

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS
CAMPUS SÃO BERNARDO

WANE PAIVA DE ARAÚJO

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA E DA ÁGUA DA
CAEMA QUE ABASTECE O MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA DO
MARANHÃO - MA**

São Bernardo – MA
2018

WANE PAIVA DE ARAUJO

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA E DA ÁGUA DA
CAEMA QUE ABASTECE O MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA DO
MARANHÃO - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Ciências Naturais com
Habilitação em Química da Universidade Federal
do Maranhão para obtenção do grau de
Licenciatura em Ciências Naturais/Química.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro
Evangelista Garreto

São Bernardo – MA
2018

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Araújo, Wane Paiva de

Análise Microbiológica da Água do Rio Parnaíba e da Água da Caema que Abastece o Município de Santa Quitéria do Maranhão - MA / Wane Paiva de Araujo. - 2018.

38 p.

Orientador(a): Maria do Socorro Evangelista Garreto.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Química, Universidade Federal do Maranhão, Sao Bernardo - MA, 2018.

1. Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão CAEMA. 2. Parâmetros microbiológicos. 3. Rio Parnaíba. I. Evangelista Garreto, Maria do Socorro. II. Título.

WANE PAIVA DE ARAÚJO

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA E DA ÁGUA DA
CAEMA QUE ABASTECE O MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO -
MA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentada
ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais
com Habilitação em Química da Universidade
Federal do Maranhão para obtenção do grau de
Licenciatura em Ciências Naturais/Química.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro
Evangelista Garreto

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria do Socorro Evangelista Garreto
Doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros - UFRJ
Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo

Prof.^a Dr.^a Fernanda Rodrigues Fernandes
Doutora em Ecologia - UNICAMP
Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo

Prof.^a Dr.^a Louise Lee da Silva Magalhães
Doutora em Ciências -UNICAMP
Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo

Dedico este trabalho em primeiro lugar, a Deus e a minha família que me deu o apoio e incentivo necessário para que eu permanecesse na luta por esse sonho, a todos os professores do curso pela paciência e dedicação que foram importantíssimos na construção do meu aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por todas as bênçãos concedidas. Sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, em especial, à minha mãe Aucilene Paiva, por esta sempre torcendo e rezando para que meus objetivos fossem alcançados, por ser tão dedicada e amiga, uma mãe que me apoia e sempre acredita na minha capacidade, meu agradecimento pelas horas que ficou ao meu lado, não me deixando desistir e mostrando que sou capaz de chegar onde desejo. Tenha certeza que essa conquista não é somente minha, mas de você, que por muito tempo sonhou junto comigo. Amo você!

Ao meu irmão Wlysses Paiva, pelo companheirismo e cumplicidade nesta etapa tão importante de minha vida.

Ao meu noivo Elinaldo Carvalho, por todo amor, carinho e paciência que tem me dedicado, por estar sempre orando por mim, sempre me apoiando e pela compreensão dos momentos em que estive ausente pela realização deste trabalho.

Agradeço em especial, à minha querida orientadora Prof Dr.^a Maria do Socorro Evangelista Garreto, pela orientação, colaboração, confiança, paciência, compreensão e amizade. Agradeço também por dedicar seu tempo para me orientar, e que, mesmo com tantos afazeres, sempre esteve disposta a ajudar-me na superação dos obstáculos. A você o meu sincero agradecimento.

Ao meu amigo Longuistayne Rocha, pelo apoio, disponibilidade, paciência, fazendo o possível para a realização deste trabalho, pelo acompanhamento durante as análises, e orientações e sugestões durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas de classe, agradeço a pela amizade que construímos partilhando todas as alegrias, tristezas e dificuldades que encontramos durante essa trajetória, em especial a eles: Tereza Cristina, Vinicius Machado, Ismael Alves, Pâmella Thaís, Mônica Sardinha, Graciele Zeidan, Francisco Júnior, Anderson Silva, Jeferson Santos, Josiane Lima, Regiane Lima e Mariane Souza. Obrigada pela paciência, compreensão, companheirismo, e pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês!

À equipe da CAEMA, em especial ao Químico Roberto, pelo apoio e oportunidade para a realização desta pesquisa.

À Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo e a todo o corpo docente, em especial Prof. Dr.^a Vilma Bragas de Oliveira, Prof. Ms. Josberg Silva Rodrigues, Prof.^a Dr.^a Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo, Prof.^a Dr.^a Louise Lee da Silva Magalhães, Prof. Ms. André da Silva Freire, Prof.^a Ms. Gilvana do Nascimento Rodrigues, coordenação Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz; Luís Marcos de Sousa Sampaio e a coordenadora de estágio Prof.^a Dr.^a Fernanda Rodrigues Fernandes, pela paciência, dedicação e ensinamentos e disponibilidades nas aulas. Cada um, de forma especial, contribuiu para minha formação profissional, proporcionando esse momento.

A toda a equipe do laboratório, em especial, a minha colega Kerlane Alves Fernandes; agradeço também à equipe da biblioteca, Natacha Oliveira Pinto e Laís Dayane Lima Pereira, que se dispuseram a me ajudar com empenho e dedicação na formatação deste trabalho.

E a todos que, de certa forma contribuíram de alguma maneira para minha formação, que me apoiaram nos momentos de dificuldades, me ajudando a buscar sempre o melhor caminho para a resolução dos problemas e para a concretização desse sonho, muito obrigada!

“Que todo o meu ser louve o SENHOR, e que eu não esqueça nenhuma das suas bênçãos!”

