

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA  
AGRÍCOLA  
CURSO DE MESTRADO**

**MICROORGANISMOS E PARASITOS EM ÁGUA DESTINADA AO  
CONSUMO HUMANO PROVENIENTE DA ZONA RURAL DE  
SANTO ANTÔNIO DE JESUS - BAHIA**

**FELIPE SILVA DE MIRANDA**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
FEVEREIRO - 2017**

**MICROORGANISMOS E PARASITOS EM ÁGUA DESTINADA AO  
CONSUMO HUMANO PROVENIENTE DA ZONA RURAL DE  
SANTO ANTÔNIO DE JESUS - BAHIA**

**FELIPE SILVA DE MIRANDA**

**Enfermeiro**

**Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015**

Dissertação submetida ao colegiado do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Microbiologia Agrícola.

Orientadora: Prof. Dra. Isabella de Matos Mendes da Silva

Coorientadora: Prof. Dra. Ana Lúcia Moreno Amor

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
FEVEREIRO - 2017**


## FICHA CATALOGRÁFICA

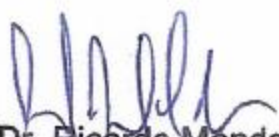
M672m	<p data-bbox="608 1160 916 1189">Miranda, Felipe Silva de.</p> <p data-bbox="608 1193 1257 1350">Microrganismos e parasitos em água destinada ao consumo humano proveniente da zona rural de Santo Antônio de Jesus - Bahia / Felipe Silva de Miranda. _ Cruz das Almas, BA, 2017. 103f.; il.</p> <p data-bbox="647 1384 1257 1447">Orientadora: Isabella de Matos Mendes da Silva. Coorientadora: Ana Lúcia Moreno Amor.</p> <p data-bbox="608 1480 1257 1574">Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p data-bbox="608 1608 1257 1765">1.Água potável – Microbiologia. 2.Água potável – Controle de qualidade. 3.Saúde pública – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p data-bbox="943 1765 1102 1794">CDD: 628.16</p>
-------	--


Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA  
AGRÍCOLA  
CURSO DE MESTRADO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE  
FELIPE SILVA DE MIRANDA**

  
Prof. Dra. Isabella de Matos Mendes da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
(Orientadora)

  
Prof. Dr. Ricardo Mendes da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

  
Prof. Dr. Hélio Mitoshi Kamida  
Universidade Estadual de Feira de Santana

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em  
Microbiologia Agrícola em \_\_\_\_\_ conferindo o grau de  
Mestre em Microbiologia Agrícola em

---

## AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na construção deste estudo:

Ao Deus, Todo-Poderoso, que foi meu refúgio e fortaleza durante essa jornada.

À minha família, pelo apoio, carinho e atenção em todos os momentos. Ao meu pai Gilberto, minha mãe Mercês e a Lídia, Tatiana, Noemi, Marilívia e Antônio Ítalo;

Às professoras Dra. Isabella de Matos Mendes da Silva e Dra. Ana Lúcia Moreno Amor, um agradecimento especial pela paciência e dedicação nas orientações;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro;

À banca examinadora composta por Dr. Ricardo Mendes da Silva e Dr. Hélio Mitoshi Kamida pela oportunidade de me avaliar;

A todos da comunidade Rio do Onha e Riacho Dantas, especialmente à família de Bernardo Campos, pela participação no estudo;

A todos do Grupo de Estudo em Parasitologia Humana que participaram ativamente do desenvolvimento do estudo;

À 4ª Diretoria Regional de Saúde e à Prof. Dra. Ludmilla Santana Soares e Barros pelo auxílio nas análises;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola por todos os ensinamentos;

Aos colegas e amigos que conquistei no Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola.

*Failure is always an option*

Adam Savage

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> nas amostras de água destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de Jesus - Bahia, 2015-6 .....	<b>31</b>
Tabela 2 - Avaliação parasitológica das amostras de água destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de Jesus - Bahia, 2015-6 .....	<b>31</b>
Tabela 3 – Distribuição da conformidade das amostras de água destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de Jesus-Bahia no ano de 2015-6, segundo a Portaria MS 2914/2011 .....	<b>34</b>
Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Spearman entre as análises bacteriológicas, físicas e químicas .....	<b>36</b>
Tabela 5 - Distribuição percentual das análises bacteriológicas segundo os resultados do exame parasitológico .....	<b>36</b>
Tabela 6–Distribuição percentual das análises de <i>Escherichia coli</i> e bactérias heterotróficas segundo os resultados da lista de verificação .....	<b>37</b>
Tabela 1 – Reduções das contagens de bactérias heterotróficas e de coliformes totais após 10 horas de exposição à luz 450 nm.....	<b>60</b>
Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Spearman entre as reduções percentuais e as análises física e química.....	<b>61</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantificação de bactérias heterotróficas das amostras de água destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de Jesus - Bahia, 2015-6 .....	<b>30</b>
Figura 2 - Avaliação física e química das amostras de água destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de Jesus - Bahia, 2015-6 .....	<b>32</b>
Figura 1 – Diagrama do sistema experimental de iluminação LED .....	<b>55</b>
Figura 2- Inativação bacteriana após exposição das amostras à luz 450 nm .....	<b>58</b>
Figura 3 – Quantificação bacteriológica durante 10 horas de experimento e após 72 horas .....	<b>59</b>
Figura 4 - Avaliação física e química das amostras .....	<b>62</b>



## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
AQHC	Petrifilm Aqua Coliform Count Plate
AQHC	Petrifilm Aqua Heterotrophic Count Plate
CCS	Centro de Ciências da Saúde
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
DTA	Doenças Transmitidas por Alimentos
EaggEC	<i>Escherichia coli</i> enteroagregativa
EHEC	<i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica
EIEC	<i>Escherichia coli</i> enteroinvasiva
EPEC	<i>Escherichia coli</i> entropatogênica
EPEC	<i>Escherichia coli</i> enteropatogênica
ETEC	<i>Escherichia coli</i> enterotoxigênicas
EUA	Estados Unidos da América
LED	Diodo Emissor de Luz
MRSA	Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PET	Tereftalato de Polietileno
SANUTRI	Núcleo de Segurança Alimentar e Nutricional
SODIS	Sistema de Desinfecção Solar da Água
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TCLE	Termo Consentimento Livre e Esclarecido
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UV	Ultravioleta
UVA	Ultravioleta A
UVC	Ultravioleta C

# ÍNDICE

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**INTRODUÇÃO** ..... 1

## **CAPÍTULO 1**

Revisão de Literatura: Qualidade da água destinada ao consumo humano ..... 3

1 Doenças Transmitidas por Alimentos..... 6

2 Qualidade microbiológica da água ..... 7

3 Água como veículo de agentes parasitários..... 9

4 Legislação para potabilidade da água ..... 11

5 Alternativas de tratamento da água..... 12

**REFERÊNCIAS**..... 16

## **CAPÍTULO 2**

Qualidade da água para consumo humano em uma comunidade da zona rural do Brasil. .... 24

Resumo..... 24

Abstract ..... 25

Introdução ..... 26

Material e métodos..... 27

Resultados ..... 29

Discussão..... 38

Conclusão ..... 43

Referências ..... 44

## **CAPÍTULO 3**

Emprego de diodo emissor de luz a 450 nm para tratamento *in vitro* de água destinada ao consumo humano ..... 50

Resumo..... 50

Abstract..... 51

Introdução ..... 52

Material e métodos.....	53
Resultados .....	56
Discussão.....	62
Conclusão .....	65
Referências .....	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>70</b>
APÊNDICE A – Lista de verificação da água .....	70
APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido .....	73
<b>ANEXOS .....</b>	<b>77</b>
ANEXO A – Normas de submissão da Revista Water Research .....	77
ANEXO B – Parecer consubstanciado do CEP.....	101

## RESUMO

### **MIRANDA, F. S. Microrganismos e parasitos em água destinada ao consumo humano proveniente da zona rural de Santo Antônio de Jesus - Bahia**

O acesso a água tratada é um direito humano básico. Porém ela pode ser contaminada na origem, durante a sua distribuição, bem como nos reservatórios domiciliares. As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) representam um importante problema de saúde pública e possuem diversos agentes etiológicos, como bactérias, vírus, helmintos, protozoários e fungos. Esses microrganismos possuem distribuição cosmopolita e mecanismos de transmissão similares. A sua ocorrência vem aumentando significativamente em nível mundial principalmente onde são mais precárias as condições socioeconômicas da população, como em zonas rurais. Ademais, o tratamento da água em comunidades da zona rural é um desafio. Tratamentos alternativos nem sempre são eficientes ou são realizados da forma correta. Desta forma, o estudo objetivou avaliar a qualidade bacteriológica, parasitológica, física e química da água destinada para consumo humano numa comunidade da zona rural do Recôncavo da Bahia, averiguando os fatores relacionados a uma possível contaminação; além de avaliar o efeito antimicrobiano *in vitro* da exposição à luz (450 nm) na água bruta destinada ao consumo humano, investigando a relação dos resultados com parâmetros físicos e químicos. Para a avaliação da qualidade da água, o estudo foi realizado em 53 domicílios, no final da estação chuvosa (agosto a setembro de 2015) e no final da estação seca (abril de 2016). Foi avaliada a presença de coliformes totais, *Escherichia coli*; quantificadas bactérias heterotróficas; realizada avaliação parasitológica; analisados pH, temperatura, oxigênio dissolvido, cor aparente, turbidez e salinidade; aplicada lista de verificação com questões referentes à fonte da água e seu armazenamento. Todas as amostras estavam em desacordo aos parâmetros permitidos e recomendados pela legislação brasileira. De acordo com os dados obtidos, a origem da água, presença de reservatório no domicílio,

destino de esgoto e o tempo de limpeza do reservatório interferiram diretamente nos resultados bacteriológicos. Para a avaliação do efeito antimicrobiano *in vitro*, foram coletadas 15 amostras da mesma comunidade da zona rural. As amostras foram expostas diretamente a um sistema de iluminação composto por diodo emissor de luz por 10 horas. As quantificações de bactérias heterotróficas, coliformes totais e temperatura foram realizadas a cada duas horas. As análises bacteriológicas foram repetidas após 72 horas da finalização da exposição. As análises de pH, oxigênio dissolvido, e salinidade foram realizadas antes de cada experimento. Houve uma redução significativa nos dois parâmetros bacteriológicos analisados após o tratamento. A média das reduções das bactérias heterotróficas foi de 97,01 % e dos coliformes totais foi de 95,61 %. Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido e temperatura tiveram relação direta com a redução percentual de bactérias heterotróficas. Destarte, o consumo das amostras analisadas pode representar um risco à saúde da população, podendo levar inclusive a surtos de DTA. Medidas efetivas de tratamento da água e corretivas no seu acesso devem ser tomadas para minimizar o risco à saúde humana. Por ser singular, este estudo pode servir como empenho inicial na procura de novos métodos para desinfecção de água. Com pesquisas adicionais, o processo pode ser aperfeiçoado, tornando viável um novo método de desinfecção de água a ser aplicado *in loco*.

