



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARYELLE ADJA DE FREITAS GOMES

**Análise microbiológica de água de torneiras
residenciais no município de Serra Talhada-PE**

SERRA TALHADA-PE

2019

MARYELLE ADJA DE FREITAS GOMES

Análise microbiológica de água de torneiras residenciais no município de Serra Talhada-PE

Monografia apresentada como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Virgínia Medeiros de Siqueira

SERRA TALHADA-PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

G633a Gomes, Maryelle Adja de Freitas

Análise microbiológica de água de torneiras residenciais no município de Serra Talhada-PE / Maryelle Adja de Freitas Gomes. – Serra Talhada, 2019.

45 f.: il.

Orientadora: Virgínia Medeiros de Siqueira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências e anexos.

1. Água potável. 2. Coliformes fecais. 3. Bactérias. I. Siqueira, Virgínia Medeiros de, orient. II. Título.

CDD 574

Análise microbiológica de água de torneiras residenciais no município de Serra Talhada-PE

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Virgínia Medeiros de Siqueira (Presidente/Orientadora)

UFRPE/UAST

Prof. Ms. Douglas Moreira de Oliveira (2º TITULAR)

UFRPE/CODAI

Profa. Ms. Máisa Fernanda dos Santos Barbosa (3º TITULAR)

FACHUSC

SERRA TALHADA-PE

2019

Dedico este trabalho aos meus
pais Cícero e Marly, aos meus
irmãos Franklin e Maíla e em
especial à minha tia Ana Freitas
(*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar nesta caminhada, por me abençoar, me iluminar e dar forças e coragem para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais Cícero Gomes e Marly Freitas, por sempre estarem ao meu lado, me ensinando valores, acreditando em mim e me apoiando em todas minhas decisões.

Aos meus irmãos Franklin Roberto e Maíla Adrielly, por me incentivarem e acreditarem no meu potencial.

À turma de 2019.1, pelos momentos vivenciados, experiências compartilhadas e pelas amizades construídas, em especial à Alysson companheiro de laboratório que me ajudou muito na realização deste trabalho.

Aos professores, pelos grandes ensinamentos em sala de aula.

À minha orientadora Prof^a Virgínia Medeiros de Siqueira, pela paciência, dedicação e pelos excelentes direcionamentos acadêmicos fornecidos durante a orientação deste trabalho. Muito obrigada.

A UFRPE/UAST, pela oportunidade de aprender não só assuntos acadêmicos, mas também aprender a enxergar o mundo fora da minha bolha social e por ter contribuído em minha formação profissional e pessoal.

A todos, que contribuíram de maneira direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

RESUMO

Palavras-chave: análise microbiológica, água potável, coliformes, bactérias, cloração, filtração.

A água pode sofrer variações químicas e biológicas nos sistemas de distribuição, alterando a qualidade da água que chega à torneira do consumidor. Isso gera preocupação em todo o mundo, pois o consumo de água imprópria afeta diretamente à saúde pública, pois a mesma serve de veículo de agentes etiológicos de diversas enfermidades. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de água de torneiras em residências de cinco bairros da cidade de Serra Talhada-PE, bem como analisar a eficácia de métodos alternativos de tratamento, como filtragem e cloração. As amostras foram fracionadas em três subamostras: sem tratamento, tratada com hipoclorito de sódio e filtração com vela de porcelana microporosa. Todas as subamostras foram submetidas à pesquisa de Coliformes Totais, utilizando Caldo Lauril Lactosado e Verde Brilhante; Termotolerantes, utilizando Caldo *Escherichia coli* e Bactérias totais, utilizando Agar Nutriente. Foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos e triplicatas. Nas análises de coliformes totais, duas amostras apresentaram turvação e formação de gás, com quantificação 43 NMP e 23 NMP NMP/mL e apresentaram termotolerantes na quantificação 7,4 NMP e 3,6 NMP, desta forma são consideradas impróprias para o consumo de acordo com o Ministério da Saúde. Em relação às análises de bactérias totais, nenhuma amostra apresentou UFC superior a 500 UFC/mL, portanto estão dentro do padrão exigido. O tratamento com hipoclorito mostrou eficiência na redução de bactérias, coliformes totais e termotolerantes. Em relação à filtração, houve aumento da densidade microbiana, excedendo 500 UFC/mL em duas amostras, indicando contaminação pela vela. Porém, esta mesma análise revelou que apesar da contaminação os coliformes de origem fecal, nas amostras positivas para este microrganismo, foram retidos, indicando que este método foi eficaz na eliminação de coliformes termotolerantes. Supõe-se que as duas amostras que apresentaram coliformes termotolerantes foram contaminadas pelo reservatório da residência que estão em condições inadequadas ou a contaminação é provinda da rede de tubulação da rede de abastecimento.

ABSTRACT

Keywords: microbial analyses, drinking water, coliforms, filtration, chlorination.

Water can undergo chemical and biological variations along distribution systems, changing their quality when it reaches the consumer. This causes concern throughout, since inappropriate drinking water directly affects public health once water may act as a vehicle for pathogenic microorganisms of enteric origin. The objective of this study was to evaluate the microbiological quality of tap water in residences in five districts Serra Talhada-PE's municipality, as well as to analyze the effectiveness of alternative treatments such as filtration and chlorination. The samples were collected in pre-sterilized and aseptically flashed glass vials and were fractionated in three sub-samples: without treatment (ST), treated with sodium hypochlorite (T-NaCl) and filtration with microporous porcelain filters (T-Filt). All subsamples were submit to the research and quantification of total coliforms, thermotolerant coliforms and total bacteria, using methodology described by the American Public Health Association (APHA). For this, the technique of multi-tubes for 3 tubes and quantification by the Most Probable Number (NMP) and Colony Forming Units (CFU) were used. As results, two of the five subsamples (ST) presented quantification of 43 NMP and 23 NMP/mL for total coliforms, and of 7.4 NMP/mL and 3.6 NMP / mL for thermotolerant coliforms, thus being considered inappropriate human consumption according to Portaria 518/2004 of the Ministry of Health of Brazil. Regarding the analysis of total bacteria, no sample had CFU higher than 500 CFU / mL, being therefore within the required standard. The treatment with hypochlorite showed efficiency in the reduction of total bacteria, total coliforms and thermotolerant coliforms. Regarding filtration, there was an increase in microbial density in relation to the ST samples, indicating a possible contamination in the ceramic filters. However, for this same treatment (T-Filt), the results were negative for total and thermotolerant coliforms, indicating that this method was effective in the elimination of these microorganisms. It is assumed that the two samples that presented thermotolerant coliforms were contaminated by the reservoir of the residences, or the contamination comes from the pipelines of the supply network. In addition, alternative treatment using hypochlorite has proved effective and may be indicated for households that use tap water for human consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. O ciclo completo do saneamento básico. Fonte: http://www.csbhsgalado.com.br/noticias/saneamento-basico/	12
Figura 2. Etapas do tratamento de água, da captação até a distribuição. Fonte: http://server.pelotas.com.br/sanep/tratamento/	13
Figura 3. Locais de coleta no município de Serra Talhada - PE. FONTE: https://www.google.com.br/maps	24
Figura 4. Inoculação das amostras em meio de cultura para pesquisa de coliformes após tratamento com hipoclorito de sódio.....	25
Figura 5. Filtro caseiro (A) e vela de porcelana (B) utilizados no processo de filtração das amostras	26
Figura 6. Técnica dos tubos múltiplos para pesquisa de coliformes totais e termotolerantes	27
Figura 7. Transferência de uma alçada de amostra positiva de Caldo Lauril Lactosado para Caldo Verde Brilhante para realização da pesquisa de coliformes em amostra de água.	28
Figura 8. Semeio das amostras na superfície do meio de cultura e espalhamento com alça de Drigalski dentro da cabine de segurança.....	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano (FONTE: Ministério da Saúde, 2011).	16
Quadro 2. Quadro: Manual de desinfecção de água para o consumo humano com adição de hipoclorito de sódio a 2,5%.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantificação de bactérias heterotróficas totais, coliformes totais e termotolerantes de cinco amostras de água coletadas das torneiras de residências de cinco bairros no município de Serra Talhada-PE. Os valores obtidos (UFC/mL) representam a média.....	31
---	----

SUMÁRIO

RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE QUADROS.....	6
LISTA DE TABELAS	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO GERAL	10
2.1 Objetivos Específicos	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Água doce e sua distribuição	11
3.2 Saneamento básico e o tratamento de água.....	12
3.3 Padrões microbiológicos de potabilidade da água	14
3.4 Doenças de veiculação hídrica	19
3.5 Métodos alternativos de tratamento de água	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Local e coleta das amostras	23
4.2 Tratamento das amostras	24
4.3 Análises microbiológicas	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

O uso e fornecimento de água potável geram constantemente preocupações em todo o mundo. Estas preocupações estão relacionadas aos seus usos preponderantes e à sua manutenção como um bem da população, tanto em quantidade como em qualidade adequadas para o consumo (WASHINGTON, 2001). Nos centros urbanos, as preocupações giram em torno do bom funcionamento dos sistemas públicos de saneamento básico, que incluem captação, tratamento, e distribuição de água, bem como coleta e tratamento de efluentes domésticos (BRASIL, 2002).

A água pode sofrer variações químicas e biológicas nos sistemas de distribuição, fazendo com que a qualidade da água da torneira do consumidor seja diferente da qualidade da água que sai da estação de tratamento. Essas variações químicas e biológicas podem ser causadas pela qualidade química e biológica da fonte hídrica, pela eficácia do processo de tratamento, pelas características do local de armazenagem desta água, pela perda de integridade do sistema, e também pela falta de manutenção da rede (FREITAS *et al.*, 2001).