Salmos 103;02.

RESUMO

O fornecimento de água potável para o consumo humano é de extrema importância, uma vez que a ingestão de água com presença de microrganismos causa sérios problemas à saúde. Portanto, este trabalho constituiu-se de análises para verificação da qualidade da água que está sendo consumida pela população do município de Santa Quitéria do Maranhão - MA. Para tanto, foram realizadas análises quanto ao caráter microbiológico, objetivando-se a caracterização quanto à ausência ou presença de coliformes na água do rio Parnaíba e da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) que abastecem o município de Santa Quitéria do Maranhão – MA. A determinação de bactérias do grupo coliformes foi realizada por dois métodos conforme os procedimentos do Método de Tubos Múltiplos para análise da amostra de água da CAEMA e o Método enzimático Colilert para análise da amostra de água do Rio Parnaíba. De acordo com o resultado da análise da amostra de água da CAEMA, verificou-se a ausência de coliformes fecais e termotolerantes, ou seja, é considerada própria para o consumo humano, demonstrando que houve manutenção e limpeza adequadas da mesma. A amostra coletada no rio Parnaíba, encontra-se dentro dos padrões estabelecido pela Resolução N°357 de 25 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), podendo portanto ser considerada própria para o uso doméstico, pois segundo a resolução, é estabelecido um número máximo de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, uma vez que o resultado foi de 240 por 100 ml, abaixo de 1000 coliformes. Esse resultado indica que as amostras analisadas estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Palavras-chave: Rio Parnaíba. Parâmetros microbiológicos. Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA.

ABSTRACT

The supply of drinking water for human consumption is of extreme importance, since the ingestion of water with the presence of microorganisms causes serious health problems. Therefore, this work consisted of analyzes to verify the water quality that is being consumed by the population of the municipality of Santa Quitéria do Maranhão - MA. For that, analyzes were carried out regarding the microbiological character, aiming the characterization of the absence or presence of coliforms in the water of the Parnaíba river and of the Environmental Sanitation Company of Maranhão (CAEMA) that supply the municipality of Santa Quitéria do Maranhão - MA . The determination of bacteria of the coliform group was performed by two methods according to the procedures of the Multiple Tube Method for CAEMA water sample analysis and the Colilert Enzymatic Method for the analysis of the Parnaíba River water sample. According to the CAEMA water sample analysis, the absence of fecal and thermotolerant coliforms was verified, that is, it is considered suitable for human consumption, demonstrating that it was properly maintained and cleaned. The sample collected in the Parnaíba River is within the standards established by Resolution No. 357 of March 25, 2005, of the National Environmental Council (CONAMA), and may be considered appropriate for domestic use, since according to resolution , a maximum number of 1000 thermotolerant coliforms per 100 milliliters is established, as the result was 240 per 100 ml, below 1000 coliforms. This result indicates that the analyzed samples are within the standards established by the current legislation.

Keywords: Rio Parnaíba. Microbiological parameters. Environmental Sanitation Company of Maranhão - CAEMA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ilustração– Método de Tubos Múltiplos	26
Figura 2	Ilustração do procedimento – método Colilert.....	27
Figura 3	Séries de tubos de Durhan com amostra I após 48 horas de incubação.....	28
Figura 4 A	Amostra II no início de incubação.....	30
Figura 4B	Coloração da amostra II após 24 horas de incubação.....	30
Figura 75	Fluorescência dos poços contaminados por termotolerantes.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Padrão microbiológico da água para consumo humano.....	17
Tabela 1 –	Resultado bacteriológicos da água da CAEMA	29
Tabela 3 –	Resultados bacteriológicos da água do rio Parnaíba no Bairro Santa Quitéria Velha do município de Santa Quitéria do Maranhão – MA e padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.....	32

LISTA DE SIGLAS

CAEMA	Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
OMS	Organização Mundial de Saúde
NMP	Número Mais Provável
TFTM	Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Água	16
2.1.1 Qualidade da água.....	16
2.2 Bactérias e as doenças relacionadas ao consumo de água contaminada ..	18
2.3 Análise microbiológica.....	19
2.3.1 Método de Tubos Múltiplos.....	19
2.3.2 Método Colilert.....	19
2.4 Fontes de abastecimento no município de Santa Quitéria do Maranhão – MA.....	20
2.4.1 Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA.....	20
2.4.2 Rio Parnaíba: O principal recurso hídrico de Santa Quitéria do Maranhão – MA.....	21
3. OBJETIVOS.....	23
3.1. Geral	23
3.2. Específicos.....	23
4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	24
4.1 Amostragem.....	24
4.2 Coleta	24
4.3 Metodologia	25
4.3.1 Método dos Tubos Múltiplos.....	25
4.3.2 Método Colilert.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1 Análise de água consumida nas residências de Santa Quitéria – MA	28
5.2 Análise de água do rio.....	29
6. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34
ANEXOS	36

1 INTRODUÇÃO

A água é indispensável para manutenção da vida de todos os seres vivos, mas o consumo de água não tratada ou contaminada causam varias doenças, por conter microrganismos potencialmente patogênicos, principalmente através de fezes. Na água existem muitos microrganismos causadores de doenças, que são parasitas que vivem no intestino de animais e humanos e são expelidos através das fezes que são posteriormente lançados diretamente no rio, podendo contaminar a água. A água a ser consumida não pode conter microrganismos causadores de doenças, portanto, houve a necessidade de realização de análise microbiológica para verificar se a água que está sendo distribuída e consumida no município de Santa Quitéria do Maranhão está própria ou imprópria para ser consumida.