**Palavras-chave:** Água contaminada. Padrões de potabilidade. Água subterrânea. Água bruta. Microrganismos indicadores. LED azul.

## ABSTRACT

**MIRANDA, F. S. Microorganisms and parasites in water reserved for human consumption from the rural area of *Santo Antônio de Jesus – Bahia*.**

The access to potable water is a basic human right. However, water may be contaminated at its source, during distribution, as well as in household tanks. Foodborne illness represent a relevant public health issue and have several etiological agents, such as bacteria, virus, helminthes, protozoa and fungus. Those microorganisms have a cosmopolitan distribution and similar transmission mechanisms. Its occurrence has been increasing significantly worldwide, especially in places where the population's socioeconomic conditions are more precarious, such as rural areas. Furthermore, water treatment in rural communities is a challenge. Alternative treatments are not always efficient or performed correctly. Hence, the goal of this study was to evaluate the bacteriological, parasitological, physical and chemical quality of water destined for human consumption in a rural community at *Recôncavo da Bahia*, ascertaining the factors that could be related to a possible contamination; also studying the *in vitro* antimicrobial effects of exposure to light (450 nm) in raw water intended for human consumption, investigating the relationship of the results with the physical and chemical parameters. In order to evaluate the water quality, the study was carried out in 53 households, by the end of both rainy (August to September 2015) and dry seasons (April 2016). The presence of total coliforms, *Escherichia coli* were evaluated; a parasitological evaluation was performed; heterotrophic bacteria were quantified; pH, temperature, dissolved oxygen, apparent color, turbidity and salinity were analyzed; a questionnaire concerning the source of water and its storage was applied. All samples were in disagreement with the parameters allowed and recommended by the Brazilian legislation. According to the data obtained, the water source, the presence of a reservoir at the households, the sewage destination and the cleaning time of the reservoir were directly related to the bacteriological results. For the rating of the antimicrobial effect *in vitro*, 15

samples were collected from the same rural area community. The samples were directly exposed to a light system consisting of a light emitting diode for 10 hours. The quantifications of heterotrophic bacteria, total coliform and temperature were realized every two hours. The bacterial analysis was repeated after 72 hours exposure finalization. The pH, dissolved oxygen and salinity analysis were made before each experiment. There has been a significant reduction in both bacteriological parameters analyzed after treatment. The average reduction of heterotrophic bacteria was 97,01 % and total coliform, 95,61 %. The parameters pH, dissolved oxygen and temperature had direct relationship with the percentage reduction of heterotrophic bacteria. Thus, the consumption of the analyzed samples may represent a risk to the population's health, and could even lead to outbreaks of foodborne illness. Effective water treatment measures should be taken in order to minimize the risk to human health. Because of its uniqueness, this study may serve as an initial effort to find new methods of water disinfection. With additional research, the process can be improved, making viable a new water disinfection method to be applied *in loco*.

**Keywords:** Contaminated water. Potability standards. Groundwater. Raw water. Microorganisms indicators. Blue LED.

# INTRODUÇÃO

O acesso a água tratada é um direito humano básico (OMS, 2015). Toda água destinada ao consumo humano proveniente de fontes alternativas de abastecimento, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água. Logo, a água destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos (BRASIL, 2011).

As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) representam um importante problema de saúde pública no Brasil e no mundo e estão associadas aos mais diversos agentes etiológicos, como bactérias, vírus, helmintos, protozoários e fungos, os quais invadem o organismo humano por meio da água e/ou alimentos contaminados. No entanto, apesar dos índices elevados, a maioria dos casos de DTA não é notificada (BRASIL, 2010a, 2016).

As informações sobre a prevalência de parasitoses e a incidência de DTA no Brasil são escassas ou até mesmo nulas para determinadas localidades. Quando disponível observa-se que esta informação é incompleta, desatualizada e as técnicas diagnósticas realizadas não são específicas para a pesquisa de determinado agente, impedindo a comparação dos dados (BRASIL, 2010b; OLIVEIRA; BARATA, 2013).

A ocorrência de DTA vem aumentando significativamente em nível mundial. Vários são os fatores que contribuem para a emergência dessas doenças, como o crescente aumento das populações; a existência de grupos populacionais vulneráveis ou mais expostos; o processo de urbanização desordenado; a falta de acesso a serviços básicos, como saneamento, educação e saúde (BRASIL, 2010b). As parasitoses acompanham esse quadro devido aos mecanismos de transmissão serem similares (PRADO et al., 2009).



Geralmente, prevalecem altos níveis de enfermidades parasitárias e bacterianas associadas ao consumo de alimentos onde as condições socioeconômicas da população são mais precárias. Estratos populacionais menos favorecidos são mais afetados pela contaminação alimentar devido à dificuldade ou a falta de acesso a saneamento básico, água tratada, educação e alimentos seguros (BRASIL, 2010a; OLIVEIRA; BARATA, 2013).

Ademais, o tratamento da água em comunidades da zona rural é um desafio. Geralmente elas dispõem apenas de soluções alternativas individuais ou coletivas de abastecimento. A qualidade da água tratada é diretamente relacionada com a qualidade da água bruta, de forma que a degradação e contaminação do ambiente por ações antrópicas colocam em risco a segurança do abastecimento (BRITO; AMORIM; LEITE, 2007; CABRAL; DANIEL, 2014).

Tratamentos alternativos nem sempre são eficientes ou são realizados da forma correta. Podem levar à inativação parcial de microrganismos patogênicos, quando são realizados fora dos parâmetros adequados, e conseqüentemente a água permanecerá contaminada, podendo ocasionar veiculação de agentes patogênicos (MCGUIGAN, et al., 2012).

Nesta conjuntura, esta dissertação foi dividida em três capítulos. O primeiro capítulo contém a revisão de literatura, no qual foram expostos temas relacionados a padrões de potabilidade da água e seu tratamento.

O segundo capítulo apresenta dados sobre a qualidade da água para consumo humano em uma comunidade da zona rural Santo Antônio de Jesus - Bahia, averiguando os fatores relacionados à sua contaminação. O terceiro capítulo aborda um estudo experimental de tratamento de água utilizando diodo emissor de luz a 450 nm em escala reduzida *in vitro* com amostras de água coletadas dessa comunidade da zona rural.

---

## **CAPÍTULO 1**

**Revisão de Literatura: Qualidade da água destinada ao consumo humano**

---

## RESUMO

Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) é uma síndrome originada pela ingestão de alimentos e/ou de água que contenham agentes contaminantes em quantidades tais que afetem a saúde do consumidor, em nível individual ou em grupos populacionais. Nos últimos 15 anos, a água foi a terceira maior causa relacionada a surtos de DTA no Brasil, com diversos agentes etiológicos envolvidos como bactérias, como *Escherichia coli*, e protozoários, como *Giardia* spp.. Esses microrganismos possuem distribuição cosmopolita e mecanismos de transmissão similares, além de estarem diretamente relacionados à ausência ou precariedade das condições socioeconômicas e saneamento básico. O Ministério da Saúde estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano e dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade dessa água por meio da Portaria MS 2914/2011. Essa legislação define diversos parâmetros permitidos e recomendados para água destinada ao consumo humano. Para a avaliação bacteriológica, faz uso de microrganismos indicadores, como bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli*. Conjuntamente, aborda uma série de parâmetros físicos e químicos como pH, cor aparente e turbidez. Além disso, preconiza análises parasitológicas em condições específicas de contaminação bacteriológica da água. Para se tornar potável, a água pode passar por diversos tipos de tratamento como cloração, fervura, filtração, exposição à luz solar e exposição à luz ultravioleta. Cada um desses sistemas possui vantagens, desvantagens e limitações. Pontos positivos e negativos devem ser levados em consideração para a escolha do sistema de desinfecção mais adequado à necessidade do consumidor, de modo que medidas efetivas de tratamento da água devem ser tomadas para minimizar o risco à saúde humana.

**Palavras—chave:** Padrões de potabilidade. Microrganismos indicadores. Doenças Transmitidas por Alimentos.

## ABSTRACT

Foodborne illness is a syndrome caused by the ingestion of food and/or water containing contaminant agents in amounts that affect the consumer's health, in an individual level or population groups. In the last 15 years, water was the third major cause related to foodborne illness outbreaks in Brazil, with different etiologic agents involved, such as bacteria, like *Escherichia coli*, and protozoa, like *Giardia* spp..These microorganisms have cosmopolitan distribution and similar transmission mechanisms, in addition to being directly related to the absence or precariousness of socioeconomic conditions and basic sanitation. The Brazilian Ministry of Health, through Ordinance MS 2914/2011, establishes drinking water standards for human consumption and provides procedures for the control and monitoring the quality of this water. This legislation defines several parameters allowed and recommended for water destined for human consumption. For the bacterial evaluation, it uses indicator microorganisms such as heterotrophic bacteria, total coliforms and *Escherichia coli*. Simultaneously, it addresses a series of physical and chemical parameters such as pH, apparent color and turbidity. As well as it recommends parasitological analysis in specific bacterial contamination conditions. For it to become potable, the water can undergo various types of treatments, such as chlorination, boiling, filtration and exposure to sunlight and ultraviolet light. Each system has advantages, disadvantages and limitations. Positive and negative points should to be taken into consideration while choosing the most adequate disinfection system to the consumer's needs. Effective water treatment measures are taken to minimize the risk to human health.

**Key-words:** Potability standards. Microorganisms indicators. Foodborne illness.

## 1 Doenças Transmitidas por Alimentos

Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) é uma síndrome originada pela ingestão de alimentos e/ou de água que contenham agentes contaminantes em quantidades tais que afetem a saúde do consumidor, em nível individual ou grupos de população (BRASIL, 2016). Na maioria das vezes está associada ao consumo de produtos de origem animal ou vegetal, contudo há registros de casos e surtos associados ao consumo de água contaminada (BRASIL, 2010a).

Dados da Vigilância Epidemiológica das Doenças Transmitidas por Alimentos demonstram que entre 2007 e 2016 houve 6.632 surtos, 118.104 doentes diagnosticados e notificados e 109 óbitos. Houve uma exposição direta estimada de 470 mil pessoas a esses alimentos ou água contaminados. Ainda há a subnotificação devido a vários fatores, incluindo a ausência de notificação pelos profissionais de saúde, bem como preenchimento incompleto da ficha de notificação; além de existir pacientes oligossintomáticos (BRASIL, 2016). Saliante-se que ainda existe a dificuldade de identificação do agente etiológico devido à falta de mecanismos diagnósticos (BRASIL, 2016; MORAES; CASTRO, 2012).