Tendo em vista todos esses fatores, se não forem realizados procedimentos corretos de coleta e tratamento de água, conseqüentemente haverá prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública (BRASIL, 2002). Isso porque a água para consumo humano é um dos importantes veículos de agentes etiológicos de enfermidades diarreicas, estas causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica (ISAAC-MARQUEZ *et al.*, 1994), como por exemplo a febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase. Doenças estas que têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil (LESER *et al.*, 1985).

No Brasil, existem parâmetros de regulamentação da água destinada para o consumo humano os quais são determinados pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. Neste documento, define-se água potável como *“aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e*

radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferece risco à saúde” (BRASIL, 2004). Portanto, em relação aos parâmetros microbiológicos, são exigidas realizações de análises microbiológicas da água para identificação e quantificação de coliformes totais, coliformes fecais (*Escherichia coli*) e a contagem de bactérias heterotróficas totais (BRASIL, 2004).

A análise microbiológica da água é de grande importância tendo em vista ser um dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira, no intuito de assegurar água de qualidade para a população. Por outro lado, muitas famílias de baixa renda, mesmo em centros urbanos, não têm condições de comprar água mineral e utilizam a água da torneira para consumo próprio. Desta forma, a realização das análises e verificação se os padrões microbiológicos estão sendo assegurados é de fundamental importância para esta parcela da população, podendo-se ainda auxiliar na elaboração de políticas de controle e prevenção de doenças de veiculação hídrica, bem como mostrar a eficiência de outros métodos acessíveis de tratamento de água como filtração e cloração.

Neste contexto, foram levantadas duas hipóteses a serem comprovadas nesta pesquisa: (1) a água do município de Serra Talhada-PE que chega às torneiras dos moradores, tratada e distribuída pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) é potável de acordo com os padrões microbiológicos exigidos pelo Ministério da Saúde e (2) métodos alternativos de tratamento de água domiciliar (cloração e filtração) são eficazes na redução de Bactérias totais, Coliformes totais e coliformes termotolerantes (fecal).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade microbiológica de água de torneiras em residências abastecidas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) em diferentes bairros da cidade de Serra Talhada-PE e analisar a eficácia de métodos alternativos de tratamento, como filtragem e cloração.

2.1 Objetivos Específicos

- Realizar pesquisa e quantificação de coliformes totais e termotolerantes de amostras de água de torneiras de cinco residências no município de Serra Talhada – PE;
- Realizar pesquisa e quantificação de bactérias heterotróficas totais de amostras de água de torneiras de cinco residências no município de Serra Talhada – PE;
- Determinar a potabilidade das amostras por meio de comparação dos resultados obtidos com parâmetros microbiológicos da Portaria nº 518 de 2004, do Ministério da Saúde;
- Estabelecer a eficiência da etapa de desinfecção das águas analisadas (cloração) segundo os resultados obtidos para análises de bactérias heterotróficas totais;
- Aplicar métodos alternativos de tratamento nas amostras coletadas (cloração e filtração) e avaliar a eficácia destes com relação à qualidade microbiológica;
- Identificar o(s) possível(eis) fator(es) causador(es) da contaminação da água, e propor soluções para melhorar a qualidade desta.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Água doce e sua distribuição

O planeta Terra tem 70% da sua superfície coberta por água, tornando a água um dos recursos mais abundantes do mundo. Porém, uma pequena porcentagem de toda essa água é doce, e desta água doce, uma pequena parcela é considerada potável, ou seja, suas características físicas, químicas e biológicas são adequadas para o consumo humano (BARROS *et al.*, 2008).

Da totalidade da água disponível no mundo, estima-se que 97,5% está presente nos oceanos e mares; 2,5% representa a água doce, grande parte desta água doce (69%) é de difícil acesso pois encontra-se nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e aproximadamente 1% encontra-se nos rios e lagos (ANA, 2019).

Em termos de disponibilidade de água, o Brasil abrange 28% da disponibilidade sul-americana e de 12% das reservas de água do mundo, tornando o país com uma reserva hídrica rica. Pode-se citar a importância da bacia amazônica, onde se concentra 72% da água do território brasileiro com 6.885 km de extensão e é o maior do mundo em volume, desaguardo 175 milhões de litros por segundo no oceano atlântico (VICTORINO, 2007). Mesmo sendo um país privilegiado com tamanha abundância de reservas hídricas, o Brasil não está livre da escassez de água. Entre 1970 a 2000 a população brasileira urbana passou de 55% para 82% do total, havendo uma necessidade ainda maior de acesso à água encanada. Outro agravante é a notória desigualdade social no mundo, onde 1,4 bilhão de pessoas não têm acesso a água potável, e ainda 2 bilhões não têm qualquer tipo de saneamento básico (VICTORINO, 2007).

De toda água existente no Brasil, apenas 3% encontra-se na região Nordeste, onde 63% se concentram na bacia hidrográfica do rio São Francisco e 15% na bacia do rio Parnaíba, totalizando 78% da água da região. Os outros 22% estão distribuídos em 450 açudes de grande porte, ou seja, com capacidade superior a um milhão de metros cúbicos, e em aquíferos profundos,

com cerca de 100 mil poços tubulares perfurados. Porém, a maioria da água desses poços é salobra, desta forma sendo imprópria para o consumo humano e para realização das atividades socioeconômicas, mas mesmo assim são utilizadas pelas comunidades rurais dispersas por falta de outras fontes hídricas e podem provocar riscos à saúde humana, principalmente para grupos de risco como idosos e crianças (BRITO *et al.*, 2007).

3.2 Saneamento básico e o tratamento de água

Saneamento básico pode ser definido como “o conjunto de procedimentos adotados numa determinada região visando proporcionar uma situação higiênica saudável para os habitantes daquela localidade” (SECKLER, 2017). Dentre as atividades adotadas para a manutenção do saneamento, podemos citar o abastecimento das residências com água potável, o manejo de água pluvial, a coleta e tratamento de esgoto, a limpeza urbana (coleta de resíduos) e o controle de pragas ou qualquer outro tipo de agente patogênico (Figura 1).

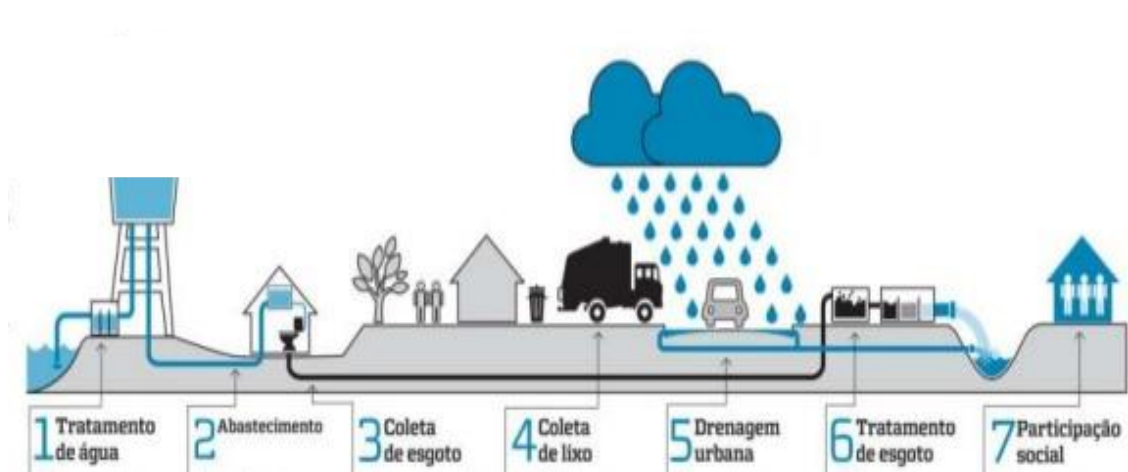


Figura 1. O ciclo completo do saneamento básico. Fonte: <http://www.csbhalsgado.com.br/noticias/saneamento-basico/>

No que se refere ao abastecimento de residências com água potável, ou seja, aquela que consumimos diariamente, é necessário que a mesma passe por três estágios antes de chegar à nossa casa, sendo estes: (1) a captação, (2) o tratamento e (3) a distribuição, passando através de uma rede de tubulações (Figura 2).