Os padrões instituídos pela legislação vigente da portaria do Ministério da Saúde determina que a água destinada ao consumo humano apresente a ausência total de bactérias do grupo coliformes. (BRASIL, 2011). Para o município de Santa Quitéria do Maranhão, o Rio Parnaíba é a principal fonte hídrica de fornecimento de água para população local. Outra fonte são os poços construídos nos quintais das casas, onde a rede de água canalizada não alcança onde não chega água canalizada. O Rio Parnaíba, é um recurso hídrico importante para a sociedade, mas, atualmente o rio vem sofrendo degradações, como o desmatamento da mata ciliar, escoamento de esgotos e local de descartes para resíduos sólidos.

Portanto, para avaliar a potabilidade da água que está sendo armazenada e consumida, no município de Santa Quitéria do Maranhão-MA, realizou-se a análise microbiológica de duas amostras de água, sendo uma amostra coletada diretamente da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) e outra do Rio Parnaíba .

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Água

A água é uma substância Química, indispensável para a vida dos seres vivos, sendo formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, cuja fórmula molecular é H_2O (KOBAYAMA; MOTA; CORSEUI, 2008). A água é essencial para a vida tanto vegetal quanto animal. O homem necessita de água de boa qualidade para o consumo e suficiente tanto para realização de suas atividades quanto para o desenvolvimento econômico.

Atualmente, a quantidade de água potável está cada vez mais reduzida devido ao desmatamento, lançamento de esgoto, tornando assim a poluição do rio que é fonte hídrica de abastecimento para população. A poluição do rio ocorre através de escoamento de esgoto, fezes de animais que são arrastadas pela chuva e também por infiltração de águas originadas de fossas e de aterros sanitários. (MOTA, 2000).

O desenvolvimento das cidades trazem grandes problemas aos recursos hídricos, como o descarte de lixo nas áreas ribeirinhas e falta de saneamento básico, influenciando na qualidade da água. (PAVÓN, 2013)

A qualidade da água pode variar durante o trajeto até a chegada nas residências. Diante da importância da qualidade destinada ao consumo, faz-se necessária análise das características da água para saber se estão dentro dos padrões estabelecidos para garantir água potável e para atender as necessidades econômicas da população. (FREITAS et al., 2001).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 357 de 2005 estabelece padrões para a qualidade da água doce, pela quais são destinadas para o consumo humano após passar pelo processo de tratamento. De acordo com a resolução da CONAMA, a água é considerada com qualidade satisfatória quando apresenta menos de mil coliformes fecais.

2.1.1 Qualidade da água

As características da água podem ser identificadas através de parâmetros microbiológicos, para analisar se a água está adequada para o consumo. A portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12/12/2011, determina os “procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão

de potabilidade” (BRASIL, 2011). Para destinar a água ao consumo é necessário que seja potável, atendendo os padrões recomendado de potabilidade. Conforme a portaria vigente (Tabela 01), que determina os padrões da qualidade de água, a mesma não pode conter bactérias do grupo coliformes, sendo recomendada a ausência em 100 m l (BRASIL, 2011).

Tabela 1: Padrão microbiológico da água para consumo humano.

Tipo de água		Parâmetro		VMP ¹
Água para consumo humano		Escherichia coli ²		Ausência em 100 ml
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ³		Ausência em 100 ml
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 ml
		Coliformes totais ⁴	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes.	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá 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.

Fonte: Autora (2018).

1 - Valor Máximo Permitido.

2 - Indicador de contaminação fecal.

3 - Indicador de eficiência de tratamento.

4 - Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

As características da água mudam de acordo com o ambiente, podendo sofrer alterações. Segundo, o que afirmam Telles e Costa (2007, p.25):

As características da água derivam dos ambientes naturais e antrópicos onde se origina percola ou fica estocada. A água sofre alterações de propriedades nas condições naturais do ciclo hidrológico, assim como manifesta características alteradas pelas ações diretas do homem.

A água para ser distribuída para as residências é necessária que a empresa responsável pelo tratamento realize distribuição de água de qualidade, evitando assim a transmissão de doenças.

A água tem diversos usos: abastecimento humano, irrigação, desse dessedentação animal, atividade industrial, geração de energia elétrica, preservação ambiental, paisagismo, navegação, lazer etc. Para que esses

usos ocorram de forma organizada é necessário que o Estado, por meio de uma outorga, realize sua distribuição, observando a quantidade e a qualidade adequadas aos usos atuais e futuros. (SEIFFERT, 2007, p.137) .

2.2 Bactérias e as doenças relacionadas ao consumo de água contaminada

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, existem varias doenças que são adquiridas através do consumo de água contaminada, tais como doenças febre, cólera, hepatite A, parasitoses e amebianas entre outras, que são responsáveis por várias epidemias (FREITAS et al., 2001).

Duas das principais bactérias causadoras das doenças são relatadas a seguir:

I. Grupo coliformes

O grupo coliforme abrange todos os Bacilos Gram-negativos, aeróbicos facultativos, não esporulados e que são fermentadores à lactose gerando a criação de gás em temperatura à 37° C, em um período de até 48h. O mesmo pertence a vários gêneros, como, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. A verificação da presença de bactérias desse grupo na água é uma das melhores formas de analisar a qualidade da mesma. Para tanto, a identificação da qualidade da água é de fundamental importância para verificar a potabilidade da mesma. (HENNRICH, 2010).

Os coliformes termotolerantes aqueles capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, são usados para avaliar a qualidade da água, que são feito através de métodos rápidos, para identificação da presença ou ausência de bactérias.