Os alimentos mistos são os mais relacionados a surtos (9,0 %), seguidos de água (6,1 %) e ovos e produtos a base de ovos (3,6 %). Não foi definido o alimento envolvido em mais da metade dos surtos (66,8 %). Os agentes etiológicos mais envolvidos foram *Salmonella* spp. (7,5 %), *Escherichia coli* (7,2 %) e *Staphylococcus aureus* (5,8 %). Estão presentes também na lista vírus, como hepatite A (0,5 %), e protozoário como *Giardia* spp. (0,2 %). As residências são os locais de maior ocorrência dos surtos de DTA com 38,4 % do total, seguido de restaurantes e padarias (16,2 %); e alojamentos ou trabalho (12,0 %) (BRASIL, 2016).

Dos diversos microrganismos que podem contaminar a água, destaca-se *Escherichia coli* por possuir uma gama de mecanismos de patogenicidade e elevada prevalência, sobretudo em crianças menores de cinco anos (LEVINSON; JAWETZ, 2014). Nos Estados Unidos da América (EUA), entre 50 % a 80% de todas as infecções causadas por *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) tem por agente etiológico *Escherichia coli* O157:H7. Ainda não houve notificação de

surto no Brasil causada por *Escherichia coli* O157:H7 (PAULA, KASARIN; TONDO, 2014).

Além das bactérias, as enteroparasitos possuem distribuição cosmopolita, registrando elevadas taxas de prevalência em populações com precárias condições higiênico-sanitárias. Estudos conduzidos em comunidades da Venezuela, Irã, México e Brasil demonstraram taxas de infestação parasitária de até 79,6 %, 85,0 %, 62,8 % e 69,4 %, respectivamente (DARYANI et al., 2012; GUILARTE et al., 2014; GUTIERREZ-JIMENEZ et al., 2013; ROCHA et al., 2016).

No Brasil, cerca de 30 % das pessoas são portadoras de algum tipo de parasito, desta forma, existem cerca de 50 milhões de brasileiros com algum tipo de parasitoses, sendo que 35 milhões são crianças. A alta prevalência de enteroparasitoses tem sido considerada a principal causa de morbidade entre os escolares de países subdesenvolvidos, todavia apresenta uma baixa taxa de mortalidade (CAVALCANTE; MELO; LIMA, 2015; PRADO et al., 2009).

A giardíase possui uma prevalência baixa nos países desenvolvidos entre 2 a 5 %, enquanto nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, essas taxas ficam entre 20 e 40%. No Brasil a prevalência desse parasito varia entre 12,4 % e 50 %, dependendo da região e da faixa etária (BORGES; MARCIANO; OLIVEIRA, 2011; FENG; XIAO, 2011).

Vários surtos de criptosporidiose por veiculação hídrica têm sido relatados. A maior parte desses surtos ocorreu nos EUA, Reino Unido e Japão. O maior surto ocorreu no ano de 1993 em Milwaukee (EUA) com cerca de 403.000 pessoas atingidas devido à contaminação da água por esgoto agrícola (JEX; GASSER, 2010; SAID et al., 2003; ZHOU, 2003), e que teve o total de 90,2 milhões de dólares como custo com medidas terapêuticas e profiláticas no controle da doença (COSTA et al., 2006).

## **2 Qualidade microbiológica da água**

A presença de certos microrganismos pode ser usada como um indicador da segurança alimentar (ODONKOR; AMPOFO, 2013). Microrganismos

indicadores são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes em um alimento ou na água, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal ou sobre a provável presença de patógenos. (AHMED; GARDENER; TOZE, 2010; ODONKOR; AMPOFO, 2013).

Um dos grupos de microrganismos indicadores mais utilizados são as bactérias heterotróficas. Estes são microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes e fornece informação mais ampla sobre a qualidade da água por ser inespecífico. A sua contagem pode indicar a colonização, eficácia do tratamento da água e até mesmo formação de biofilmes no sistema de distribuição, a partir da presença de matéria orgânica na água (CHOWDHURY, 2012; SOUZA et al., 2011). Constitui-se em um indicador indireto de segurança da água, não identificando os microrganismos, os quais podem ser patogênicos ou da microbiota da água. Todavia, a detecção de populações elevadas pode indicar precária qualidade da água (FARACHE FILHO; DIAS, 2008).

Outro microrganismo indicador utilizado para identificar a qualidade da água é o grupo de coliformes totais. Este grupo é formado por bacilos Gram negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a temperatura de 35°C. O grupo inclui aproximadamente 20 espécies, dos quais são encontradas bactérias entéricas e diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas (GRUBER; ERCUMEN; COLFORD JUNIOR, 2014; SILVA et al., 2007).

Com o objetivo de diferenciar os coliformes de origem fecal dos totais, utiliza-se a característica de termotolerância dos coliformes de origem fecal. Desta forma, esse grupo pode ser detectado por meio da fermentação da lactose em meio EC, com produção de gás, no período de 48 horas, a 45,5°C, sendo assim denominados coliformes termotolerantes. *Escherichia coli* é considerado o principal coliforme termotolerante, sendo responsável por até 90% das contagens de bactérias desse grupo (GRUBER; ERCUMEN; COLFORD JUNIOR, 2014; SIQUEIRA et al., 2010).

*Escherichia coli* é o indicador sanitário ideal na análise microbiológica da água. A presença desse microrganismo em um alimento indica que ocorreu uma contaminação de origem fecal e que, conseqüentemente, existe o risco potencial de que estejam presentes outros microrganismos de origem entérica na água ou alimento (BILOTTA; DANIEL, 2011; CROXEN et al., 2013; JAY, 2005).

Outro aspecto a ser considerado, é que diversas linhagens de *E.coli* são comprovadamente patogênicas para o homem. Existem grupos patogênicos de *Escherichia coli* que são reconhecidos pelas características das infecções causadas, no efeito em certas culturas de células e nos grupos sorológicos, incluindo *Escherichia coli* enteroagregativas (EaggEC), *Escherichia coli* enterotoxigênicas (ETEC), *Escherichia coli* enteroinvasivas (EIEC), *Escherichia coli* enteropatogênicas (EPEC) e EHEC. O sorotipo de *Escherichia coli* associado às EHEC é o O157:H7, que foi a causa de grandes surtos da doença na América do Norte, Europa e no Japão (CROXEN, FINLAY, 2012; CROXEN et al., 2013; JAY, 2005).

### **3 Água como veículo de agentes parasitários**

As parasitoses possuem alta prevalência e constituem-se um problema de difícil solução para garantia da saúde pública no mundo (GOMES et al., 2010). Parasitoses afetam todas as parcelas da população, independente de classe social, no desempenho de suas atividades físicas, mentais e sociais. As crianças são o principal grupo de risco, considerando maior grau de exposição às fontes primárias de infecção e maior suscetibilidade (ANDRADE et al., 2010; ROCHA et al., 2016).

Os sintomas causados por parasitos variam de oligossintomático a grave, podendo apresentar manifestações inespecíficas como irritabilidade, anorexia, distúrbios do sono, emese, náuseas e diarreia. Os quadros mais graves são comuns em pacientes imunocomprometidos, havendo necessidade de realização de exames parasitológicos periódicos devido ao risco de disseminação do parasito, principalmente em crianças, pois podem afetar o crescimento e a função cognitiva (ANDRADE et al., 2010; HARHAY; HORTON; OLLIARO, 2010). As



manifestações clínicas são diretamente proporcionais à carga parasitária do indivíduo, bem como as espécies dos parasitos (GOMES et al., 2010).

A sua contaminação está relacionada a fatores, como ausência ou precariedade das condições socioeconômicas e saneamento básico, ao consumo de água contaminada, baixo grau de escolaridade, e hábitos de higiene precários (ANTUNES et al., 2013; WERNECK; HASSELMANN; GOUVÊA, 2011).

Na transmissão dos parasitos intestinais destacam-se o solo, ar, água, moscas, mãos e os alimentos como os principais elementos que compõem o ciclo da cadeia epidemiológica (SEIXAS et al., 2011). O indivíduo parasitado contamina o próprio ambiente com cistos, ovos e larvas de parasitos intestinais provenientes de seus dejetos. Devido à falta ou a ineficiência dos sistemas de captação de esgoto, a água pode se tornar veículo e fonte de contaminação de doenças ao transportar e acumular estruturas parasitárias por grandes distâncias (ANDRADE et al., 2010; SEIXAS et al., 2011).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 1,8 milhões de pessoas morrem por ano devido a doenças gastrointestinais, propagadas pela falta de água tratada. Dentre os patógenos estão inclusos bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Mesmo que a água seja tratada, os processos convencionais de tratamento da água a partir da cloração e filtração não são totalmente eficientes para certos parasitos, como os protozoários *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. (BUSCHINI et al., 2007; COSTA SOBRINHO; COELHO; COELHO, 2016; OMS, 2007).

Os protozoários englobam os organismos protistas, eucariotos e unicelulares. Apresentam morfologia variada, bem como diversos processos de alimentação, locomoção e reprodução. Podem ser esféricos, alongados, ovais ou amorfos. Podem possuir cílios ou flagelos. Pode ser encontrado na forma ativa (trofozoíto), forma de resistência (cisto e oocisto) e forma sexuada (gameta). Os cistos e oocistos possuem uma parede resistente, denominada de parede cística, que o protegerá em fase de latência ou quando o meio estiver impróprio (BALDURSSON; KARANIS, 2011; NEVES et al., 2011).

Dentre os parasitos patogênicos, destaca-se *Cryptosporidium* spp.. É um parasito intestinal que acomete humanos e outros mamíferos que se desenvolve nas microvilosidades do trato intestinal. Causa criptosporidiose, uma zoonose cosmopolita, associada a sistemas de saneamento básico precários ou ineficientes. Oocistos de *Cryptosporidium* spp. já foram encontrados até mesmo em águas minerais engarrafadas (JEX; GASSER, 2010; SMITH; NICHOLS, 2010).

*Giardia* spp. é um protozoário flagelado que habita o terço superior do intestino delgado, causando a giardíase. A transmissão ocorre após a ingestão de cistos infectantes presentes na água ou alimentos. A maioria dos casos é oligossintomático ou assintomático, porém o indivíduo infectado pode ser acometido pela síndrome diarreica. Já foram relatados mais de 100 surtos desse protozoário no mundo. Cerca de 90 % dos surtos tem sido associado com deficiências nos processos de filtração da água (PLUTZERA; ONGERTHB; KARANIS, 2010; SANTANA et al., 2014).

Diferentes espécies de ameba podem parasitar humanos, destacando-se: *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba hartmanni*, *Entamoeba díspar*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana* e *Iodamoeba butschlii*. Apenas *Entamoeba histolytica* e as amebas de vida livre da ordem *Schizopyrenida*, *Amoebida* e *Leptomyxida* são protozoários potencialmente patogênicos. As amebas de vida livre podem causar meningoencefalite amebiana primária, encefalite amebiana granulomatosa e ceratite (FDA, 2012; SKAPPAK et al., 2014).