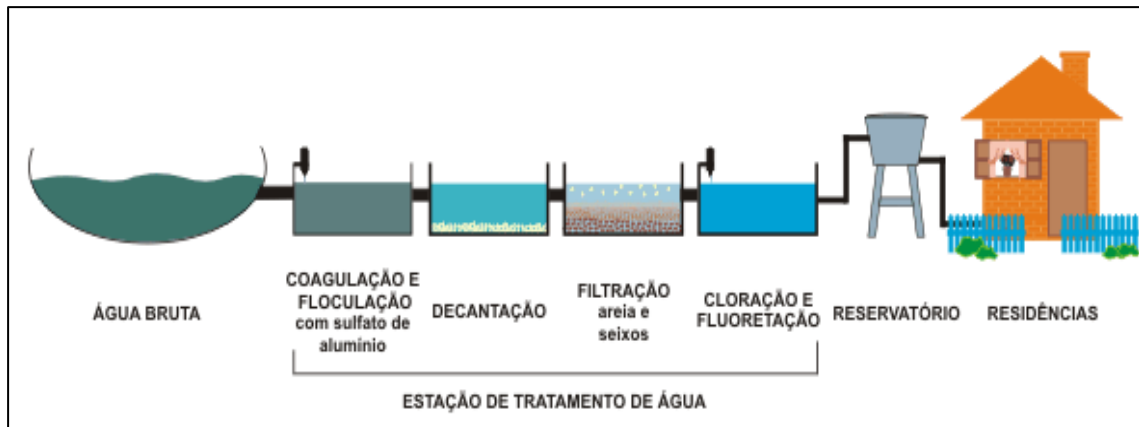


Figura 2. Etapas do tratamento de água, da captação até a distribuição. Fonte: <http://server.pelotas.com.br/sanep/tratamento/>

Para realização do abastecimento, o primeiro passo é a captação da água “bruta” realizada por intermédio de adutoras em mananciais superficiais como lagos, rios e nascentes, ou subterrâneos como os poços a qual segue para uma estação de tratamento de água, onde se inicia a segunda etapa na qual um agente químico, geralmente sulfato de alumínio ou sulfato férrico, é adicionado à água para aglutinar as partículas maiores de sujeira (argila, por exemplo) por meio de um processo denominado coagulação. Os pedaços de madeira e galhos são removidos por telas que impedem a passagem destes.

Prosseguindo, na etapa de floculação, que ocorre em um tanque de concreto com água em movimento, as partículas se aglutinam em “flocos” maiores. Nos próximos tanques, os de decantação ou sedimentação, as partículas grandes de sujeira se encaminham para o fundo por ação da gravidade, formando o “lodo”, que é separado da água (SECKLER, 2017).

As sujeiras menores são retidas posteriormente no processo de filtração, onde a água passa por filtros de carvão, areia e pedaços de rochas de diferentes tamanhos. Na etapa de desinfecção, microrganismos são removidos

da água por meio da utilização de cloro ou ozônio. Esta parte é necessária para a redução da carga microbiana na água e consequentemente prevenção da ocorrência de doenças na população. As companhias de abastecimento de água no Brasil, como no caso da COMPESA em Pernambuco, garantem que a água que sai das estações de tratamento é própria para consumo, porém, por conta de problemas como falta de manutenção na rede de distribuição e características das tubulações e locais de armazenamento de água nas residências (caixas d'água e cisternas, por exemplo), a qualidade desta água pode ser comprometida (SECKLER, 2017).

Por fim, a fluoretação, destinada à prevenção da incidência de cáries, é realizada, e, ao final do processo, a correção do pH da água com cal hidratada ajuda a corrigir o pH, reduzindo a corrosividade da água para que tubulações de distribuição não sejam danificadas. Depois deste longo caminho e de sua análise em laboratório para que se atestem os parâmetros que a classificam como potável, a água é distribuída por uma rede de distribuição. É válido ressaltar que quanto pior a qualidade da água bruta recolhida na fonte, maior será o esforço para o tratamento da água (SECKLER, 2017).

3.3 Padrões microbiológicos de potabilidade da água

O principal objetivo de exigir a qualidade da água é de proteger a saúde pública, fornecendo uma base de desenvolvimento de ações, juntamente à população, para garantir a segurança do fornecimento de água de qualidade através da eliminação ou redução de constituintes que possam colocar a saúde da população em risco (REGO, 2006).

Os padrões de potabilidade indicam os valores limites de determinados indicadores de natureza física, química, microbiológica ou radioativa, que possam oferecer riscos à saúde daqueles que utilizam determinada água para seu consumo (ARAÚJO, 2010).

A Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, define a água para consumo humano como potável aquela que é destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independente da sua

origem. Essa portaria define os padrões de potabilidade exigidos pela mesma para a proteção da saúde pública.

Bactérias heterotróficas

As bactérias heterotróficas são aquelas que utilizam o carbono presente nas moléculas orgânicas como sua fonte de nutriente para seu desenvolvimento e para síntese de material celular (BRASIL, 2005).

A presença de grande número de bactérias heterotróficas na água indica que o processo de tratamento da água não foi realizado corretamente e isso representa um risco à saúde, podendo também ocorrer deterioração hídrica e surgimento de odores e sabores desagradáveis (GUERRA *et al.*, 2006; NASCIMENTO *et al.*, 2000).

De acordo com a Portaria de Potabilidade nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, a contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada como um dos parâmetros de avaliação da qualidade dos sistemas de distribuição (reservatório e rede) e também deve ser realizada em 20% das amostras mensais de nos sistemas de distribuição. A contagem de bactérias não deve exceder o valor limite de 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por 1 mililitro de amostra (FUNASA, 2013).

Coliformes totais e termotolerantes (fecais)

Para determinar a potabilidade da água, vários testes são realizados para identificar grupos de microrganismos indicadores específicos. Quando são detectados na água microrganismos indicadores de contaminação fecal isso indica que a água está entrando em contato com fezes humanas ou de animais de sangue quente e conseqüentemente pode indicar presença de patógenos, pondo em risco a saúde do consumidor daquela água (TORTORA *et al.*, 2006).

O grupo dos coliformes pertence à família Enterobacteriaceae, sendo exemplos deste grupo os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e

Citrobacter. Essas bactérias se apresentam em bastonetes Gram-negativos, não formam esporos, são aeróbias ou anaeróbias facultativas e fermentam lactose, produzem ácido, gás e aldeído, na temperatura média entre 35°C à 37°C no período de 24 a 48 horas (FUNASA, 2005).

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) ou fecais. Os coliformes termotolerantes são os indicadores de contaminação mais utilizados para avaliar a qualidade sanitária da água (BETTEGA *et al.*, 2006). Os coliformes termotolerantes ou fecais indicam contaminação fecal, eles estão presentes em fezes de animais de sangue quente e também de humanos. A principal bactéria que representa o grupo dos coliformes fecais é a *Escherichia coli*. A *E. coli* compõe uma grande parte da população da microbiota intestinal dos humanos, além de possuir características morfofisiológicas de coliformes totais elas ainda conseguem fermentar a lactose à 45 °C e seu habitat é exclusivamente de origem intestinal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Para que a água seja considerada potável, esta deve estar dentro dos padrões microbiológicos, obedecendo aos valores de limites exigidos (Quadro 1). Para recursos hídricos, vale salientar que a presença de coliformes totais deve ser relatada de acordo com o tipo de água analisada. Se a mesma sofre o processo de desinfecção, os coliformes totais bem como os fecais devem estar ausentes (REGO *et al.*, 2010).

Quadro 1. Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano (FONTE: Ministério da Saúde, 2011).

Tipo de água		Parâmetro		VMP (¹)
Água para o consumo humano		<i>Escherichia coli</i> (²)		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes Totais (³)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e redes)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais(4)	Sistemas o soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes.	Apenas uma amostra, dentre as amostras examinadas no mês, podem apresentar resultado positivo.

			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes.	Ausência em 100 mL, em 95% das amostras examinadas no mês.
--	--	--	--	--

Notas: (1) Valor máximo permitido; (2) Indicador de contaminação fecal; (3) Indicador de eficiência de tratamento; (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição.

Quando comparado o padrão microbiológico de potabilidade de água para consumo humano no Brasil com outros países, pode-se observar que estes parâmetros variam de um país para outro, bem como as metodologias empregadas também não são as mesmas.

Por exemplo, comparando as leis dos Estados Unidos da América (EUA) (*United States Environmental Protection Agency* - USEPA), da Espanha (Decreto Real de 7 de fevereiro de 2003; disponível em <https://www.boe.es>) e do Brasil (BRASIL, 2004), verifica-se que estes padrões se diferem em relação ao grupo de microrganismos que são utilizados para monitorar a potabilidade da água. O Brasil considera *Escherichia coli* e coliformes totais, a Espanha, além da *E. coli* e coliformes totais são considerados também os *Enterococos* e *Clostridium*. Já para os EUA, além de *E. coli* e coliformes totais também são considerados como contaminantes os *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, *Legionella*, vírus entéricos e bactérias heterotróficas. Levando em consideração que nenhum país tolera a presença dos microrganismos citados na água para classificar como potável.

Esta mesma discrepância é observada em países da América do Sul. Para a Argentina e Bolívia, as leis de cada país exigem ausência de *Pseudomonas aeruginosa* em amostras de água no sistema de distribuição, ou seja, após tratamento. Esta bactéria é atualmente considerada um patógeno emergente oportunista, veiculado pela água, com alta capacidade de formar biofilmes e de se desenvolver em ambiente oligotróficos (HARMSSEN *et al.*, 2010), porém no Brasil este parâmetro não está incluído nos padrões de potabilidade. Outra diferença entre a legislação brasileira e de países como Venezuela e Colômbia é que o limite para bactérias heterotróficas totais (as quais indicam eficiência no tratamento final de desinfecção da água) são

diferentes: no Brasil é de 500 UFC/ml de água e nestes países supracitados é de 100 UFC/ml de água (PINTO *et al.*, 2012).

Além das diferenças nos padrões microbiológicos em si, existe também uma variação quanto ao sistema de amostragem e número de amostras. Para o Brasil, em cidades com menos de 20 mil habitantes é permitido que uma amostra ao mês apresente resultado positivo para coliformes totais no sistema de distribuição ou rede, e para locais com mais de 20.000 habitantes a legislação permite que 5% das amostras apresentem resultado positivo. Já na saída do tratamento nenhuma amostra poderá ter resultado positivo e, para a *E. coli* não é permitida nenhum resultado positivo (BRASIL, 2004). Nos EUA é permitido resultados positivos para coliformes totais em até 5% das amostras, para sistemas que coletam mais que 40 amostras rotineiras no mês. Já para sistemas que coletam menos que uma amostra é permitida não mais que uma amostra apresente resultado positivo. Já a legislação Espanhola não define limites de tolerância e sim que se as amostras não estejam em conformidade à população bem como a autoridade sanitária deve ser informada em até no máximo 24hrs após a saída dos resultados, sendo que se o problema não for resolvido tem se o risco do impedimento de continuar a distribuição (CRUVINEL E DUARTE, 2015).