Para determinar a presença, ou não, de microrganismos patogênicos, utiliza-se um indicador, que são as bactérias do grupo coliforme. Os coliformes totais constituem um grande número de bactérias encontradas na água, no solo, e em fezes de seres humanos e de outros animais de sangue quente. Os coliformes fecais integram um grupo de bactérias originárias do trato intestinal humano e de outros animais. A *Escherichia coli* inclui entre os coliformes fecais, sendo um dos mais importantes indicadores (MOTA, 2000).

A presença de bactérias desse grupo na água acontece através de contaminação pelas fezes. Essas bactérias são causadas através dos esgotos que são lançados diretamente no rio e fezes de animais que são arrastadas pela chuva, deixando a água imprópria.

II. *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* faz parte do grupo coliforme, é um bacilo Gram-negativo, não esporulado, anaeróbio facultativo, capaz de fermentar açúcares, gerando a formação de gás (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Quando é identificada a presença da mesma, pode-se dizer que a contaminação ocorreu através de fezes. Por ser de origem exclusivamente fecal, podendo ser encontrada nas fezes de mamíferos (Incluídos humanos) e pássaros é o principal indicador de contaminação fecal. (WACHINSKI, 2013)

2.3 Análise microbiológica

A análise microbiológica de água destinada para o consumo é feita através da pesquisa de contaminantes principalmente os originados de fezes, causadas pela ingestão de água contaminada (GIOMBELLI et al., 1998).

2.3.1 Método de Tubos Múltiplos

A Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos (TFTM), é um método utilizado para verificar a presença ou ausência de microrganismos, como bactérias do grupo coliformes (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

Neste método, após a realização da homogeneização de uma dada amostra para ser analisada, é transferida para tubos de ensaios contendo caldo lactosado, pois as bactérias do grupo coliformes são fermentadores de lactose. Os tubos são incubados, em temperatura de 35 °C em um período de 48 horas. Após esse período, verifica-se se houve a turvação dos tubos com a produção de gás. A turvação dos tubos com produção de gás indica a presença de coliformes total e fecal. Através da quantidade de tubos positivos determina-se o número mais provável (NMP) que representa a quantidade.

2.3.2 Método Colilert

O método Colilert é usado para determinar a quantidade de coliformes presentes em uma amostra, através da mistura de uma dada amostra a ser analisada e o reagente Colilert. Após a homogeneização realiza-se a transferência da solução para a cartela Quanti-tray, na qual é selada e mantida incubada a temperatura de 35°C durante 24h (1ª leitura) e 48h (2ª leitura confirmação). Os

resultados obtidos através da relação dos valores positivos nos quadrados maiores e menores da cartela, e verificado na tabela padrão para o teste Colilert (Anexo B).

2.4 Fontes de abastecimento no município de Santa Quitéria do Maranhão – MA

2.4.1 Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA

A Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA foi criada em 1966, através da Lei Estadual nº 2.653, empresa responsável pelo abastecimento de água no município de Santa Quitéria do Maranhão.

O município de Santa Quitéria do Maranhão tem como fornecedor para a distribuição de água a CAEMA, que é captada do rio Parnaíba, e também abastecido por poços onde a água canalizada não chega.

Segundo Medeiros Filho (2000) o sistema de distribuição de água são tubulações que tem como principal objetivo realizar o carregamento de água até a estação de tratamento, que após esse procedimento encaminhar até as residências para atender as necessidades dos usuários.

I. Processo de tratamento de água realizado pela CAEMA.

Na estação a água passa por processos de tratamento para a retirada de impurezas da água sendo realizados Como afirma (PAVANELLII, 2001): os processos realizados são coagulação, floculação, decantação e filtração. A água passa por tanques que contem solução de sulfato de alumínio liquido e cal. Essas duas substâncias reagem e formam hidróxido de alumínio, que permite a junção partículas sólidas presente na água, transformando-as em partículas maiores chamadas flóculos. O processo de floculação promove o giro da água através de motores mecânicos.

Na fase de decantação os flocos por serem mais pesados, formam no fundo do tanque um lodo de sujeira, enquanto a água limpa fica na parte de cima do tanque. Na filtração, a água passa por um filtro formado por camadas de areia grossa, areia fina que removem as impurezas que não foram retiradas pelos decantadores.

Após a fase de filtração, a água passa pelo depósito de cloro. Após a cloração a água limpa permanece no depósito de cloro até ser distribuída para os

reservatórios. Após esse processo, água tratada sai da estação de tratamento e é transportada por meio de uma rede de canos subterrâneos às casas.

2.4.2 Rio Parnaíba: O principal recurso hídrico de Santa Quitéria do Maranhão - MA

O município de Santa Quitéria do Maranhão tem como a principal hidrografia o rio Parnaíba. De acordo com Rodrigues (2001) é o segundo maior rio do Nordeste, nasce na Chapada das Mangabeiras, nos limites do Estado do Piauí com o Tocantins. Segundo Lima (1998 apud Moura, 2006), o Rio Parnaíba tem uma área de 3.300.00 quilômetros quadrados, incluindo a sub- bacia do seu afluente Rio Poti.

O Rio Parnaíba desempenha um papel de grande importância para a sociedade, mas vem enfrentando graves problemas ecológicos, com o uso inadequado das áreas ribeirinhas, com o desmatamento, poluentes lançados diretamente nas águas do rio, além de escoamento de esgotos domésticos.