*Entamoeba histolytica* pode ser comensal ou patogênica. Os trofozoítos encontram-se no intestino grosso dos indivíduos parasitados. A amebíase quando não diagnosticada a tempo e não corretamente tratada pode levar a óbito. Além do comprometimento entérico, pode ocorrer o comprometimento hepático, pulmonar e nervoso (KARAMBAIGI; ABDI; SAYEHMIRI, 2012; MORTIMER; CHADEE, 2010).

#### **4 Legislação para potabilidade da água**

O Ministério da Saúde estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano e dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade dessa água por meio da Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Os padrões de potabilidade, incluem os físicos e químicos, microbiológicos e parasitológicos. A Portaria MS 2914/2011 subdivide os valores máximos de potabilidade de água entre permitidos e recomendados. Se uma amostra estiver fora dos padrões permitidos, significa que ela está imprópria para consumo humano. Se uma amostra estiver fora dos padrões recomendados, não significa que ela está imprópria para consumo humano, porém deve ser investigada e a causa do problema deve ser corrigida. Contagem de bactérias heterotróficas, coliformes totais e pH possuem valores máximos recomendados, por sua vez a presença de *Escherichia coli*, *Giardia* spp. ou *Cryptosporidium* spp., turbidez e cor aparente possuem valores máximos permitidos (BRASIL, 2011).

Dentre os padrões físicos e químicos, a portaria estabelece valores recomendados de pH (entre 6,0 e 9,5), e valores máximos permitidos de turbidez (máximo de 5,0 uT) e cor aparente (máximo de 15 uH). Outros parâmetros são abordados, como substâncias químicas que representam risco à saúde, como ferro, tolueno, zinco, xilenos, sulfeto de hidrogênio, entre outros (BRASIL, 2011).

Com relação a padrões bacteriológicos, é recomendado que as contagens de bactérias heterotróficas não ultrapassem 2,7 log UFC/mL, sendo que essa avaliação é utilizada para avaliação dos sistemas de distribuição. Coliformes totais e *Escherichia coli* devem estar ausentes em 100 mL. Dentre esses microrganismos indicadores, apenas *Escherichia coli* determinará se a água está própria para o consumo (BRASIL, 2011).

Contudo, quanto a padrões parasitológicos, apenas há a citação de monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. quando a média geométrica anual for maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100 mL (BRASIL, 2011).

## **5 Alternativas de tratamento da água**

Considerando que as comunidades da zona rural normalmente são desprovidas de abastecimento de água tratada pela companhia de águas e saneamento do Estado, são estabelecidas alternativas para o seu tratamento, tais como a cloração, fervura, filtração, luz solar e luz ultravioleta (UV) (BRITO; AMORIM; LEITE, 2007; MCGUIGAN et al., 2012).

Existem diversos fatores que podem influenciar na desinfecção da água, dentre eles destacam-se: a espécie e a concentração do microrganismo, o tipo e a concentração do sistema a ser utilizado, o tempo de exposição, as características físicas e químicas da água, além do grau de dispersão do agente desinfetante (MEYER, 1994).

A cloração pode ser utilizada com uso de comprimidos ou líquidos. Os comprimidos são comercializados com dosagens específicas para a quantidade de água a ser tratada. Uma solução comumente utilizada é o hipoclorito de sódio a 2,5 % na dose de 1 mL para cada 10 L de água. O seu uso é bem simples, o custo é baixo ou nulo, pois muitas vezes são distribuídos à população por intermédio dos Agentes Comunitários de Saúde. Mesmo sendo amplamente utilizado, devem ser utilizados com atenção, pois pode haver a formação de trihalometanos, que são compostos químicos prejudiciais à saúde humana. A sua ação está em ser um forte agente oxidante que irá oxidar constituintes celulares e conseqüentemente terá uma ação citotóxica (BRASIL, 2014; LI et al., 2013).

A fervura é um método simples de desinfecção da água que leva a morte de microrganismos potencialmente patogênicos. Ocorre a partir do aquecimento a 100° C por pelo menos 15 minutos contados a partir do momento que a água atinja a ebulição. Microrganismos mesófilos não sobrevivem a essa elevação de temperatura em tempos prolongados, porém há a alteração de propriedades organolépticas evidenciado pelo sabor alterado após fervura devido a perda de oxigênio (MADEIRA, 2007).

O sistema de filtração por gravidade é composto por velas filtrantes e dois recipientes, sendo que o inferior recebe a água tratada. A vela filtrante é uma peça formada por material poroso com o objetivo de reter partículas e bactérias presentes na água. A sua ação é exclusivamente física. Pode ser utilizado por

longos períodos de tempo (até seis meses) e com grandes volumes de água (até 1440 litros), porém a retenção completa de partículas, como cistos de *Giardia duodenalis*, depende do nível de porosidade e da presença de substâncias adjuvantes como o carvão ativado (FERNANDES et al., 2015; COSTA SOBRINHO; COELHO; COELHO, 2016; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

O uso de sistema de desinfecção solar da água é capaz de inativar microrganismos patogênicos e oportunistas, como *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Candida albicans*, *Rotavírus*, oocistos de *Cryptosporidium parvum*, cistos de *Giardia* spp. e ovos de *Ascaris* spp.. O princípio da ação antimicrobiana está na ação combinada da radiação ultravioleta A (UVA) responsável pela modificação do ácido desoxirribonucléico (DNA) dos microrganismos e a radiação infravermelha que provoca o aumento da temperatura da água, podendo chegar a + 70° C a + 75° C. São utilizadas água em garrafas tereftalato de polietileno (PET) de 2 litros, expostas no sol, em sentido horizontal por pelo menos seis horas ininterruptas. Porém, em dias com baixa intensidade de luz, e em água com cor e turbidez elevados o processo não é eficaz (BOYLE et al., 2008; MCGUIGAN et al., 2012).

A radiação UV artificial provoca alterações estruturais no material genético dos microrganismos, inativando-os. A sua eficiência depende da intensidade da radiação UV, tempo de exposição e o tipo de radiação UV. A faixa ultravioleta C (UVC - 254 nm) é a utilizada como germicida. Possui a vantagem de não alterar quimicamente a água, todavia em doses subletais os microrganismos podem recuperar a sua atividade após irradiação de luz na faixa visível. Bem como possui desvantagens como o curto tempo de vida útil, potencial carcinogênico, baixo poder de penetração na água com turbidez elevada, entre outros (SANTOS et al., 2013; WISBECK et al., 2011).

Diversos estudos estão voltados para utilização da luz no espectro de onda da luz visível para a inativação de bactérias. Todas ainda estão em escala reduzida, de caráter experimental, porém já foi possível identificar, a partir da utilização de comprimento de onda entre 405-520 nm, a inativação de bactérias patogênicas, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp.,

*Staphylococcus epidermidis*, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), *Acinetobacter baumannii*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*. A sua ação é dependente de oxigênio pois leva a produção de espécies reativas de oxigênio, que por sua vez, oxidam constituintes da membrana celular e DNA (ENWEMEKA et al., 2008; GHATE et al., 2013; KUMAR et al., 2015; MACLEAN et al., 2009).

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E.C. et al. Parasitoses intestinais: Uma revisão sobre seus aspectos sociais, epidemiológicos, clínicos e terapêuticos. **Revista de APS**, [S. l.], v.13 n. 2, p. 231-240, jun. 2010.

ANTUNES, L. et al. Parasitos em hortaliças comercializadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 45-9, jan. 2013.

AHMED, W.; GARDNER, T.; TOZE, S. Microbiological quality of roof-harvested rainwater and health risks: A review. **Journal of Environment Quality**, [S. l.], v. 40, n. 1, p.13-21, jan. 2011.

BALDURSSON, S.; KARANIS, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – An update 2004–2010. **Water Research**, [S. l.], v. 45, n. 20, p.6603-6614, dez. 2011.

BILOTTA, P.; DANIEL, L. Inactivation of microbiological indicators with ozone to wastewater treatment aiming water reuse. **Revista AIDIS**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 48-56, dez. 2011.

BORGES, W. F.; MARCIANO, F. M.; OLIVEIRA, H. B. Parasitos intestinais: elevada prevalência de *Giardia lamblia* em pacientes atendidos pelo serviço público de saúde da região sudeste de Goiás, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 149-57, abr. 2011.

BOYLE, M. et al. Bacterial effect of solar water disinfection under real sunlight conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 74, n. 10, p.2997-3001, maio 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos**. 1. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. 8. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 nov. 2011. Seção 1, p. 39.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde**. 1. ed. Brasília : Funasa, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças Transmitidas por Alimentos**. 2016. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-Surtos-DTA-2016.pdf>>. Acesso em 18 jan. 2017.

BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Qualidade da água para consumo humano**. 2007. Disponível em: <[www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/145537/1/SDC196.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/145537/1/SDC196.pdf)> . Acesso em 5 set. 2016.

BUSCHINI, M. L. T. et al. Spatial distribution of enteroparasites among school children from Guarapuava, State of Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 568-578, dez. 2007.

CABRAL, A. R.; DANIEL, M. H. B. **Monitoramento da qualidade da água para consumo humano**. 2014. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1040>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

CAVALCANTE, U. M. B.; MELO, S. A. L.; LIMA, C. M. B. L. Enteroparasitoses na população infantil, sua prevalência e os modelos de decisão utilizados: revisão sistemática. **Saúde e Pesquisa**, Maringá, v. 8, n. 3, p.585-590, set. 2015.

CHOWDHURY, S. Heterotrophic bacteria in drinking water distribution system: a review. **Environmental Monitoring and Assessment**, [S. l.], v. 184, n. 10, p. 6087-6137, out. 2012.

COSTA, F. et al. *Cryptosporidium* spp. in food. **Higiene Alimentar**, [S. l.], v. 20, n. 142, p. 58-63, 2006.



COSTA SOBRINHO, L. I.; COELHO, F. A. S.; COELHO, M. D. G. Eficácia de velas filtrantes na retenção de cistos de *Giardia duodenalis* em água experimentalmente contaminada. **Revista Ambiente & Água**, [S. l.], v. 11, n. 2, p.439-447, jun. 2016.

CROXEN, M. A.; FINLAY, B. B. Molecular mechanisms of *Escherichia coli* pathogenicity. **Nature Reviews Microbiology**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 26-38, jan. 2012.

CROXEN, M. A. et al. Recent advances in understanding enteric pathogenic *Escherichia coli*. **Clinical Microbiology Reviews**, [S. l.], v. 26, n. 4, p. 822-880, out. 2013.

DARYANI, A. et al. Epidemiological survey of the prevalence of intestinal parasites among schoolchildren in Sari, northern Iran. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, [S. l.], v. 106, n. 8, p. 455-459, jan. 2012.

ENWEMEKA, C. S. et al. Visible 405 nm SLD light photo-destroys methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in vitro. **Lasers in Surgery and Medicine**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 734-737, dez. 2008.