O Brasil é o país que considera o menor número de contaminantes em suas análises, o que pode ser um problema, tendo em vista que vários microrganismos patogênicos não são levados em consideração nas análises. Outro agravante que foi observado na legislação brasileira, quando comparada às demais é o fato de que ela estabelece que seja levado em consideração o número de habitantes que usam a água provinda do tratamento para delimitar o número de amostras, enquanto Espanha usa o volume tratado, o que acaba sendo mais eficiente que o método usado pelo Brasil (CRUVINEL E DUARTE, 2015).

3.4 Doenças de veiculação hídrica

A ingestão de água não tratada ou contaminada pode provocar várias doenças. Isso se deve ao fato da presença de microrganismos patógenos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), muitas dessas doenças causam diarreia aguda causando desidratação, ocupando a 9ª posição de causas de morte no mundo e 2ª maior causa de morte em crianças menores de 5 anos, resultando em 361 mil de óbitos de crianças menores de 5 anos por ano. Oitenta por cento das diarreias agudas é consequência da ingestão de água imprópria para o consumo (OPAS, 2018). Em países onde o sistema de saneamento básico é precário ou ausente e as práticas de higiene são escassas, os casos de diarreia aguda resultam em 2 milhões de pacientes a cada ano (MORAES *et al.*, 2014).

As principais doenças causadas pela ingestão de água contaminada são: cólera, febre tifóide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bacteriana - *Shigella*, *Escherichia coli*; viral – Rotavírus, Norovírus e Poliovírus (poliomielite – já erradicada no Brasil); e parasitárias – Ameba, Giárdia, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*. A alta disseminação de algumas dessas doenças, ou seja, a capacidade de transmissão de pessoa para pessoa (via fecal-oral) aumenta a propagação na comunidade e pode resultar numa epidemia causando um grande problema de saúde pública (CCD/SES-SP, 2019).

Segundo a OMS, mais de 15 mil pessoas morrem por ano no Brasil em decorrência de diarreia. Em países como Áustria, Itália e Dinamarca, por exemplo, somente 0,1% das mortes são decorrentes de doenças causadas por água contaminada. Já a Índia está no 1º lugar no ranking quando se trata de morte de crianças em decorrência da diarreia, correspondendo 386.600 óbitos por ano (OMS, 2009). O Ministério da Saúde afirma que no país a mortalidade por doenças diarreicas em menores de 05 anos está concentrada nas regiões Norte e Nordeste devido, principalmente, aos indicadores socioambientais relacionados à pobreza e ao saneamento básico (BRASIL, 2011).

A diarreia aguda pode ser causada por vários microrganismos patógenos, que são separados em quatro categorias principais: bacterianas, virais, parasitárias e não infecciosas. Geralmente, nos quadros infecciosos, os microrganismos não são invasivos e são ativos no intestino através de interações distintas com a mucosa intestinal, causando diarreia aquosa. Por exemplo, a *Escherichia coli* enterotóxica e o *Vibrio cholerae* que produzem enterotoxinas e induzem a secreção de fluidos. No caso de microrganismos invasivos ocorre a penetração destes no epitélio intestinal, que resulta em distúrbio inflamatório. O melhor exemplo é o da infecção por *Shigella* (MORAES *et al.*, 2014).

3.5 Métodos alternativos de tratamento de água

No Brasil, até o século XIX, não havia uma preocupação sistemática com a qualidade da água que se consumia nas residências. Com o desenvolvimento das cidades e com o crescimento populacional e urbanização, no final do século XIX e início do século XX, começaram a surgir tecnologias domésticas para tornar a água potável. Uma dessas técnicas de tratamento domiciliar são os chamados filtros de barro, que ganharam aceitação primeiramente em São Paulo e em seguida o produto difundiu-se por todo o país, tornando-se um bem de consumo presente na maioria das residências brasileiras (BELLINGIERI, 2004).

Este equipamento é composto por dois compartimentos de material cerâmico que possui no seu interior o elemento filtrante, chamado de vela. A vela é uma peça cilíndrica, feita de material poroso, cuja função é reter partículas, microrganismos patogênicos, reduzir a turbidez e cor presentes na água (BELLINGIERI, 2004). A filtração acontece pela força da gravidade, onde a água passa do compartimento superior para o compartimento inferior através da vela onde permanece gotejando em fluxo contínuo e fica armazenada até o consumo (GOMES *et al.*, 2017). Existem diversas vantagens na utilização do filtro de barro: esfria a água naturalmente, sem necessidade de energia elétrica, apresenta baixo custo de manutenção, possui durabilidade ilimitada,

necessitando apenas da troca ou limpeza adequada das velas a cada seis meses (BELLINGIERI, 2004).

Outro método utilizado é a desinfecção pela adição de produtos químicos na água. O processo de desinfecção foi iniciado com o cloro com a aplicação do hipoclorito de sódio (NaOCl) na água, era empregado somente em casos de epidemias e somente a partir de 1902 a cloração foi adotada de maneira contínua (FUNASA, 2014). O cloro é o biocida mais empregado devido à eficiência, custo, quantidade necessária do reagente, facilidade da operação, segurança etc. Determinados microrganismos, como amebas e giárdias, que causam diarreias, resistem ao cloro, sendo, portanto, necessário, filtrar a água de beber e lavar bem os alimentos que são consumidos crus (BRITO *et al.*, 2007).

É de grande importância saber escolher e utilizar um produto desinfetante, pois não basta só eliminar os microrganismos presentes na água como também é importante a garantia que a adição do produto não cause consequências prejudiciais à saúde humana. Assim, é importante verificar se o desinfetante atende às seguintes recomendações: ser tóxico, em baixas concentrações, para os microrganismos; não ser tóxico para os seres humanos e animais; ser solúvel em água; ser eficaz às temperaturas normais da água de consumo (0 a 25 °C); ser estável, permitindo a manutenção de concentrações residuais durante longos períodos de tempo; não reagir com outra matéria orgânica que não seja a dos microrganismos; não ser agressivo para metais e tecidos; existir em grandes quantidades e a um preço acessível; ser fácil de manipular; permitir um controle fácil das suas concentrações; assegurar a inativação de 99,9% de cistos de *Giardia lamblia* e de 99,9% de vírus; o minimizar a formação de subprodutos indesejáveis; o eliminar cheiros (GOMES, 2011).

Segundo a Funasa (2007), a cloração deve ser feita no local utilizado para o armazenamento (reservatório, tanque, pote, filtro, jarra etc.) aplicando o hipoclorito de sódio a 2,5% nas seguintes dosagens: (Quadro 2).

Quadro 2. Manual de desinfecção de água para o consumo humano com adição de hipoclorito de sódio a 2,5%.

Volume De Água	Hipoclorito De Sódio A 2,5%		Tempo De Contato
	Dosagem	Medida Prática	
1.000 litros	80 ml	2 copinhos de café (descartáveis)	30 minutos
150 litros	12 ml	1 colher de sopa	
20 litros	1,6 ml	40 gotas	
1 litro	0,08 ml	2 gotas	

Com ausência de um sistema de tratamento de água e onde não há disponibilidade de utilizar cloração ou filtração, a fervura da água serve como outra medida domiciliar que é eficaz no tratamento da água. Este método é bastante antigo, seguro e deve impor na população para ser adotado principalmente em épocas de surtos epidêmicos ou de emergência (FUNASA, 2006).

Para o processo ser eficaz é preciso que a água permaneça a 100 °C durante 20 minutos, temperatura e tempo necessário para exterminar os microrganismos patogênicos. Porém, é preciso ter alguns cuidados, como por exemplo, após ferver a água, não deixá-la em um recipiente aberto, para evitar contaminação por partículas suspensas na atmosfera. O indicado é esperar apenas que a água esfrie para ser consumida em seguida (BARROS, 2013).

A água fervida tem o sabor desagradável pelo fato de que no processo de fervura a água perde o ar dissolvido. Para fazer reverter essa situação, é necessário arejar a água. Essa aeração pode ser obtida agitando a água com uma colher ou transferindo-a de um recipiente (limpo) para outro recipiente (limpo) várias vezes. Desta forma, é permitido que a água receba o oxigênio suficiente, tornando o sabor agradável novamente (HERCULANO, 2012).

Outra tecnologia domiciliar de tratamento de água é desinfecção utilizando a energia solar. A Desinfecção Solar da Água (SODIS – SOLAR WATER DISINFECTION) é uma tecnologia ecologicamente sustentável, simples e de baixo custo para tornar a água potável. O processo de desinfecção pela energia solar é ideal para desinfetar quantidades pequenas de água de baixa

turvação. Este processo se resume na exposição da água contaminada, em garrafas PET (politereftalato de etileno) transparentes, durante seis horas, variando conforme as situações climáticas. Com isso, ocorre a eliminação de patógenos, já que estes são vulneráveis a dois efeitos da luz solar: radiação no espectro da luz UV-A (comprimento de onda 320-400nm) e calor (aumento de temperatura da água). A eficiência do tratamento pode ser melhorada se as garrafas de plástico estiverem acomodadas em superfícies refletoras da luz solar como alumínio ou placas de ferro onduladas (EAWAG/SANDEC, 2002).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local e coleta das amostras

O estudo foi realizado no município de Serra Talhada-PE, localizado a 415 km da capital Recife, na Mesorregião do Sertão Pernambucano e Microrregião do Pajeú. A extensão deste município é de 2 980 km² e a população estimada é de 85.774 habitantes, até o ano de 2018 (IBGE, 2019).