De acordo com Porto, M. F. A. e Porto, R. L. (2008, p.45):

Todas as áreas urbanas, indústrias, agrícolas ou de preservação fazem parte de algumas bacias hidrográficas. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema. O que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem.

A vegetação que é responsável pela proteção das margens do rio, encontra-se cada vez mais escassa.

A mata ciliar é uma formação vegetal que proporciona maior infiltração e armazenamento de água no lençol freático, protege contra erosões e assoreamento, logo garante a presença de água mais límpida, promoção da vida aquática, melhora a qualidade da água, equilibra o clima como também evita as enchentes. (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL, 2012).

A preservação das matas nas margens do rio contribui para garantir a qualidade da água, pois o desmatamento contribui na degradação das áreas ribeirinhas favorecendo a poluição da água. (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL, 2012).

No entanto, é importante destacar que o homem não pode ver a natureza como uma fonte inesgotável, que vem sendo degradada de forma acelerada para

atender as necessidades de consumo, devendo evitar assim, a destruição das fontes de água.

Contudo, uma avaliação microbiológica da água que abastece o município de Santa Quitéria - MA é de suma importância para determinar a qualidade da água que está sendo consumida pela população local.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

- Analisar a qualidade da água do rio Parnaíba e da CAEMA do município de Santa Quitéria do Maranhão – MA mediante análises microbiológicas para coliformes totais e fecais.

3.2. Específicos

- Analisar os parâmetros microbiológicos da água do Rio Parnaíba e da água da CAEMA consumida pelos moradores do município de Santa Quitéria do Maranhão – MA e classificar de acordo com o critério de potabilidade pelos parâmetros da Portaria do Ministério da Saúde nº 5/2017 que estabelece os padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano.
- Fazer a classificação da água do rio dentro das classes de água doce da resolução CONAMA Nº 357 de 2005.
- Verificar se ambas ou alguma amostra está inadequada para consumo.

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

As amostras foram analisadas quanto ao caráter microbiológico objetivando-se a verificação de ausência ou presença de bactérias do grupo coliformes.

4.1 Amostragem

A pesquisa foi realizada com duas amostras de água, tais amostras foram água da CAEMA, identificada como amostra (I) e água do Rio, identificada como amostra (II) coletadas no município de Santa Quitéria do Maranhão - MA para serem devidamente analisadas.

Efetuuou-se a coleta das amostras de acordo com os procedimentos técnicos de amostragem segundo a portaria do Ministério da Saúde nº5/2017 para água de abastecimento público e procedimentos técnicos de amostragem para água do rio Parnaíba baseada na legislação vigente (CONAMA Nº 357/2005).

4.2 Coleta

Para a coleta utilizou-se dois recipientes de vidro esterilizados de acordo com as recomendações de assepsia. A amostra (I) foi da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, no qual constatou-se que a mesma estava em temperatura 32 °C, às 06:00h, no dia 20 de novembro de 2017.

A amostra (II) foi coletada diretamente do Rio Parnaíba, no Bairro Santa Quitéria Velha, em Santa Quitéria do Maranhão, no dia 20 de novembro de 2017, às 06h30minh, no qual constatou-se que a água estava em temperatura 32 °C.

Coleta da Amostra I (Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA):

A amostra I foi coletada da rede de distribuição de água da CAEMA, após o processo de tratamento. Inicialmente abriu-se a torneira deixando escorrer a água acumulada na canalização aproximadamente 4 minutos. Fez-se a coleta da amostra com os cuidados de assepsia para evitar a contaminação. Após a coleta fechou o frasco e identificou-se como amostra I (água da CAEMA) e colocou-se a amostra em caixa isotérmica contendo gelo e foi encaminhada ao laboratório de microbiologia,

no Pavilhão Tecnológico – UFMA, na cidade de São Luís – MA, e realizou-se a análise no dia 20 de novembro de 2017.

O tempo entre a coleta da amostra I e entrega da mostra no laboratório não excedeu 12 horas.

I. Coleta da amostra II (Rio Parnaíba):

A amostra II foi coletada diretamente no Rio Parnaíba, primeiramente observou-se o ponto de coleta para não ser próximo das margens, fez-se a coleta da amostra e identificou-se e colocou-se em caixa isotérmica contendo gelo e foi encaminhada ao laboratório de microbiologia, no Pavilhão Tecnológico – UFMA, na cidade de São Luís – MA, e realizou-se a análise no dia 20 de novembro de 2017. O tempo entre a coleta da amostra II e entrega da mostra no laboratório não excedeu 12 horas.

4.3 Metodologia

Para determinação da presença coliformes fecais na água, utilizaram-se dois métodos, tais métodos foram Método de Tubos Múltiplos para análise da amostra de água da Caema (Amostra I) e Método Enzimático Colilert para análise da amostra da água do Rio Parnaíba (Amostra II).