FARACHE FILHO, A. F.; DIAS, M. F. F. Qualidade microbiológica de águas minerais em galões de 20 litros. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v.19, n.3, p. 243-248, jul. 2008.

FDA. **Bad Bug Book: Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins *Entamoeba histolytica* Handbook**. 2012. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/CausesOfIllnessBadBugBook/ucm070739.htm>>. Acesso em: 3 set. 2016.

FENG, Y.; XIAO, L. Zoonotic potential and molecular epidemiology of *Giardia* species and giardiasis. **Clinical Microbiology Reviews**, [S. l.], v. 24, n. 1, p.110-140, jan. 2011.

FERNANDES, C. V. et al. Estudo da qualidade das águas processadas em filtros de barro tradicionais contrapondo os filtros modernos. **Revista Química: Ciência, Tecnologia e Sociedade**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 33-44, jan. 2015.

GHATE, V. S. et al. Antibacterial effect of light emitting diodes of visible wavelengths on selected foodborne pathogens at different illumination

temperatures. **International Journal of Food Microbiology**, [S. I.], v. 166, n. 1, p. 399–406, set. 2013.

GOMES, P. D. M. F et al. Enteroparasitos em escolares do distrito Águas do Miranda, Município de Bonito, Mato Grosso do Sul. **Revista de Patologia Tropical** , [S. I.], v. 39, n. 4, p. 299-307, out. 2010.

GRUBER, J. S.; ERCUMEN, A.; COLFORD JUNIOR, J. M. Coliform bacteria as indicators of diarrheal risk in household drinking water: Systematic review and meta-analysis. **Plos One**, [S. I.], v. 9, n. 9, p. 1-14, set. 2014.

GUILARTE, D. V. et al. Aspectos epidemiológicos y hematológicos asociados a las parasitosis intestinales en indígenas waraos de una comunidad del estado Sucre, Venezuela. **Interciencia**, Caracas, v. 39, n. 2, p. 116-121, fev. 2014.

GUTIERREZ-JIMENEZ, J. et al. Malnutrition and the presence of intestinal parasites in children from the poorest municipalities of Mexico. **The Journal Of Infection In Developing Countries**, [S. I.], v. 7, n. 10, p. 741-747, jan. 2013.

HARHAY, M. O; HORTON, M.; OLLIARO, P. L. Epidemiology and control of human gastrointestinal parasites in children. **Expert Review of Anti-infective Therapy**, [S. I.], v. 8, n. 2, p. 219-234, fev. 2010.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JEX, A. R.; GASSER, R. B. Genetic richness and diversity in *Cryptosporidium hominis* and *Cryptosporidium parvum* reveals major knowledge gaps and a need for the application of “next generation” technologies—research review. **Biotechnology Advances**, [S. I.], v. 28, n. 1, p. 17–26, 2010.

KARAMBAIGI, F.; ABDI, J.; SAYEHMIRI, K. Prevalence of *Entamoeba histolytica* in Iran during 1988 to 2009: Systematic review and meta-analyses. **African Journal of Microbiology Research**, [S. I.], v. 6, n. 17, p. 3944-3947, maio 2012.

KUMAR, A. et al. Kinetics of bacterial inactivation by 405 nm and 520 nm light emitting diodes and the role of endogenous coproporphyrin on bacterial susceptibility. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, [S. I.], v. 149, p. 37–44, ago. 2015.

LEVINSON, W.; JAWETZ, A. **Microbiologia Médica e Imunologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

LI, D. et al. Inactivation, reactivation and regrowth of indigenous bacteria in reclaimed water after chlorine disinfection of a municipal wastewater treatment plant. **Journal of Environmental Sciences**, [S. l.], v. 25, n. 7, p. 1319-1325, jul. 2013.

MACLEAN, M. et al. Inactivation of bacterial pathogens following exposure to light from a 405-nanometer light-emitting diode array. **Applied and Environmental Microbiology**, [S. l.], v. 75, n. 7, p. 1932-1937, abr. 2009.

MADEIRA, C. M. P. **Orientações técnicas - sistemas particulares de abastecimento de água destinadas a consumo humano**. 2007. Disponível em: < <http://www.dgs.pt/delegado-de-saude-regional-de-lisboa-e-vale-do-tejo/programas--projetos--grupos-tecnicos/saude-ambiental/documentos/orientacoes-tecnicas-para-sistemas-particulares-de-abastecimento-de-agua-destinada-a-consumo-humano.aspx>>. Acesso em 12 jan. 2017.

MCGUIGAN, K. G. et al. Solar water disinfection (SODIS): A review from bench-top to roof-top. **Journal Of Hazardous Materials**, [S. l.], v. 235, n. 15, p. 29-46, out. 2012.

MEYER, S. T. Chlorine use in water disinfection, trihalomethane formation, and potential risks to public health. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 99-110, mar. 1994 .

MORAES, A. C.; CASTRO, F. M. M. Diarréia Aguda. **Jornal Brasileiro de Medicina**, [S. l.], v. 100, n. 3, p. 41-20, mar. 2012.

MORTIMER, L.; CHADEE, K. The immunopathogenesis of *Entamoeba histolytica*. **Experimental Parasitology**, [S. l.], v. 126, n. 3, p. 366-380, nov. 2010.

NEVES, D. P. et al. **Parasitologia Humana**. 12. ed. São Paulo: Atheneu, 2011.

ODONKOR, S. T.; AMPOFO, J. K. *Escherichia coli* as an indicator of bacteriological quality of water: an overview. **Microbiology Research**, [S. l.], v. 4, n. 1, p.2-15, jun. 2013.

OLIVEIRA, M. E. B.; BARATA, R. C. B. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Estado de São Paulo, 2008-2010. **Boletim Epidemiológico Paulista**, São Paulo, v. 10, n. 109, p. 18, jan. 2013.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Combating waterborne disease at the household level**. 2007. Disponível em: <[http://www.who.int/household\\_water/advocacy/combating\\_disease/en/index.html](http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease/en/index.html)>. Acesso em: 15 nov. 2016.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Millennium Development Goal drinking water target met**. 2015. Disponível em: <[http://www.unicef.org/publications/files/Progress\\_on\\_Sanitation\\_and\\_Drinking\\_Water\\_2015\\_Update\\_.pdf](http://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2016.

PAULA, C. M. D.; CASARIN, L. S.; TONDO, E. C. *Escherichia coli* O157:H7 — patógeno alimentar emergente. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 23-33, out. 2014

PLUTZERA, J.; ONGERTHB, J.; KARANIS, P. *Giardia* taxonomy, phylogeny and epidemiology: Facts and open questions. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, [S. l.], v. 213, n. 5, p. 321-333, set. 2010.

PRADO, M. S. et al. **Epidemiologia das parasitoses intestinais em escolares dos municípios alvo do Programa Bahia Azul**. 2009. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/peru/brasam090.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

ROCHA, T. J. M. et al. Epidemiological aspects and distribution of infection cases by *Schistosoma mansoni* in municipalities in the Alagoas State, Brazil. **Rev Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua, v. 7, n. 2, p. 27-32, jun. 2016 .

SAID, B. et al. Outbreaks of infectious disease associated with private drinking water supplies in England and Wales 1970–2000. **Epidemiology & Infection**, [S. l.], v. 130, n. 1, p. 469-479, jan. 2003.

SANTANA, L. A. et al. Atualidades sobre giardiase. **Jornal Brasileiro de Medicina**, [S. l.], v. 102, n. 1, p. 7-10, jan. 2014.

SANTOS, A. L. et al. Wavelength dependence of biological damage induced by UV radiation on bacteria. **Archives Of Microbiology**, [S. l.], v. 195, n. 1, p. 63-74, jan. 2013.

SEIXAS, M. T. L. et al. Avaliação da frequência de parasitos intestinais e do estado nutricional em escolares de uma área periurbana em Salvador, Bahia, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 304-314, out. 2011.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

SIQUEIRA, L. P. et al. Microbiological evaluation of drinking water used in feeding units. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 63-6, jan. 2010.

SKAPPAK, C. et al. Invasive Amoebiasis: A review of *Entamoeba* infections highlighted with case reports. **Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 28, n. 07, p. 355-359, jan. 2014.

SMITH, H. V.; NICHOLS, R. A. B. *Cryptosporidium*: Detection in water and food. **Experimental Parasitology**, [S. l.], v. 124, n. 1, p. 61-79, jan. 2010.

SOUZA, S. H. B. et al. Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de água de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 81-93, jul. 2011.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

WERNECK, G. L.; HASSELMANN, M. H.; GOUVÊA, T. G. An overview of studies on nutrition and neglected diseases in Brazil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 16, n.1, p. 39-62, jan. 2011.

WISBECK, E. et al. Disinfection of rainwater by ultraviolet radiation. **Revista Engenharia Sanitária**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 337-342, out. 2011.

ZHOU, L. et al. Molecular surveillance of *Cryptosporidium* spp. in raw wastewater in Milwaukee: implications for understanding outbreak occurrence and transmission dynamics. **Journal of Clinical Microbiology**, [S. l.], v. 41, n. 1, p. 5254-5257, jan. 2003.

---

## **CAPÍTULO 2**

**Qualidade da água para consumo humano em uma comunidade da zona rural do Brasil.**

---

1 **Qualidade da água para consumo humano em uma comunidade da zona**  
2 **rural do Brasil**

3  
4 Felipe Silva de Miranda, Juciene de Jesus Barreto da Silva, Luiz Henrique Silva  
5 Mota, Ana Lúcia Moreno Amor, Isabella de Matos Mendes da Silva

6  
7 Health Science Center, Federal University do Recôncavo of Bahia, Santo Antônio  
8 de Jesus, BA, Brazil. Avenida Carlos Amaral, 1015 - Cajueiro, Santo Antônio de  
9 Jesus - BA, Zip code 44574-490, Brazil.

10  
11 **Corresponding author:** Felipe Silva de Miranda. E-mail address:  
12 felipemiranda2004@hotmail.com . Health Science Center, Federal University do  
13 Recôncavo of Bahia, Santo Antônio de Jesus, BA, Brazil. Avenida Carlos Amaral,  
14 1015 - Cajueiro, Santo Antônio de Jesus - BA, zip code 44574-490, Brazil.