O município conta com 20 bairros, dos quais cinco foram escolhidos para coletar as amostras: Bom Jesus (Alto do Bom Jesus; amostra 1), Nossa Senhora da Penha (Centro; amostra 2), José Rufino Alves (Caxixola; amostra 3), Nossa Senhora da Conceição (Alto da Conceição; amostra 4) e São Cristóvão (amostra 5) (Figura 3). Em cada bairro foi selecionada uma residência aleatória para fazer a coleta das amostras.

As coletas foram realizadas dia 09 de abril de 2019 nos bairros já mencionados. Primeiramente a torneira foi higienizada com álcool, depois foram coletados 1,5 litros de amostra de água da residência, em recipiente de vidro previamente esterilizado em autoclave e devidamente identificado com numeração de 1 a 5. Este procedimento foi repetido em todas as coletas e em seguida todos os recipientes foram transportados em caixa isotérmica até o laboratório de Microscopia I da UAST onde foram submetidas às análises microbiológicas.



Figura 3. Locais de coleta no município de Serra Talhada - PE. Fonte: <https://www.google.com.br/maps>.

4.2 Tratamento das amostras

Os procedimentos aplicados foram baseados nas recomendações descritas pela Associação Americana de Saúde Pública (*American Public Health Association* - APHA). As amostras de água foram submetidas à pesquisa de coliformes totais e termotolerantes (fecais), pela técnica dos tubos múltiplos e quantificação pelo Número Mais Provável (NMP), e também à pesquisa de bactérias totais por meio de quantificação de Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

Cada amostra foi fracionada em três subamostras identificadas como:

- Amostra A - sem nenhum tratamento;
- Amostra B - tratada com hipoclorito;
- Amostra C - tratada com filtração.

Hipoclorito de Sódio

A água coletada das subamostras B recebeu o tratamento com hipoclorito de sódio (NaOCl). Inicialmente foram separados 45 ml de cada amostra em três tubos de Falcon de 15 ml devidamente esterilizados e identificados. Posteriormente adicionou-se 0,1 ml de hipoclorito de sódio em cada tubo de Falcon, em seguida as subamostras foram homogeneizadas e após 15 minutos foram submetidas às análises microbiológicas (Figura 4).



Figura 4. Inoculação das amostras em meio de cultura para pesquisa de coliformes após tratamento com hipoclorito de sódio.

Filtração

As subamostras “C” foram submetidas à filtração com filtro caseiro (Figura 5A). O filtro foi confeccionado com um recipiente de plástico e com vela de cerâmica microporosa, fabricada em novembro de 2018, com data de validade indeterminada) (Figura 5B). A água da primeira filtragem foi descartada para melhor eficácia do material, segundo a recomendação do fabricante. Em seguida a água das subamostras “C” foram filtradas e submetidas às análises microbiológicas.

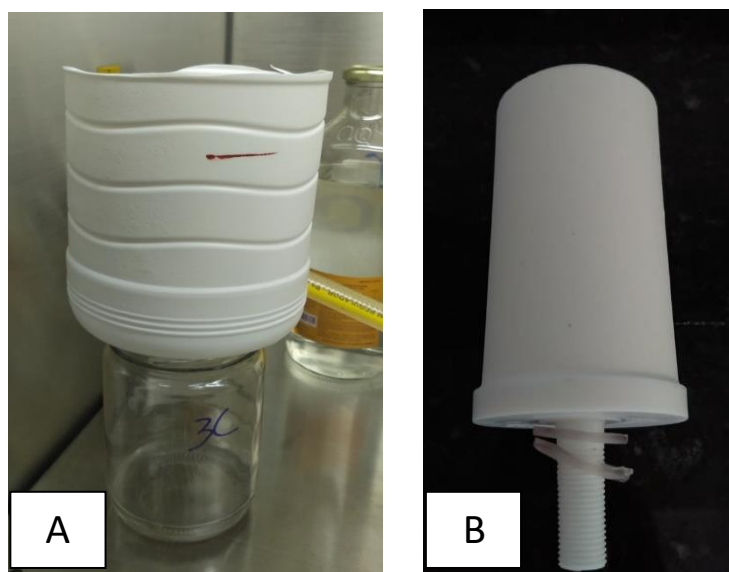


Figura 5. Filtro caseiro (A) e vela de porcelana (B) utilizados no processo de filtração das amostras

4.3 Análises microbiológicas

Cada amostra e suas duas subamostras (após tratamentos), totalizando assim 15 amostras) foram submetidas às seguintes análises microbiológicas:

- Pesquisa e quantificação de coliformes totais;
- Pesquisa e quantificação de coliformes termotolerantes (fecais);
- Quantificação de bactérias mesófilas totais.

Coliformes totais e termotolerantes

Nesta etapa foi seguida metodologia da APHA (1985) (Figura 5), por meio da metodologia dos tubos múltiplos para três tubos, como descrito a seguir.

Primeiro, as amostras foram submetidas à diluição seriada, obtendo-se as diluições 1:10 e 1:100, então 10 ml da amostra sem diluição foram transferidos para tubos contendo 10 ml de Caldo Lauril Lactosado (concentração dupla), em triplicata. Para as diluições 1:10 e 1:100, foi transferido 1 ml para tubos contendo 10 ml de Caldo Lauril Lactosado (CLL)

(concentração simples), em triplicata. Assim, totalizando 9 tubos para cada amostra e suas subamostras. Os tubos com CLL continham tubos de Duhran invertidos e foram incubados a 35 °C por até 48 horas. Os tubos com crescimento bacteriano (meio de cultura turvo) e formação de gás dentro dos tubos de Duhran foram considerados positivos.

Dos tubos positivos em CLL, foi transferida uma alçada para tubos contendo 10 ml de Caldo Verde Brilhante (2% de bile) (CVB) (Figura 7), sendo esta etapa o teste confirmativo para coliformes totais. Os tubos com CVB continham tubos de Duhran invertidos e foram incubados a 35 °C por até 48 horas. Os tubos com crescimento bacteriano (meio de cultura turvo) e formação de gás dentro dos tubos de Duhran foram considerados positivos para confirmação de coliformes totais.

Para pesquisa de coliformes termotolerantes (fecais), dos tubos positivos em CVB, foi transferida uma alçada para tubos contendo Caldo *Escherichia coli* (CEC), os mesmos foram incubados a 45 °C por até 48 horas e os tubos com crescimento bacteriano (meio de cultura turvo) e formação de gás dentro dos tubos de Duhran foram considerados positivos para coliformes termotolerantes.

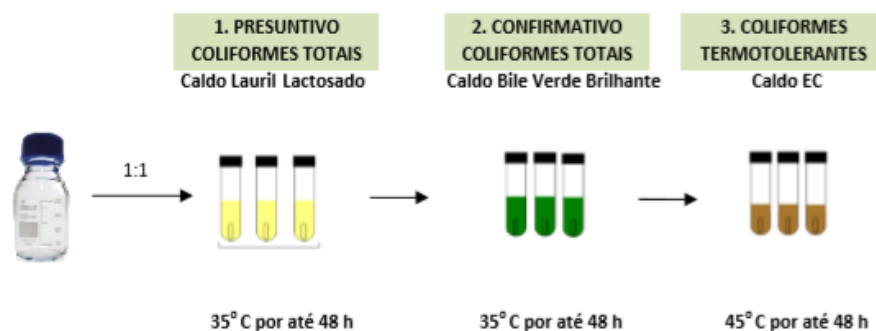


Figura 6. Técnica dos tubos múltiplos para pesquisa de coliformes totais e termotolerantes

Para quantificação de coliformes totais e termotolerantes, foi realizada a técnica do Número Mais Provável (NMP), utilizando-se a técnica de tubos

múltiplos em série de três tubos, com os resultados obtidos sendo comparados com a tabela do NMP para três tubos (Anexo 1).



Figura 7. Transferência de uma alçada de amostra positiva de Caldo Lauril Lactosado para Caldo Verde Brilhante para realização da pesquisa de coliformes em amostra de água.

Quantificação de bactérias heterotróficas totais

Em placas de Petri identificadas e contendo o meio de cultura Agar Nutriente foram adicionados, com auxílio de uma pipeta automática e ponteiras esterilizadas, 0,1 ml de cada subamostra e foi espalhada em toda superfície da placa com auxílio de alça de Drigalski, sendo este procedimento realizado em triplicata e toda montagem das placas realizada dentro da cabine de segurança (Figura 8). Contabilizando três placas por subamostra e totalizando 45 placas no final desse procedimento.

As placas de Petri foram incubadas na estufa a 35 °C por 24 horas. Após este período, a quantificação de bactérias totais foi feita através da contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Os valores finais foram obtidos por meio da média aritmética das triplicatas, onde os resultados em UFC/0,1

mL foram multiplicados por 10 já que os valores na resolução são expressos em UFC/mL.



Figura 8. Semeio das amostras na superfície do meio de cultura e espalhamento com alça de Drigalski dentro da cabine de segurança.

Para ativar a vela e assegurar a eficiência da sua funcionalidade, a primeira filtragem foi realizada com água da torneira e em seguida foi feito o descarte dessa água, assim como recomenda o fabricante. Após esse processo o fabricante garante que a água da próxima filtragem já está própria para o consumo.