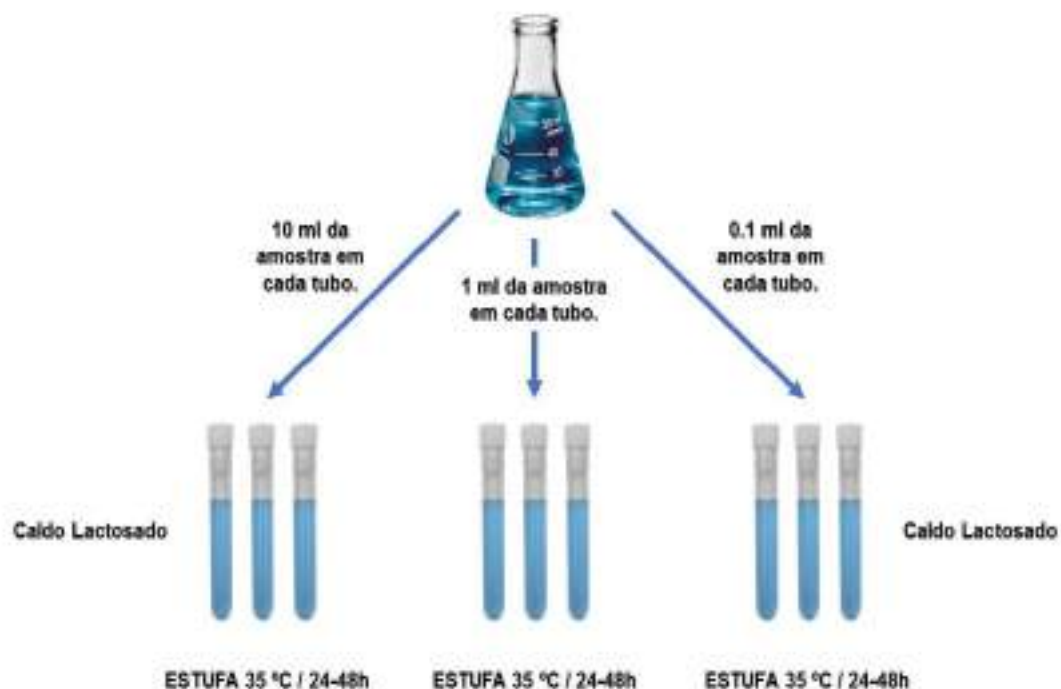
4.3.1 Método dos Tubos Múltiplos

A identificação de Número Mais Provável (NMP), de bactérias consiste na inoculação de vários tubos múltiplos de uma dada amostra em triplicata com volume decrescente 10 ml, 1 ml e 0,1 ml. A determinação da quantidade de coliformes é baseada no método recomendado pelo *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*-APHA/American Public Health Association (1992).

Primeiramente, realizou-se o teste presuntivo para detectar a presença ou ausência de fermentadores de lactose, principalmente do grupo coliformes. Realizou-se a distribuição da amostra em tubos com volumes de 10 ml, 1 ml e 0,1 ml em triplicata, contendo Caldo Lactosado (Figura 1). Incubou-se os tubos em

temperatura de 37 °C em um período de 48 horas. Após esse período, verificou-se na tabela o NMP - Tabela de Hoskin – (Anexo A), correspondente aos tubos inoculados para presença de coliformes fecais e expressou-se o resultado em NMP/100 ml.

Figura 1: Enumeração (NMP/100mL) de coliformes totais.



Fonte: Autora (2018).

4.3.2 Método Colilert

Um método rápido para determinação da quantidade de bactérias do grupo coliformes totais e *E. coli*, utilizando substratos hidrolisáveis para a detectar a presença simultânea de enzimas dos coliformes totais e *Escherichia coli*.

Primeiramente, adicionou-se o substrato enzimático em um frasco de vidro não fluorescente contendo 100 ml da amostra de água e homogeneizou-se para dissolver completamente e transferiu-se no Quanti-Tray/2000 (Figura 2) com auxílio de uma seladora, vedou-se na seladora o Quanti-Tray e incubou-se em temperatura de 35°C por 24 horas.

Após as 24 horas de incubação, verificou-se a alteração de cor para amarelo, o que indica a presença de coliformes, expôs-se a cartela Quanti-tray a uma lâmpada ultravioleta para verificar se ocorre fluorescência, o que indica a

presença de *Escherichia coli* e conferir a quantidade de poços que mudou a coloração. Contou-se os poços com fluorescência e verificou-se a tabela Quanti-Tray/2000.

Figura 2: Ilustração do procedimento – método Colilert.



FONTE: Autora (2018).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos métodos adotados para realização das análises das amostras propostas nesta pesquisa, os resultados obtidos apresentaram características positivas das amostras de água analisadas.

5.1 Análise de água consumida nas residências de Santa Quitéria – MA

A qualidade da água para o consumo humano está diretamente relacionada à presença de microrganismos causadores de doenças. Dentre elas a *Escherichia coli* que pode causar problemas ao ser humano como diarreia, cólicas, febre, mal-estar e vômitos.

Portanto, para verificar as características da água consumida nas residências da cidade de Santa Quitéria do Maranhão-MA, realizou-se a análise microbiológica para determinar a presença ou ausência de coliformes fecais.

Para analisar a amostra, fez-se inicialmente o teste presuntivo que consiste na distribuição de volumes determinados da amostra em séries de tubos contendo Caldo Lactosado. Os tubos inoculados foram incubados em temperatura de 35 °C, durante 48 horas, para verificar-se aconteceu o enriquecimento de organismos fermentadores da lactose; observado na figura 3.

Figura 3: Séries de tubos de Durhan com amostra I após 48 horas de incubação.



Fonte: Autora (2018).

Ao decorrer das 48 horas, verificou-se que não houve acidificação, ou seja, não ocorreu produção de gás no tubo de Durhan, como mostra a figura 3. Logo, a ausência desses fatores indica que não há presença de bactérias do grupo coliformes ou *E. coli* na amostra I. A análise do laudo como mostra na tabela 2, o resultado bacteriológico da amostra da água da CAEMA, no município de Santa Quitéria, revela que a água consumida nas residências de Santa Quitéria é própria para o consumo humano, pois está de acordo com os critérios estabelecidos na portaria N° 5/2017, no que se refere às características microbiológicas.