15  
16 **RESUMO**

17 Objetivou-se avaliar qualidade bacteriológica, parasitológica, física e química da  
18 água destinada para consumo humano numa comunidade da zona rural do  
19 Recôncavo da Bahia (Brasil), e os fatores relacionados a uma possível  
20 contaminação. As coletas foram realizadas em dois momentos: na estação  
21 chuvosa 9 agosto a setembro de 2015 (agosto a setembro de 2015 ) e da estação  
22 seca (abril de 2016). Foi avaliada a presença de coliformes totais, *Escherichia*  
23 *coli*; quantificadas bactérias heterotróficas; realizados os métodos parasitológicos  
24 de exame direto, Faust modificado; analisados pH, temperatura, oxigênio  
25 dissolvido, cor aparente, turbidez e salinidade; aplicada lista de verificação com  
26 questões referentes à fonte da água e seu armazenamento. Dos 53 domicílios,  
27 67,9 % estavam fora dos padrões bacteriológicos de potabilidade, 5,7 % fora dos  
28 padrões parasitológicos, 92,5 % fora dos padrões físicos e químicos e todas as

29 amostras estavam em desacordo os parâmetros permitidos e recomendados pela  
30 legislação brasileira. A origem da água ( $p = 0,002$ ), presença de reservatório no  
31 domicílio ( $p = 0,004$ ), destino de esgoto ( $p = 0,004$ ) e o tempo de limpeza do  
32 reservatório ( $p = 0,003$ ) tiveram relação direta com os resultados bacteriológicos.  
33 O consumo desta água representa um risco à saúde da população, podendo  
34 ocasionar surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos. Medidas efetivas de  
35 tratamento da água e corretivas no seu acesso devem ser tomadas para  
36 minimizar o risco à saúde humana.

37 **Palavras-chave:** Padrões de potabilidade, água subterrânea, microrganismos  
38 indicadores, água contaminada.

39

#### 40 **ABSTRACT**

41 This work aimed to evaluate the bacteriological, parasitological, physical and  
42 chemical quality of water intended for human consumption in a community in a  
43 rural area of *Recôncavo* of *Bahia* (Brazil), and the factors related to a possible  
44 contamination. Samples were collected at two different times: at rainy season  
45 (August to September 2015) and dry season (April 2016). The present work  
46 evaluated the presence of total coliforms, *Escherichia coli*; it quantified  
47 heterotrophic bacteria; it performed parasitological techniques for direct  
48 examination and modified Faust; it analyzed pH, temperature, dissolved oxygen,  
49 apparent color, turbidity and salinity; it applied a questionnaire regarding the water  
50 source and its storage. Out of the 53 households, 67.9 % were in disagreement  
51 with bacteriological standards of potability. 5.7 % in disagreement with  
52 parasitological standards, 92.5 % in disagreement with physical and chemical  
53 standards and all samples were in disagreement with the parameters allowed and  
54 recommended by the Brazilian legislation. The water source ( $p = 0.002$ ), presence  
55 of a household reservoir ( $p = 0.004$ ), sewage destination ( $p = 0.004$ ) and reservoir  
56 cleaning time ( $p = 0.003$ ) were directly related to the bacteriological results. The  
57 consumption of this water poses a risk to the population's health, and it could  
58 provoke outbreaks of foodborne illness. Effective water treatment and remedial  
59 measurements should be taken in order to minimize risks to human health.



60 **Keywords:** Potability standards, groundwater, indicator microorganisms,  
61 contaminated water.

62

## 63 1. Introdução

64 O acesso a água tratada é um direito humano básico (OMS, 2015). Toda  
65 água destinada ao consumo humano proveniente de fontes alternativas de  
66 abastecimento, independentemente da forma de acesso da população, está  
67 sujeita à vigilância da qualidade da água. Logo, a água potável destinada à  
68 ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal,  
69 independentemente da sua origem e deve atender aos padrões de potabilidade  
70 estabelecidos (Brasil, 2011).

71 A água pode ser contaminada na origem, durante a sua distribuição, bem  
72 como nos reservatórios domiciliares. Cerca de 10 % da população mundial não  
73 tem acesso à água potável e 35 % não têm acesso ao saneamento básico (OMS,  
74 2015). O Brasil possui as maiores reservas de água doce do mundo, todavia a  
75 sua distribuição é heterogênea por causa da extensão territorial e por muitas  
76 vezes devido à ausência de sistemas de tratamento de efluentes essa água é  
77 contaminada desde a fonte (Brasil, 2005; Rebouças; Braga; Tundisi, 2015).

78 As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) representam um importante  
79 problema de saúde pública no Brasil e no mundo e estão associadas aos mais  
80 diversos agentes etiológicos, como bactérias, vírus, helmintos e protozoários, os  
81 quais invadem o organismo humano por meio da água e/ou alimentos  
82 contaminados. Mesmo com índices elevados, a maioria dos casos de DTA não é  
83 notificada. Aproximadamente 80 % de doenças em países em desenvolvimento  
84 são causados por água não potável e saneamento precário (Brasil, 2010; 2016;  
85 OMS, 2015).

86 Considerando a escassez de estudos correlacionando os resultados  
87 microbiológicos com parasitológicos, físico e químicos, bem como a exiguidade da  
88 pesquisa dos possíveis fatores de contaminação e a relevância do estudo para  
89 subsidiar ações visando à melhoria da saúde e qualidade de vida da população

90 campesina, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade bacteriológica,  
91 parasitológica, física e química da água destinada para consumo humano em uma  
92 comunidade da zona rural do Recôncavo da Bahia, e averiguar os fatores  
93 relacionados uma possível contaminação.

94

## 95 **2. Material e Métodos**

96

### 97 **2.1. Coleta da água**

98 A pesquisa caracteriza-se como sendo um estudo descritivo e analítico do  
99 tipo transversal. A coleta foi realizada em 53 domicílios localizados em uma zona  
100 rural do município de Santo Antônio de Jesus - Bahia no período de agosto a  
101 setembro de 2015 (final da estação chuvosa) e repetidas em 34 domicílios em  
102 abril de 2016 (final da estação seca), totalizando 87 amostras. As amostras de  
103 água foram coletadas após o reservatório de água, sendo que a coleta foi  
104 realizada diretamente do local de armazenamento na ausência de torneiras.  
105 Aproximadamente 1,5 L de água foram coletadas, armazenadas em frascos de  
106 polietileno de primeiro uso. As amostras foram rotuladas, acondicionadas em  
107 caixas térmicas contendo gelo reciclável, mantidas em temperatura de  
108 refrigeração (+2° C a +8° C) e transportadas ao Laboratório de Microbiologia e  
109 Parasitologia do Núcleo de Segurança Alimentar e Nutricional (SANUTRI) do  
110 CCS/UFRB, as quais foram analisadas em um intervalo máximo de seis horas.  
111 Concomitante à coleta da água, foi aplicado uma lista de verificação baseada no  
112 Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) contendo 16  
113 questões referentes à fonte da água e ao seu armazenamento (Brasil, 2014).

114

### 115 **2.2. Análise bacteriológica**

116 Para a análise de coliformes totais e *Escherichia coli*, foi transferida uma  
117 alíquota de 100 mL da amostra para saco de primeiro uso estéril *Twirl'EM*  
118 (Labplas™), adicionada o reagente do *Readycult Coliforms 100* (Merck KGaA™)

119 e homogeneizado até o líofilo ser completamente dissolvido. As amostras foram  
120 incubadas em estufa bacteriológica a  $35\pm 1^\circ$  C por  $24\pm 2$  horas com posterior  
121 leitura. Todas as amostras positivas para *Escherichia coli* no teste da luz  
122 ultravioleta (366 nm) passaram pelo teste de indol com a adição do reagente de  
123 Kovacs (Laborclin®). Para a quantificação de bactérias heterotróficas, foi  
124 realizada inicialmente uma diluição de  $10^{-1}$  com solução salina a 0,9% de NaCl. 1  
125 mL da diluição foi inoculada na placa de Petrifilm *Aqua Heterotrophic Count Plate*  
126 (AQHC, 3M Company™). Após a completa solidificação do gel, as placas foram  
127 incubadas em estufa bacteriológica a  $36\pm 1^\circ$  C por  $44\pm 4$  horas. Os resultados  
128 foram expressos em log UFC/mL (APHA, 2012).

129

### 130 **2.3. Análise parasitológica**

131 Foram empregados os métodos de exame direto e método de Faust  
132 modificado para a pesquisa de formas parasitárias em água com leitura em  
133 triplicata. Considerou-se amostra positiva quando foi encontrada pelo menos uma  
134 forma parasitária em um dos métodos utilizados. No exame direto, 250 mL da  
135 amostra foram mantidas sob sedimentação espontânea por 24 horas em  
136 temperatura ambiente. O sedimento foi coletado, corado com lugol e visualizado  
137 sob microscopia óptica a 100x e 400x (Neves, et al., 2011; Teixeira et al., 2016).

138 No método de Faust modificado, foi retirada uma nova alíquota de 50 mL a  
139 partir da sedimentação espontânea da amostra total e centrifugada a 838 RCF por  
140 um minuto. O sobrenadante foi eliminado, o sedimento foi ressuspenso com 10  
141 mL de água destilada, com posterior centrifugação a 838 RCF por um minuto. O  
142 sobrenadante foi eliminado, o sedimento foi ressuspenso com 10 mL de solução  
143 de sulfato de zinco (densidade 1,18 g/mL) com nova centrifugação a 838 RCF por  
144 um minuto. A membrana formada na superfície do líquido foi removida com uma  
145 alça bacteriológica, corada com lugol e visualizado sob microscopia óptica a 100x  
146 e 400x (Neves, et al., 2011; Teixeira et al., 2016).

147

### 148 **2.4. Análise física e química**

149 As análises de pH, temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade foram  
150 realizadas em campo imediatamente após a coleta da água com o medidor  
151 multiparâmetro AK88 (AKSO®), utilizando uma alíquota aproximada de 100 mL. A  
152 análise de turbidez foi realizada em laboratório com turbidímetro de bancada  
153 microprocessado AP-2000 (PoliControl®) com comprimento de onda de 860nm e  
154 a análise de cor aparente foi realizada com o colorímetro visual DLNH-100  
155 (DelLab®) (APHA, 2012).

156

## 157 **2.5. Análise estatística**

158 Os dados foram processados e analisados pelo programa *Statistical*  
159 *Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 23 (*International Business*  
160 *Machines™*). Foi realizado o teste de normalidade dos dados (Kolmogorov-  
161 Smirnov) com todas as variáveis quantitativas. Foram realizadas estatísticas  
162 descritivas e analíticas como mediana, máxima e mínima, distribuição percentual,  
163 coeficiente de correlação de Spearman, teste de qui-quadrado de Pearson e  
164 análise de variância (ANOVA). O nível de significância adotado foi de 5% ( $p <$   
165 0,05).