Para comprovar a contaminação, realizou-se o controle do experimento. No controle foi realizado o mesmo processo de inoculação em Agar Nutriente em placas de Petri, em triplicatas, com água destilada e esterilizada, e submetida ao tratamento de filtração utilizando o mesmo filtro caseiro. Na análise microbiológica do controle foi possível observar uma densidade microbiana muito alta, denominado crescimento de bactérias em tapete ou crescimento de microrganismos em uma camada homogênea que comprometeu a contagem de UFC, e desta forma o resultado da quantificação

foi representado por INC (“incontáveis”) e comprovando que realmente houve contaminação por meio da vela de porcelana microporosa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as amostras de água analisadas apresentavam aspecto límpido, ou seja, sem turvação ou indicativos de impurezas evidentes. Na Tabela 01 estão apresentados os resultados referentes às análises microbiológicas (quantificação de bactérias, pesquisa de coliformes totais e coliformes termotolerantes) das amostras de água das torneiras (subamostra A) de cinco residências dos bairros do município de Serra Talhada-PE, bem como destas amostras após tratamentos (subamostras B e C).

As subamostras “A” das amostras 1 (coletada no bairro Alto do Bom Jesus), amostra 3 (coletada no Bairro Caxixola) e amostra 5 (coletada no bairro São Cristóvão) foram negativas no teste presuntivo de coliformes totais, assim, sendo classificadas desde esta análise como próprias para consumo humano para este parâmetro microbiológico.

No teste presuntivo de coliformes totais, as amostras 2 (coletada no bairro Nossa Senhora da Penha) e 4 (coletada no bairro Alto da Conceição) (subamostra A) indicaram presença de coliformes totais, com quantificação de 43 NMP/ml e 23 NMP/ml, respectivamente. Isso demonstra a importância e necessidade de análises de água para consumo próprio a fim de garantir o bem estar da população. Ainda sobre os resultados obtidos com as amostras 2 e 4, quando as mesmas foram submetidas ao tratamento com hipoclorito (subamostra B) foi notável a redução na quantificação de coliformes totais, tendo como resultado negativo em ambas amostras (Tabela 01).

Para as análises de coliformes termotolerantes, as amostras 2 e 4 apresentaram 7,4 NMP/ml e 3,6 NMP/ml, respectivamente. Desta forma, sendo classificadas como impróprias para consumo humano uma vez que o Ministério da Saúde determina que as amostras de água devem apresentar ausência de coliformes termotolerantes (fecais).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece no art. 11 que em água para consumo humano, incluindo fontes individuais como poços, não é permitida a presença de coliformes fecais ou termotolerantes em 100 ml da água. O mesmo artigo determina que em amostras procedentes de poços tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, porém deve ocorrer investigação da origem desta água e devem-se tomar medidas de caráter corretivo, preventivo e realizada nova análise. Já para o uso de abastecimento sem prévia desinfecção, não tolera presença de coliformes totais em qualquer amostra. Com isso duas amostras: amostra 2 e amostra 4 demonstraram ser impróprias para o consumo humano.

Tabela 1. Quantificação de bactérias heterotróficas totais, coliformes totais e termotolerantes de cinco amostras de água coletadas das torneiras de residências de cinco bairros no município de Serra Talhada-PE. Os valores obtidos (UFC/mL) representam a média

AMOSTRA 1 (Alto do Bom Jesus)	CT_(P) (NMP/ml)	CT_(C) (NMP)	CF (NMP)	BT (UFC/ml)
SUBAMOSTRA A	NEGATIVO	-	-	13
SUBAMOSTRA B	NEGATIVO	-	-	16
SUBAMOSTRA C	NEGATIVO	-	-	3506
AMOSTRA 2 (Nossa Senhora da Penha)				
SUBAMOSTRA A	43	7,4	7,4	433
SUBAMOSTRA B	NEGATIVO	-	-	16
SUBAMOSTRA C	NEGATIVO	-	-	1680
AMOSTRA 3 (Caxixola)				
SUBAMOSTRA A	NEGATIVO	-	-	43
SUBAMOSTRA B	NEGATIVO	-	-	10
SUBAMOSTRA C	NEGATIVO	-	-	933
AMOSTRA 4 (Alto da Conceição)				
SUBAMOSTRA A	23	23	3,6	473
SUBAMOSTRA B	NEGATIVO	-	-	203

SUBAMOSTRA C	3,6	NEGATIVO	-	603
AMOSTRA 5 (São Cristóvão)				
SUBAMOSTRA A	NEGATIVO	-	-	20
SUBAMOSTRA B	NEGATIVO	-	-	06
SUBAMOSTRA C	NEGATIVO	-	-	186

Subamostra A – Amostra De Água Sem Nenhum Tipo De Tratamento

Subamostra B- Amostra De Água Tratada Com Hipoclorito De Sódio

Subamostra C- Amostra De Água Tratada Com Filtragem

CT- Coliformes Totais

CF- Coliformes Fecais

(P) Presuntivo

(C) Confirmativo

BT- Bactérias Totais

NPM- Número Mais Provável

UFC- Unidade Formadora De Colônia

Os Coliformes totais são bactérias que não necessariamente estão presente em fezes e logo a presença desses microrganismos indicam contaminação por outras fontes como o solo. Já a presença de coliformes termotolerantes na água indica possível contaminação por fezes e, portanto indica a presença de microrganismos patogênicos, que por serem mais raros e mais frágeis às condições ambientais, necessitam de uma análise mais complexa para serem evidenciados (SILVA; ARAÚJO, 2003).

As análises das amostras 2 e 4, dos bairros da Nossa Senhora da Penha e São Cristóvão, respectivamente, sugerem que houve algum tipo de contaminação. A possível razão desta contaminação se deve ao fato de que a água destas torneiras, embora seja procedente da COMPESA, ficam armazenadas em reservatórios de água. Muitas vezes os moradores não realizam a limpeza correta deste reservatório, ou até mesmo não tampam de forma adequada e a água que seria destinada para o consumo acaba entrando em contato com partículas do ar, com água da chuva, insetos e até outros animais como pássaros. Nos reservatórios também pode ocorrer decomposição de matéria orgânica que contamine a água. Outra razão provável da contaminação desta água seria pela falta de manutenção das redes de tubulação que abastece essas torneiras.

Estudos apontam que, quando analisados diferentes pontos ao longo da rede de distribuição, os reservatórios domiciliares apresentam o maior número de amostras fora do padrão de potabilidade, como mostram pesquisas na

Alemanha e Finlândia (SCHWARTZ *et al.*, 2003; LEHTOLA *et al.*, 2004). No Brasil, este fato também foi constatado: as amostras coletadas após a passagem pelo reservatório domiciliar apresentaram os maiores percentuais de contaminação (NOGUEIRA *et al.*, 2003; FREITAS *et al.*, 2001).

A formação de biofilmes (comunidades microbianas que se formam aderidas à uma superfície) nas tubulações e reservatórios domiciliares pode explicar um maior índice de contaminação no final da rede de distribuição, ou seja, nas residências. Os biofilmes microbianos diminuem a eficiência de operação destes sistemas, além de poder abrigar microrganismos patógenos que oferecem riscos ao consumidor (FLEMMING *et al.*, 2002).

É importante tomar alguns cuidados dentro das residências se essa água for utilizada para beber. Um simples método que evitaria o risco de contaminação é a limpeza periodicamente do reservatório combinada com a adição de 2 gotas de hipoclorito de sódio/L, na concentração 2,5% e após 30 minutos da ação do produto a água pode ser ingerida.

Bactérias heterotróficas totais

É possível quantificar as bactérias heterotróficas na água a partir das unidades formadoras de colônia na presença de compostos orgânicos em meio de cultura adequado para seu crescimento e em condições de temperatura ideal: $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas.

Após expor as placas de Petri sob estas condições a contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada, sendo determinada pela Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004 que a contagem não deve exceder 500 UFC/ml para que a água seja considerada apropriada para o consumo (BRASIL, 2005). Desta forma nenhuma amostra da água que não recebeu nenhum tipo de tratamento de desinfecção (subamostras A) excedeu o valor padrão exigida pela Portaria Nº 518/2004 (Tabela 01).

Para este parâmetro, apesar de não exceder o limite, as amostras 2 e 4 (subamostras A) foram as que mostraram maior número de UFC de bactérias totais, com uma quantificação de 433 e 473 UFC/mL, respectivamente. Apesar de ainda apresentarem bactérias totais, estas mesmas amostras tiveram uma redução considerável na quantificação destes organismos após tratamento com hipoclorito (subamostras B), com quantificação após este tratamento de 16 e

203 UFC/ml para amostras 2B e 4B, respectivamente. Esta mesma constatação também foi feita para as outras amostras (1, 3 e 5), as quais tiveram redução considerável da sua carga bacteriana após tratamento com hipoclorito (Figura 9).

O principal objetivo dos processos de desinfecção é a destruição ou inativação de organismos patogênicos, que causam doenças, ou de outros organismos indesejáveis (MEYER, 1994). O hipoclorito de sódio apresenta atividade antimicrobiana devido à ação dos íons hidroxila (aumento do pH da água) sobre sítios enzimáticos essenciais bacterianos, que interferem na integridade da membrana citoplasmática promovendo a inativação irreversível. Desta forma, configurando em alterações biossintéticas no metabolismo celular do microrganismo (ESTRELA *et al.*, 2002).