Tabela 2: Resultados bacteriológicos da água da CAEMA do município de Santa Quitéria do Maranhão – MA.

Análises	Resultados	Padrões
Coliformes Totais / NMP / 100 ml	Ausência	Ausência
Pesquisa de <i>Escherichia coli</i>	Ausência	Ausência

Fonte: Autora (2018).

A portaria do Ministério da Saúde N° 5/2017 preconiza a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* como padrão de potabilidade, como mostra na Tabela 1. Portanto, o resultado da análise microbiológica da amostra analisada revela que a amostra de água da CAEMA do município de Santa Quitéria do Maranhão - MA é considerada potável e está devidamente em boas condições para consumo segundo os parâmetros microbiológicos, uma vez que os resultados encontram-se dentro da legislação estabelecida.

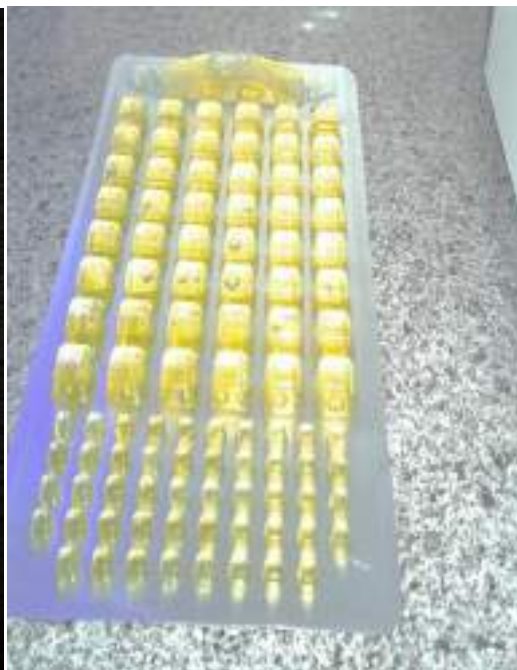
5.2 Análise de água do rio

A análise da amostra II (água do rio) foi realizada através do método de Colilert, que após 24 horas de incubação da amostra, verificou-se mudança na coloração da amostra de transparente para amarelo (Figura 4), evidenciando positivamente a presença de bactérias do grupo coliformes fecais.

Figura 4A: Amostra II no início de incubação.



Figura 4B: Coloração da amostra II após 24 horas de incubação.



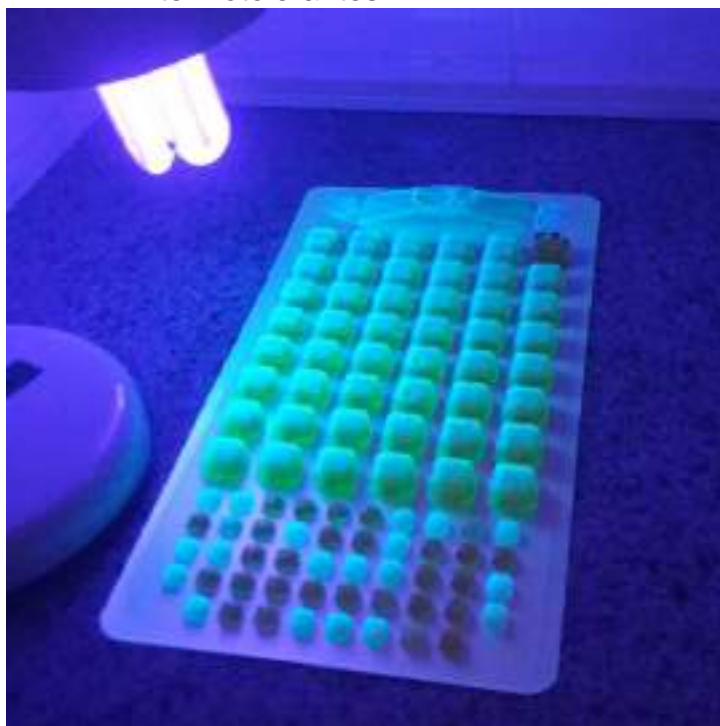
FONTE: Autora (2018).

A presença de bactérias termotolerantes foi determinada pela exposição da placa a uma lâmpada ultravioleta em que a presença é confirmada quando se observa a fluorescência da solução contendo as bactérias.

Ao expor a placa contendo a amostra da água do rio a uma lâmpada de ultravioleta, verificou-se a presença de bactérias termotolerantes após alguns poços mudarem sua coloração (Figura 5).

Para saber o quantitativo de coliformes termotolerantes presentes na amostra da água do rio Parnaíba, no município de Santa Quitéria do Maranhão, calculou-se o valor do NMP utilizando a tabela Quanti-Tray/2000 (Anexo B) contando os números de poços que mostraram fluorescência (Figura 5). Sendo 47 poços grandes e 21 poços pequenos, tendo um valor de 240, bactérias termotolerantes em 100 ml de água da amostra II (Tabela 3).

Figura 5: Fluorescência dos poços contaminados por termotolerantes.



Fonte: Autora (2018).

No item II, Art. 15 da Resolução Nº 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005, p. 10), diz:

[...] coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2005. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros.

De acordo com o resultado obtido na análise bacteriológica (Tabela 3), verifica-se que a amostra de água em análise está dentro dos padrões da legislação, podendo portanto ser considerada própria para o uso doméstico, pois segundo a resolução, é estabelecido um número máximo de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, permitindo a presença de coliformes termotolerantes em uma faixa menor que 1.000 para águas de não recreação de contato primário.