166

## 167 **2.6. Aspectos éticos**

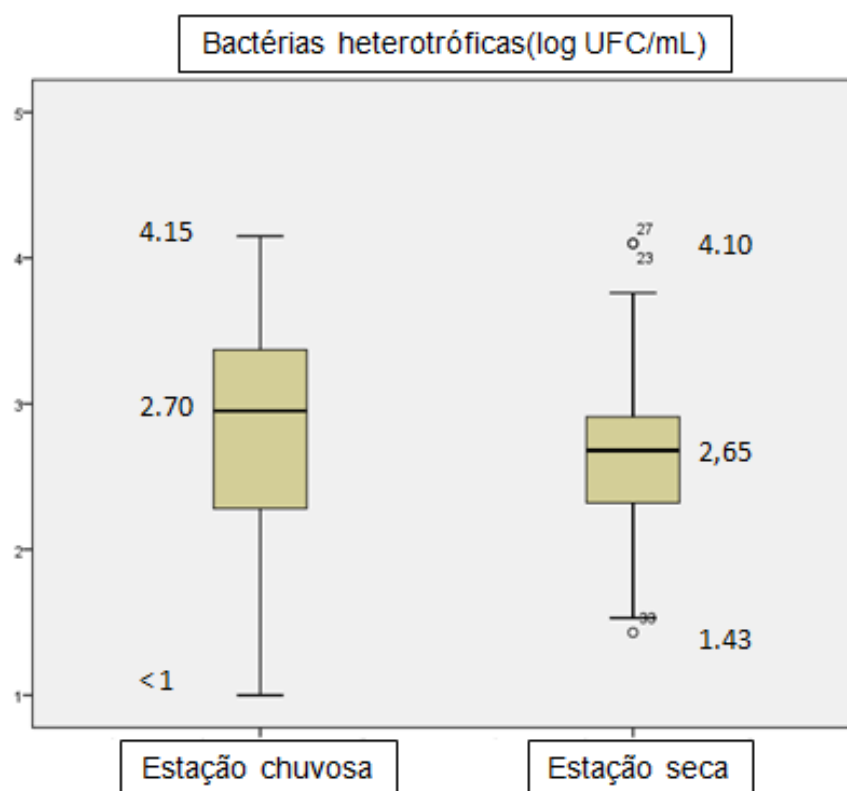
168 Este estudo foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa  
169 com Seres Humanos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
170 (CAAE: 04022312.0.0000.0056 - Parecer 1.167.637), conforme determina a  
171 Resolução 466/2012 (BRASIL, 2012). Os participantes foram informados dos  
172 objetivos do estudo e aqueles que concordaram foram convidados a assinarem o  
173 Termo Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

174

## 175 **3. Resultados**

176 Todas as residências possuíam a origem da água proveniente de solução  
 177 alternativa de abastecimento. As contagens de bactérias heterotróficas obtiveram  
 178 valores máximos de 4,15 e 4,10 log UFC/mL e valores mínimos de < 1 e 1,43  
 179 UFC/mL no final da estação chuvosa e no final da estação seca, respectivamente.  
 180 Não houve diferenças significativas entre o resultado de bactérias heterotróficas  
 181 para as duas coletas ( $p=0,071$ ) (Figura 1).

182



183

184

Fonte: Autoria própria

185 **Figura 1** – Quantificação de bactérias heterotróficas das amostras de água  
 186 destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município  
 187 de Santo Antônio de Jesus - Bahia, 2015-6.

188

189 A estação seca possuiu a maior proporção de amostras positivas com 88,2  
 190 % (n = 30) amostras positivas para coliformes totais e 70,6 % (n = 24) para  
 191 *Escherichia coli* (Tabela 1).

192 **Tabela 1** – Análise de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras de água  
 193 destinadas para o consumo humano coletadas em uma zona rural do município  
 194 de Santo Antônio de Jesus - Bahia, 2015-6.

	1ª coleta (N = 53) Estação chuvosa				2ª coleta (N=34) Estação seca			
	Positivo		Negativo		Positivo		Negativo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Coliformes totais</b>	45	84,9	8	15,1	30	88,2	4	11,8
<b><i>Escherichia coli</i></b>	36	67,9	17	32,1	24	70,6	10	29,4

195 N – população total; n – tamanho da amostra; % - percentual.

196

197 Na maioria das amostras (60,4 %; 76,5 %) não foram encontradas  
 198 estruturas parasitárias. Nas amostras positivas foram encontrados, em ordem  
 199 decrescente, cistos de protozoário não identificado, ácaro, protozoário flagelado,  
 200 cisto de *Giardia* spp. e *Endolimax nana* (Tabela 2).

201

202 **Tabela 2** - Avaliação parasitológica das amostras de água destinadas para o  
 203 consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de  
 204 Jesus - Bahia, 2015-6.

Análise parasitológica	1ª coleta Estação chuvosa N = 53		2ª coleta Estação seca N = 34	
	Número de achados*			
	n	%	n	%
<b>Negativo</b>	32	60,4	26	76,5
<b>Cisto de <i>Giardia</i> spp.</b>	3	5,7	0	0
<b><i>Endolimax nana</i></b>	2	3,8	0	0
<b>Cisto de protozoário não identificado</b>	15	28,3	3	8,8

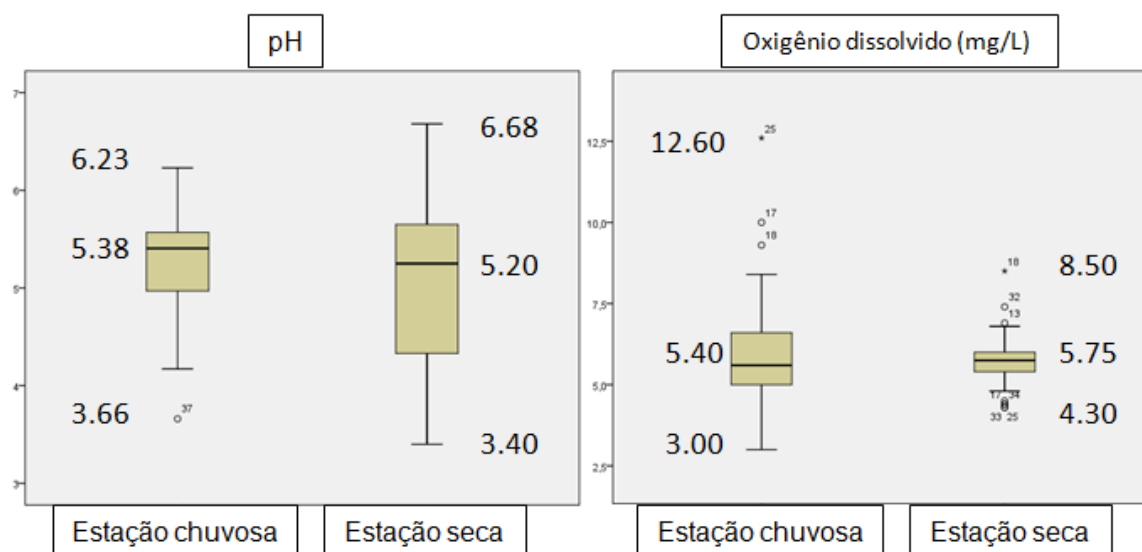
<b>Protozoário flagelado</b>	4	7,6	0	0
<b>Ácaro</b>	0	0	5	14,7

205 N – tamanho da população n – tamanho da amostra; % - percentual; \* - Em uma  
206 amostra positiva pode ter sido encontrado um ou mais protozoários.

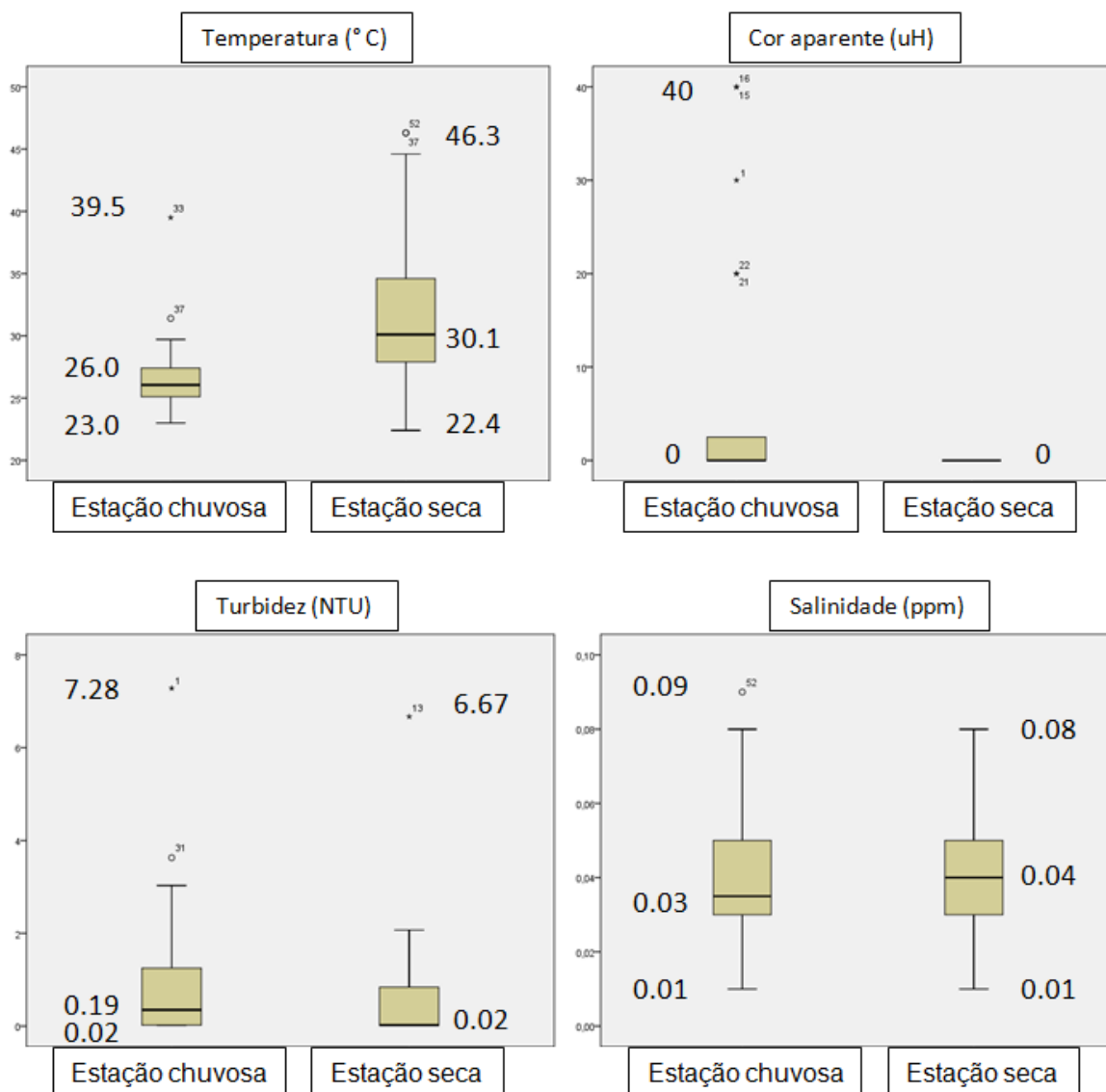
207

208 Dos parâmetros físicos e químicos analisados, não houve diferença  
209 significativa entre as médias das duas coletas dos parâmetros pH ( $p=0,338$ ) e  
210 oxigênio dissolvido ( $p=0,859$ ). Todavia, houve diferenças significativas entre as  
211 médias de temperatura ( $p=0,034$ ), turbidez ( $p=0,002$ ) e salinidade ( $p=0,015$ ). Não  
212 foi possível realizar análise estatística no parâmetro cor, pois a segunda coleta é  
213 uma constante, apresentando todos os valores zerados. Porém houve uma  
214 redução desse parâmetro entre a estação chuvosa e a estação seca (Figura 2).

