaminações até o consumo final.

Os resultados da água tratada com MTH® no sistema novo demonstram conformidade com os padrões estabelecidos pelas regulamentações vigentes, especialmente no que se refere ao pH e à concentração de cloro residual livre. A manutenção desses parâmetros dentro dos limites recomendados é essencial para assegurar qualidade, potabilidade e segurança da água distribuída à população. O controle adequado desses indicadores reforça a importância de um sistema de tratamento eficiente e monitorado regularmente.

Tabela 4 – Qualidade da Água Tratada com MTH® no Rio Amazonas (dez/2022 – jan/2023).

Datas	**Local**	**Coagulante**	**pH**	**Temperatura (ºC)**	**Cloro Livre (mg/L)**
VMP			**6,0 – 9,0**		**2,0**
08/12/2022	Rio Amazonas	MTH	6,67 ± 0,03	30,90 ± 0,28	0,17 ± 0,00
13/12/2022			6,75 ± 0,04	28,85 ± 0,07	0,95 ± 0,22
13/01/2023			6,52 ± 0,21	27,10 ± 0,00	-----

Fonte: A autora, 2023.

*VMP – Valor Máximo Permitido

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que o processo de tratamento da água demonstrou ser eficaz na redução da contaminação microbiológica, resultando em resultados microbiológicos negativos para microrganismos patogênicos e indicadores de contaminação. Além disso, os parâmetros físico-químicos avaliados como turbidez, pH, temperatura e cloro residual livre apresentaram-se, em sua maioria, dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, indicando a eficiência do sistema na melhoria da qualidade

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/csk8fw60

da água tratada. Esses achados reforçam a importância do monitoramento contínuo e da adoção de tecnologias apropriadas para garantir a segurança e a potabilidade da água distribuída à população.

As etapas de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção aplicadas no tratamento da água mostraram-se capazes de remover partículas suspensas, matéria orgânica e microrganismos, garantindo a segurança microbiológica e físico química da água tratada. As análises físico-químicas revelaram que os parâmetros de pH, temperatura, turbidez e cloro residual livre da água tratada se mantiveram, em sua maioria, dentro dos limites estabelecidos pelas legislações vigentes, como a Resolução CONAMA nº 357/2005.

A utilização de agentes desinfetantes, como o hipoclorito de sódio, na etapa de desinfecção foi fundamental para a destruição ou inativação de microrganismos patogênicos, contribuindo para a obtenção de resultados microbiológicos negativos.

É importante ressaltar que a ausência de indicadores de contaminação microbiológica não garante a ausência total de microrganismos na água tratada. Portanto, é essencial manter a vigilância contínua da qualidade microbiológica da água tratada, por meio de testes regulares, a fim de garantir a segurança e a qualidade contínua do abastecimento de água.

Os resultados obtidos evidenciam que o coagulante MTH® foi eficaz no tratamento da água do Rio Amazonas, proporcionando parâmetros de pH, temperatura e cloro residual livre dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. A conformidade com a legislação demonstra que o uso desse coagulante pode ser uma alternativa viável e segura para o tratamento da água em regiões que demandam soluções adaptadas e eficientes. No entanto, a continuidade do monitoramento da qualidade da água é essencial para garantir a segurança sanitária e a proteção da saúde pública a longo prazo.

REFERÊNCIAS

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION., AWWA – AMERICAN WATER WORK ASSOCIATON., WPCF – WATER POLLUITION CONTROL

FEDERATION. Standard Methods of the experimination of water and wasterwater. 20. ed. Nova Iorque, 1999.

BOMFIM, A. P. D. S. **Avaliação dos coagulantes Tanfloc em comparação aos coagulantes inorgânicos a base de alumínio no tratamento de água**. 2015. 210f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água** / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18 de março de 2005**. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 17 jul 2023.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes Limitada, 2017.

CAVALHEIRO, Alexandra Lorini et al. Tecnologia de Ponto-de-Uso (POU) para desinfecção de água para consumo humano: reator UV-ozônio. 2023.