Tabela 3: Resultados bacteriológicos da água do rio Parnaíba no Bairro Santa Quitéria Velha do município de Santa Quitéria do Maranhão – MA

Análises	Resultados	Padrões
Coliformes Termotolerantes / NMP / 100 ml	240	1.000

Fonte: Autora (2018).

A Resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), estabelece parâmetros para a classificação dos corpos de água doce para o abastecimento humano:

- a) Classe Especial: Não foram estabelecidos parâmetros de coliformes termotolerantes, pois são provenientes de mananciais preservados com excelentes características biológicas, devendo ser mantidos as condições naturais de corpo de água sendo vetado o lançamento de efluentes, mesmo que tratados.
- b) Classe 1: Coliformes termotolerantes até o limite de 200 unidades por 100 ml de água.
- c) Classe 2: Coliformes termotolerantes até o limite de 1000 unidades por 100 ml de água.
- d) Classe 3: Coliformes termotolerantes até o limite de 4000 unidades por 100 ml de água.
- e) Classe 4: Não foram estabelecidos parâmetros de coliformes termotolerantes, pois não se recomenda desta classe de água para o abastecimento humano.

Portando, de acordo, com os parâmetros do CONAMA (2005), que classifica os corpos de água doce para o abastecimento humano, a amostra analisada pertence à classe 2, por ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, o resultado de 240 unidades por 100 ml, abaixo de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml, indica que a água do rio esta dentro da legalidade, segundo a legislação vigente.

Resultados semelhante ao encontrado nesta pesquisa, foi observado por Moura et. al. (2016), que coletaram amostras de água em 6 pontos de coleta do rio Parnaíba, entre agosto de 2013 e julho de 2014, através de lançamento de balde no leito do rio, utilizou-se o método de Coligat que objetivou análise da qualidade das águas do Rio Parnaíba no meio urbano da cidade de Teresina-PI. Ele concluiu que a água do rio Parnaíba tem padrões de qualidade regular e precisa de medidas que visem o tratamento dos efluentes lançados no rio.

6. CONCLUSÃO

A qualidade da água é fundamental para a vida do ser humano, sobretudo no que diz respeito a sua saúde.

De acordo com a Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), do Ministério da Saúde, a amostra de água coletada na CAEMA no município de Santa Quitéria do Maranhão, encontra-se dentro dos padrões estabelecidos, pois se verificou a ausência de coliformes totais (NMP/100 ml) e *Escherichia coli*. Portanto, a água da CAEMA encontra-se livre de coliformes totais e termotolerantes, demonstrando que houve manutenção e limpeza adequadas das mesmas.

Para coliformes fecais (termotolerantes), a amostra de água coletada no rio Parnaíba, no município de Santa Quitéria do Maranhão, encontra-se satisfatória segundo a Resolução nº 357 de 25 de março de 2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

É evidente que os resultados analisados foram somente microbiológicos, o que se faz necessárias as análises físico-químicas e um maior número de amostras para se ter um completo perfil sobre a potabilidade da água.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. – 3. ed.. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Livro das Resoluções do CONAMA**. Brasília: MMA, 2012.

_____. Ministério da Saúde - MS. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: Acesso em: 13 mar. 2018

_____. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Disponível em: Acesso em: 10 jan.2018

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003. 182 p.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, p. 651-660, 2001.

GIOMBELLI, A ; RECH, H.; TORRES, V.S. Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da região do Alto Uruguai Catarinense. **Hig. Alim.** v.12, p.49-51, 1998.

HENNRICH, I. **Inter-relação entre as políticas públicas e o consumo de água não tratada nas comunidades de Santa Rosa e São Pedro no município de PORTO UNIÃO-SC**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional)– Universidade do Contestado, Canoinhas, 2010.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; CORSEUI, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008.

MEDEIROS FILHO, F. C. **Abastecimento de água**. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

MOURA, M. G. B. Degradação ambiental urbana: uma análise de bairros da zona norte de Teresina. 2016. 155 f. dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)-Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MOURA, B. D.; SILVA, C. E.; ROCHA, J. R.; ARAÚJO, L.G. **Análise da qualidade das águas do Rio Parnaíba no meio urbano da cidade de Teresina-PI**. Trabalho de Iniciação Científica, da Universidade Federal do Piauí. Disponível 2016 em: <<http://leg.ufpi.br/21sis/Documentos/Resumos/Modalidade/Exatas/Bruno%20Duarte.pdf>>. Acesso em 14 de junho 2018.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

PORTO, M. F. A; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22n. 63, 2008.

RODRIGUES, Joselina Lima Pereira. **Estudos Regionais do Piauí**. Teresina: editora, 2001

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. **Bacia Hidrográfica**. Portal do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2012.

SEIFFERT, M. E. B. In: **Gestão Ambiental**: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. São Paulo: Atlas, 2007.

TELLES, D. D' A.; COSTA, R. H. P. G. Coord. 1. ed. **Reúso da água**: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Blucher, 2007.

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

ANEXOS

Anexo A. Tabela de Hoskin.

Número de tubos positivos nas diluições				Número de tubos positivos nas diluições			
10 mL	1 mL	0,1 mL	NMP/100mL	10 mL	1 mL	0,1 mL	NMP/100mL
0	0	0	3	2	0	0	9.1
0	1	0	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	3.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	2400

Fonte: American Public Health Association (APHA, 1992).

Anexo B. Tabela Quanti-Tray/2000

[illegible]