Notou-se nas subamostras “C” (água filtrada) que apesar da ausência de coliformes fecais e termotolerantes, houve um indício de contaminação, pois nas análises das subamostras “A”, a densidade bacteriana foi inferior às subamostras “C” (Tabela 01).

Embora a densidade microbiana das subamostras C apresentaram-se superior as subamostras A, foi possível observar que nas subamostras C das amostras 2 e 4 houve eliminação de coliformes termotolerantes, já que nas análises das subamostras A, dessas mesmas amostras, esses microrganismos estavam presentes, indicando que houve significância no tratamento por filtração para eliminação de coliformes de origem fecal.

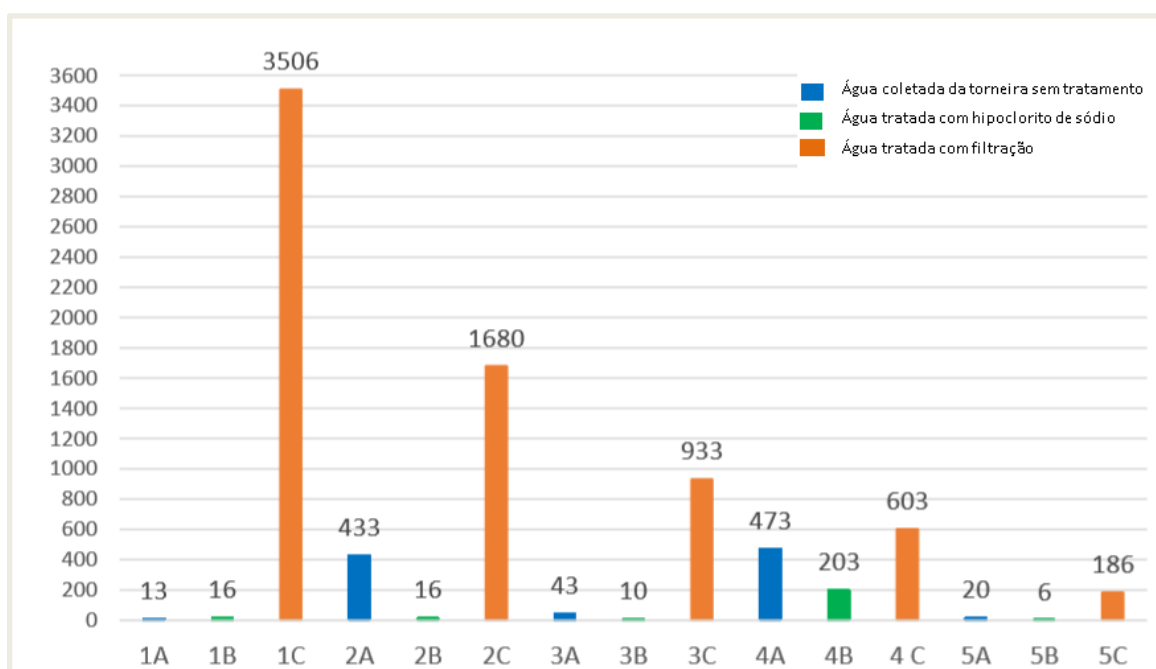


Figura 9. Quantificação em UFC/ml de bactérias totais das amostras de 1 a 5 (e suas subamostras) de água de torneira coletada em diferentes bairros do município de Serra Talhada – PE.

Notou-se que a densidade microbiana das subamostras “C” reduziu gradualmente à medida que o processo de filtragem foi sendo realizado, uma vez que a filtração foi realizada na ordem das amostras de 1 a 5, sugerindo que a eficácia do elemento filtrante melhora conforme sejam realizadas mais filtrações.

Estes resultados corroboraram com os resultados de Cavinssin *et al.* (2000) que mostraram que as amostras filtradas antes e após retrolavagem não foi constatado desenvolvimento de coliformes totais e/ou fecais em nenhuma delas, porém verificou-se a presença de bactérias mesófilas em 05 amostras dos filtros analisados em contagens que variaram de 30 a 100 UFC/ml. Cavinssin, *et al.* (2000) ainda supõem que o crescimento destes microrganismos está relacionado à base interna do reservatório de água do filtros que possivelmente seja a parte mais contaminada do equipamento, superando inclusive os próprios filtros, provavelmente devido a sedimentação de bactérias que podem crescer livremente nesta água desprovida de cloro.

No trabalho de Gomes, *et al.* (2017), os filtros de vela de porcelana microporosa mostraram eficientes apenas nos parâmetros físicos e químicos da água como cor, turbidez e presença de elementos químicos, enquanto os

parâmetros microbiológicos não houve inativação completa de microrganismos patogênicos, embora os coliformes termotolerantes estejam ainda dentro do padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde.

Moraes *et al.* (2018) analisaram a qualidade microbiológica da água de bebedouros das escolas no município de Santa Rita-PB. As análises constataram a presença de coliformes totais em 100% das amostras, para coliformes tolerantes 33,33% das amostras continham esses microrganismos de origem fecal e, portanto estando fora do padrão de potabilidade descrito pelo Ministério da Saúde. A contagem de bactérias heterotróficas variou de $1,5 \times 10^2$ a $1,6 \times 10^3$ UFC/mL, sendo todas as amostras irregulares para consumo humano, pois, de acordo com a legislação vigente, o valor máximo permitido é de 500 UFC/mL.

Almeida *et al.* (2017) realizaram um trabalho de análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-Ba. Das quatro amostras que se verificou a qualidade microbiológicas de água, duas apresentaram-se positivas para a análise de coliformes totais e uma mostrou-se positiva para coliformes termotolerantes. Demonstrando que 50 % das amostras encontram-se em desacordo com a legislação vigente. Além disso, das amostras positivas para coliformes totais a presença de *E. coli* foi confirmada em 100% das amostras, o que demonstra sua inadequação para consumo.

Os trabalhos supracitados enfatizam a associação entre a falta ou ineficácia de manutenção dos bebedouros, incluindo a troca dos filtros, sendo esta principal causa para aparecimento dos microrganismos mencionados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que das cinco amostras coletadas direto das torneiras residenciais, duas apresentam-se impróprias para o consumo de acordo com a Portaria de Potabilidade de nº 514/2004 do Ministério da Saúde, devido à presença de coliformes termotolerantes. Em relação às análises para

pesquisa de bactérias totais, nenhuma amostra apresentou UFC superior a 500 UFC/mL, portanto estão dentro do padrão exigido pela legislação vigente.

As análises das amostras realizadas após o tratamento com hipoclorito de sódio mostraram eficácia na redução de bactérias totais, coliformes totais e termotolerantes. As análises das amostras que foram submetidas ao tratamento de filtração com vela de porcelana microporosa apresentaram aumento da densidade microbiana, excedendo 500 UFC/mL em duas amostras, indicando contaminação pela vela.

Por outro lado, esta mesma análise revelou que apesar da contaminação, os coliformes de origem fecal, presentes nas amostras positivas para este microrganismo, foram retidos após a filtração. Portanto, este método alternativo refletiu a eficácia para eliminação de coliformes termotolerantes.

No comparativo das amostras, após o processo de filtração, foi observado que à medida que as amostras foram filtradas a densidade microbiana reduzia, sugerindo que a eficácia do elemento filtrante “melhore” após várias filtrações.

Supõe-se que as duas amostras que apresentaram presença de coliformes termotolerantes foram contaminadas pelo reservatório da residência que não estão em condições adequadas ou a contaminação é provinda da rede de tubulação da rede de abastecimento.

Diante dos resultados, confirma-se que a água procedida da rede de abastecimento do município de Serra Talhada-PE está dentro do padrão exigido pela Portaria de Potabilidade de nº 514/2004 do Ministério da Saúde. Porém, se a água for utilizada para ingestão é necessário que o consumidor realize medidas alternativas de tratamento água nas residências, para assegurar que o consumo desta água não comprometa a saúde humana, uma vez que a contaminação possa vir da tubulação da rede de abastecimento ou do próprio reservatório domiciliar.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas. **Água no mundo**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>.

Acesso em: 28 de abr. de 2019.

ALMEIDA, A.G.; CARVALHO, L.R.; ALVES, F.Q.; ADRY, A.P.; SANTINI, A.C.; ALELUIA, M.M. **Análise Microbiológica E Físico-Química Da Água De Bebedouros Em Unidades De Ensino No Município De Ilhéus-BA**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v.12, n.2, p.20-26, 2017. ISSN:1980-0002.

APHA. **Métodos padronizados para análises de águas e águas residuais**. Washington: APHA, 1985.

ARAÚJO, M.C.S.P. **Indicadores de vigilância da qualidade da água de abastecimento da cidade de Areia (PB)**. Campina Grande-PB; UFCG, 2010. p. 110. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

BARROS, E.F.S. **Avaliação do saneamento ambiental em assentamentos de reforma agrária utilizando o método de análise hierárquica de processos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BARROS, F.G.N; AMIN, M.M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. *Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional*. v. 4, n. 1. Brasil, 2008.

BELLINGIERI, J.C. **Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo**. *Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material*, v. 12, n. 1, p. 161-191, 2004.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. **Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano**. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.5, p. 950-954, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Comentários sobre a portaria MS Nº518/2004: subsídios para implementação.** 2005.

BRASIL, Ministério da saúde. **Portaria 2.914/2011.** Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 01 de maio de 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Indicadores de mortalidade/Proporção de óbitos por doença diarreica aguda em menores de 5 anos de idade.** Disponível em:<<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2012/c06.def>> Acesso em: 12 de maio de 2019.