COELHO, Lúcia. **Gestão de efluentes e emissões**. Editora Senac São Paulo, 2020.

CORAL L.A; BERGAMASCO, R.R; BASSETTI, F.J. Estudo da Viabilidade de Utilização do Polímero Natural (TANFLOC) em Substituição ao Sulfato de Alumínio no Tratamento de Águas para Consumo Humano. In: **INTERCIONAL WORSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2.,** 2009, São Paulo. Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M**. Microbiologia de Alimentos**. Atheneu, 2005.

FUNASA, Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**, v. 3, 2013.

JAY, J.M. Parâmetros intrínsecos e extrínsecos dos alimentos que afetam o crescimento microbiano. In: _____. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. Cap. 3, p. 51-72.

HANNA. **Fotômetro Multiparâmetro.** Hanna Instruments Brasil. 2021. Disponível em: https://hannainst.com.br/wp-content/uploads/2021/09/man_HI83399_01_20_pt_BR_v21.pdf. Acesso em: 30 jan 2023.

LKP Diagnósticos. Solução no controle de qualidade da água. [Instruções de uso do Kit COLItest®]. Disponível em: Acesso em: 17 jul 2023.

MACEDO, J.A.B. de. **Águas e águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.1027p.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, consolidada pela Portaria nº 5, de 28 de setembro de 2017. Disponível em: https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-deConsolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf. Acesso em: 17 jul 2023.

PEREIRA, A. M., RAMOS, A. M. Determinação De Variáveis Físico-Químicas Da Água Do Lago De Serpa No Município De Itacoatiara/Am. Anais Da Semana Nacional de Ciência E Tecnologia ICET/UFAM e IFAM (ISSN 2594-8237). Itacoatiara -AM. 2022

PIVELI, Roque Passos. Tratamento de esgotos sanitários. Brasil: S/I, 2004.

SANTOS, C. N. R., RAMOS, A. M. Uso de diferentes coagulantes à base de tanino para tratamento de águas superficiais com elevada carga de sólidos em suspensão**.** 2020. Pibic (Programa de Iniciação Científica). Universidade Federal do Amazonas. 2020.

SILVA, Jarlan Lucas dos Santos. Isolamento, seleção e caracterização de bactérias com potencial na biodegradação do atrazina. 2022.

SILVA, G. A. D., Nunes, I. C., SILVEIRA, J. O. D. P., & LIMA, M. M. D. Preservando o meio ambiente: usando racionalmente os recursos hídricos(2024).

SILVA, E.F.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação da qualidade bacteriológica de água e poços na Região Metropolitana de Recife-PE**. Rev. Hig. Alim**. São Paulo, v.15, n.90/91,2007, p. 70.

SILVA, J. O.; CAPUANO, D. M.; TAKAYANAGUI, O. M.; JUNIOR GIACOMETTI, E. Enteroparasitoses e onicomicoses em manipuladores de alimentos do município de Ribeirão Preto. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. São Paulo, v. 8, n. 4, p. 385-392, 2005.

SILVA, Everton Grassi da et al. Estudo microbiológico das matérias-primas e produtos de alimentos secos e desidratados. 2018.

SOUZA, M. M. DE; GASTALDINI, M. C. C. Water quality assessment in watersheds with different anthropogenic impacts. Eng. Sanit. Ambient. v.19, n.3, P. 263-274, 2014.

SUZUKI, Y. HASHIMOTO, R., XIE, H; NISHIMURA, E; NISHIYAMA, M; NUKAZAWA, K; ISHII, S. Growth and antibiotic resistance acquisition of Escherichia coli in a river that receives treated sewage effluent. **The Science of the Total Environment**, v. 690, p. 696–704, 10, 2019.

TORTORA, G. J., FUNKE, B.R., CASE, C.L., **Microbiologia**. Porto Alegre: Artmed. 6° Ed. 2005.