Brasil. Ministério da Saúde. **Manual De Desinfecção Da Água Para Consumo Humano.** Fundação Nacional de Saúde, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual De Desinfecção Da Água Para Consumo Humano Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde.** 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004.** Diário Oficial da União, Seção 1, p. 266. Brasília, DF, 26 de mar de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Saneamento Básico / Ministério da Saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano /** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. **Organização Pan-Americana da Saúde.** Disponível em: <https://www.paho.org/bra.../index.php?option=com_content&view=article&id=5638:10-principais-causas-de-morte-no-mundo&Itemid=0> Acesso em: 20 de abr. de 2019.

BRITO, L.T.L.; AMORIM, M.C.C.; LEITE, W.M. **Qualidade da Água para Consumo Humano.** ed. 1, Petrolina: EMBRAPA, 2007.

BRITO, L.T.L.; SILVA, A.S.; PORTO, E.R. **Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. Potencialidade da água da chuva no Semi-Árido Brasileiro.** 2007.

CAVASSIN, E. D.; BELEI, R.A.; PACHENSKI, L.R.; OLIVEIRA, C.H.; CARRILHO, C.M.D.; PERUGINI, M.R.E. **Análise microbiológica de água filtrada por filtros domésticos em ambiente hospitalar.** Semina: Cio Biol. Saúde, Londrina, v. 21, n. 2, p. 49-56, 2000.

CRUVINEL, L.A.; DUARTE, N.F. **Análise comparativa das legislações vigentes sobre microrganismos contaminantes de água- Brasil, Estados Unidos e Espanha.** VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação, Bambuí – MG, 2015. Disponível em: <<https://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/images/SEP/2015/03.pdf>> Acesso em: 22 de maio de 2019.

ESTRELA, C.; ESTRELA, C.R.A.; BARBIN, E.L.; SPANÓ, J.C.E.; MARCHESAN, M.A.; PÉCORA, J.D. **Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite.** Brasil, 2002.

FLEMMING, H.C. **Biofouling in water systems--cases, causes and countermeasures.** Appl Microbiol Biotechnol. Epub, p.629-40, 2002.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, M.L. **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.** Cad. Saúde Pública, p. 651-660, Rio de Janeiro, 2001.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde.** Brasília: Funasa, 2014.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde.** ed. 4. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA, 2013.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde**. ed. 4. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA, 2005.

FUNASA. **Manual de saneamento**. ed. 3. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GOMES, J.M.C. **Contribuição Para O Estudo De Sistemas De Tratamento De Água A Adaptar Em Zonas Economicamente Desfavorecidas**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia. Universidade Nova de Lisboa. Portugal, 2011.

GOMES, M.S.; FRANCO, C.S.; VIANA, A.C.A. **TRATAMENTO DE ÁGUA DOMICILIAR POR FILTROS DE CERÂMICA MICROPOROSA E CARVÃO ATIVADO**. CONGRESSO ABES/FENASAN, 2017.

GUERRA, N.M.M.; OTENIO, M.H.; SILVA, M.E.Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C.V.; NAKAMURA, T.U.; FILHO, B.P.D. **Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável**. Acta Sci. Biol. Sci. p.13-18, 2006.

HARMSSEN, M. et al. **An update on Pseudomonas aeruginosa biofilm formation, tolerance, and dispersal**. Immunology and Medical Microbiology. p. 253–268, 2010.

HERCULANO, L.M.L. **Implantação de tecnologias alternativas de saneamento como forma de garantir água de qualidade, quantidade e higiene no semiárido moçambicano**. Caso do Distrito de Funhalouro. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/serra-talhada>> Acesso em 12 de maio de 2019.

INSTITUTO FEDERAL SUÍÇO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AQUÁTICA (EAWAG). DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E ÁGUA PARA PAÍSES EM

DESENVOLVIMENTO (SANDEC). **DESINFECÇÃO SOLAR DA ÁGUA GUIA DE APLICAÇÕES DO SODIS**. Dübendorf, Outubro 2002. Disponível em: <http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_p.pdf> Acesso em: 25 de maio de 2019.

ISSAC-MARQUEZ, A.P.; LEZAMA-DAVILA, C, M.; KU-PECH, R.P.; TAMAY-SEGOVIA, P. **Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche**. Salud Publica Méx, n. 6, p.655-61,1994.

LEHTOLA, M.J.; JUHNA, T.; MIETTINEN, I.T.; VARTIAINEN, T.; MARTIKAINEN, P.J. **Formation of biofilms in drinking water distribution networks, a case study in two cities in Finland and Latvia**. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 31, n. 11, p. 489-494, 2004.

LESER, W.S.; BARBOSA, V.; BARUZZI, R.G.; RIBEIRO, M.D.B.; FRANCO, L.J. **Elementos de Epidemiologia Geral**. São Paulo: Atheneu, 1985.

MEYER, S.T. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Cad. Saúde Públ., p. 99-110, Rio de Janeiro, 1994.

MORAES, A.C.; CASTRO, F.M.M. **Diarreia Aguda**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:< <http://files.bvs.br/upload/S/0047-2077/2014/v102n2/a4191.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2019.

MORAES, M.S.; MOREIRA, D.A.S.; SANTOS, J.T.L.A.; OLIVEIRA, A.P.; SALGADO, R.L. **Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de Santa Rita (PB)**. Eng. Sanit Amb. v.23 n.3, 2018.

NASCIMENTO, A.R.; AZEVEDO, T.K.L.; FILHO, N.E.M; ROJAS, M.O.A.I. **Qualidade microbiológica das águas minerais consumidas na cidade de São Luís-MA**. Hig. Alim., v.14, n.76, p.69-72, 2000.

NOGUEIRA, G.; NAKAMURA, C.V.; TOGNIM, M.C.; FILHO, B.A.; FILHO, B.P.D. **Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil**. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 2, p. 232-236, 2003.

PINTO, V.G.; HELLER, L.; BASTOS, R.K.X. **Drinking water standards in South American countries: convergences and divergences.** Journal of Water and Health, v. 10.2, p. 295-310, 2012.

REGO, F.M. **Qualidade higiênico-sanitária das águas utilizadas em unidades de alimentação e nutrição hospitalares da rede pública do Distrito Federal.** Dissertação (Pós-Graduação em Nutrição Humana). Brasília, 2006.

REGO, N.A.C.; BARROS, S.R.; SANTOS, J.W.B. **Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ilhéus – BA.** Revista Eletrônica do Prodepa, v. 4, n.1, p. 55-69, 2010.

SCHWARTZ, T.; HOFFMANN, S.; OBST, U. **Formation of natural biofilms during chlorine dioxide and U.V. disinfection in a public drinking water distribution system.** Journal of Applied Microbiology, v. 95, n. 3, p. 591-601, 2003.

SECKLER, S.F.F. **Tratamento de água: concepção, projeto e operação de estações de tratamento.** ed.1, - Rio de Janeiro, Elsevier, 2017. ISBN: 978-85-352-8740-0.

Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo – SES/SP. Coordenadora de Controle de Doenças – CCD. Centro de Vigilância Epidemiológica – CVE/CCD. Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar – DDTHA/CVE. **DOENÇAS RELACIONADAS À ÁGUA OU DE TRANSMISSÃO HÍDRICA.** Disponível em:<http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-ocasionadas-pelo-meio-ambiente/doc/alerta14_enchentes_23janeiro.pdf> Acesso em: 19 de maio de 2019.

SILVA, R.C.A.; ARAÚJO, T.M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA).** Ciência & Saúde Coletiva. p.1019-1028, 2003.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. ed. 8 , Editora Artmed, Porto Alegre, 2005.

VICTORINO, C.J.A. **Planeta Água Morrendo de Sede: uma visão analítica de metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: ediPUCRS, 2007.

WASHINGTON, D.C. **Informe Regional sobre a Avaliação 2000 na Região das Américas: Água Potável e Saneamento, Estado Atual e Perspectivas**. Organização Pan-Americana da Saúde, 2001.

World Health Organization. **Diarrhoea : Why children are still dying and what can be done**. Unicef, 2009.

ANEXO

Tabela 2. Número Mais Provável por 100mL, para séries de 3 tubos com inóculos de 10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL, e respectivos intervalos de confiança 95%.

Número de Tubos Positivos			NMP/g ou mL	Intervalo Confiança (95%)	
10	1,0	0,1		Inferior	Superior
0	0	0	<3,0	-,-	9,5
0	0	1	3,0	0,15	9,6
0	1	0	3,0	0,15	11
0	1	1	6,1	1,2	18
0	2	0	6,2	1,2	18
0	3	0	9,4	3,6	38
1	0	0	3,6	0,17	18
1	0	1	7,2	1,3	18
1	0	2	11	3,6	38
1	1	0	7,4	1,3	20
1	1	1	11	3,6	38
1	2	0	11	3,6	42
1	2	1	15	4,5	42
1	3	0	16	4,5	42
2	0	0	9,2	1,4	38
2	0	1	14	3,6	42
2	0	2	20	4,5	42
2	1	0	15	3,7	42
2	1	1	20	4,5	42
2	1	2	27	8,7	94
2	2	0	21	4,5	42
2	2	1	28	8,7	94
2	2	2	35	8,7	94
2	3	0	29	8,7	94
2	3	1	36	8,7	94
3	0	0	23	4,6	94
3	0	1	38	8,7	110
3	0	2	64	17	180
3	1	0	43	9	180
3	1	1	75	17	200
3	1	2	120	37	420
3	1	3	160	40	420
3	2	0	93	18	420
3	2	1	150	37	420
3	2	2	210	40	430
3	2	3	290	90	1000