215



216  
217

218  
219220  
221  
222

223

Fonte: Autoria própria

224 **Figura 2** - Avaliação física e química das amostras de água destinadas para o  
 225 consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de  
 226 Jesus - Bahia, 2015-6.

227

228 A Portaria MS 2914/2011 subdivide os valores máximos de potabilidade de  
 229 água entre permitidos e recomendados. Se uma amostra estiver fora dos padrões  
 230 recomendados, não significa que ela está imprópria para consumo humano,  
 231 porém deve ser investigada e corrigida a causa do problema. Contagem de



232 bactérias heterotróficas, coliformes totais e pH possuem valores máximos  
 233 recomendados, por sua vez a presença de *Escherichia coli*, *Giardia* spp. ou  
 234 *Cryptosporidium* spp., turbidez e cor aparente possuem valores máximos  
 235 permitidos. Na estação chuvosa, 32,1 % (n = 17) das amostras estavam em  
 236 conformidade segundo os parâmetros permitidos, todavia, nenhuma amostra  
 237 estava classificada em acordo com os parâmetros permitidos e recomendados.  
 238 Na estação seca, 29,4 % (n = 10) amostras estavam em conformidade segundo  
 239 os parâmetros permitidos e apenas uma amostra (2,9%) estava classificada em  
 240 acordo com os parâmetros permitidos e recomendados (Tabela 3).

241

242 **Tabela 3** – Distribuição da conformidade das amostras de água destinadas para o  
 243 consumo humano coletadas em uma zona rural do município de Santo Antônio de  
 244 Jesus-Bahia no ano de 2015-6, segundo a Portaria MS 2914/2011.

1ª coleta (N=53) Estação chuvosa		Conforme		Não conforme	
Parâmetro	Padrão de referência	n	%	n	%
<b>Bactérias heterotróficas (log UFC/mL)</b>	≤ 2,7 <sup>x</sup>	27	51	26	49
<b>Coliformes totais</b>	Ausência em 100 mL <sup>x</sup>	8	15,1	45	84,9
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Ausência em 100 mL <sup>y</sup>	17	32,1	36	67,9
<b>Presença de <i>Giardia</i> spp. ou <i>Cryptosporidium</i> spp.</b>	Ausência em 100 mL <sup>y</sup>	50	94,3	3	5,7
<b>pH</b>	Entre 6,0 e 9,5 <sup>x</sup>	4	7,5	49	92,5
<b>Cor aparente (uH)</b>	≤ 15 <sup>y</sup>	47	88,7	6	11,3
<b>Turbidez (NTU)</b>	≤ 5 <sup>y</sup>	51	96,2	2	3,8
<b>Todos os parâmetros permitidos</b>	-	17	32,1	36	67,9
<b>Todos os parâmetros permitidos e recomendados</b>	e -	0	0	53	100

2ª coleta (N=34) Estação seca		Conforme		Não conforme	
Parâmetro	Padrão de referência	n	%	n	%
<b>Bactérias heterotróficas (log UFC/mL)</b>	≤ 2,7 <sup>x</sup>	19	55,9	15	44,1
<b>Coliformes totais</b>	Ausência em 100 mL <sup>x</sup>	4	11,8	30	88,2
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Ausência em 100 mL <sup>y</sup>	10	29,4	24	70,6
<b>Presença de <i>Giardia</i> spp. ou <i>Cryptosporidium</i> spp.</b>	Ausência em 100 mL <sup>y</sup>	34	100	0	0
<b>pH</b>	Entre 6,0 e 9,5 <sup>x</sup>	4	11,8	30	88,2
<b>Cor aparente (uH)</b>	≤ 15 <sup>y</sup>	34	100	0	0
<b>Turbidez (NTU)</b>	≤ 5 <sup>y</sup>	33	97,1	1	2,9
<b>Todos os parâmetros permitidos</b>	-	10	29,4	24	70,6
<b>Todos os parâmetros permitidos e recomendados</b>	-	1	2,9	33	97,1

245 x – Valores recomendados; y–Valores permitidos; N – tamanho da população; n –  
246 tamanho da amostra; % - percentual.

247

248 Os resultados do coeficiente de correlação de Spearman entre as análises  
249 bacteriológicas, físicas e químicas demonstraram uma correlação fraca,  
250 diretamente proporcional e significativa entre oxigênio dissolvido em relação ao  
251 resultado da estação chuvosa ( $p = 0,040$ ); uma correlação moderada, diretamente  
252 proporcional e significativa entre cor aparente, turbidez em relação ao resultado  
253 da estação chuvosa ( $p = 0,000$ ); e uma correlação fraca, inversamente  
254 proporcional e significativa entre pH em relação ao resultado da estação seca ( $p =$   
255  $0,030$ ) (Tabela 4).

256

257 **Tabela 4** – Coeficiente de correlação de Spearman entre as análises  
 258 bacteriológicas, físicas e químicas.

	<b>Bactérias heterotróficas</b>	
	<b>1ª coleta Estação chuvosa</b>	<b>2ª coleta Estação seca</b>
<b>pH</b>	0,134	-0,372 <sup>a</sup>
<b>Oxigênio dissolvido</b>	0,283 <sup>a</sup>	0,018
<b>Temperatura</b>	0,210	0,102
<b>Cor aparente</b>	0,548 <sup>b</sup>	*
<b>Turbidez</b>	0,554 <sup>b</sup>	0,255
<b>Salinidade</b>	-0,108	-0,307

259 a – A correlação é significativa a nível 0,05; b - A correlação é significativa a nível  
 260 0,01; \* - constante.

261

262 Os resultados do exame parasitológico possuíam diferenças  
 263 estatisticamente significantes entre os resultados da análise de bactérias  
 264 heterotróficas ( $p=0,012$ ), com um maior proporção de resultados parasitológicos  
 265 negativos em amostras fora dos padrões estabelecidos para bactérias  
 266 heterotróficas. As demais variáveis são independentes.

267

268 **Tabela 5** - Distribuição percentual das análises bacteriológicas segundo os  
 269 resultados do exame parasitológico.

		<b>Parasitológico</b>		
		<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Valor de p<sup>1</sup></b>
<b><i>Escherichia coli</i></b>	<b>Conforme (%)</b>	20,7	48,3	0,261

	<b>Não conforme (%)</b>	5,7	25,3	
<b>Coliformes totais</b>	<b>Conforme (%)</b>	24,1	62,1	0,408
	<b>Não conforme (%)</b>	2,3	11,5	
<b>Bactérias heterotróficas</b>	<b>Conforme (%)</b>	18,4	28,7	0,012 <sup>a</sup>
	<b>Não conforme (%)</b>	8,0	44,9	

270 1 – Valor de p do teste de qui-quadrado de Pearson; a – Diferenças  
 271 estatisticamente significante ( $p < 0,05$ ); % - percentual.

272

273 Os resultados de *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas possuíam  
 274 diferenças estatisticamente significativas entre as distribuições das variáveis  
 275 origem da água ( $p = 0,01$ ;  $p = 0,002$ ), construção da fonte ( $p = 0,02$ ;  $p = 0,01$ ). Por  
 276 sua vez, apenas os resultados de bactérias heterotróficas possuíam diferenças  
 277 estatisticamente significativas entre as distribuições das variáveis aberturas ou  
 278 rachaduras na fonte de água ( $p = 0,001$ ), destino de esgoto em relação à fonte de  
 279 água ( $p = 0,004$ ), tempo de limpeza do reservatório de água ( $p = 0,003$ ) e  
 280 presença de reservatório de água no domicílio ( $p = 0,004$ ) (Tabela 6).

281

282 **Tabela 6**–Distribuição percentual das análises de *Escherichia coli* e bactérias  
 283 heterotróficas segundo os resultados da lista de verificação.

Variável	<i>Escherichia coli</i>			Bactérias heterotróficas		
	Conforme (%)	Não conforme (%)	Valor de p <sup>1</sup>	Conforme (%)	Não conforme (%)	Valor de p <sup>1</sup>
<b>Origem da água</b>						
<b>Poço raso</b>	12,5	51,7	0,01 <sup>a</sup>	25,3	38,0	0,002 <sup>a</sup>
<b>Poço semi-artesiano</b>	29,6	17,2		27,5	9,2	

<b>Construção da fonte</b>						
<b>Morador</b>	13,8	54	0,02 <sup>a</sup>	27,6	40,2	0,01 <sup>a</sup>
<b>Governo</b>	17,2	15		25,3	6,9	
<b>Aberturas ou rachaduras na fonte de água</b>						
<b>Possui</b>	11,5	31,0	0,487	11,5	31,0	0,001 <sup>a</sup>
<b>Não possui</b>	19,5	38		41,4	16,1	
<b>Destino do esgoto em relação à fonte de água</b>						
<b>Acima</b>	11,5	48,3	0,004 <sup>a</sup>	24,1	35,6	0,004 <sup>a</sup>
<b>Mesmo nível</b>	19,5	0,7		28,7	11,6	
<b>Tempo de limpeza do reservatório de água</b>						
<b>Inferior a seis meses</b>	17,2	28,7	0,229	32,1	13,8	0,003 <sup>a</sup>
<b>Superior a seis meses</b>	13,8	40,3		20,7	33,4	
<b>Reservatório de água no domicílio</b>						
<b>Possui</b>	18,4	34,5	0,423	35,7	17,2	0,004 <sup>a</sup>
<b>Não possui</b>	12,6	34,5		17,2	29,9	

284 1 – Valor de p do teste de qui-quadrado de Pearson; a – Diferenças  
 285 estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ); % - percentual.

286

#### 287 4. Discussão

288 Todos os domicílios estudados possuíam soluções alternativas de  
 289 abastecimento de água, seja ela de modo individual ou coletivo,  
 290 consequentemente, faz-se necessário o controle e a vigilância da qualidade da  
 291 água por parte da Secretaria de Saúde do Município (Brasil, 2011).

292 Foi encontrado elevado percentual de amostras impróprias (67,9 %) e não  
 293 recomendadas (99 %) para o consumo humano. Algumas amostras chegaram a  
 294 ter 28 vezes (4,15 log UFC/mL) os valores máximos recomendados para bactérias  
 295 heterotróficas (2,70 log UFC/mL). Observou-se que 51 % das amostras estavam  
 296 acima desse padrão de referência na primeira coleta e 44,1 % na segunda coleta.

297 Bactérias heterotróficas constituem-se em um indicador indireto de  
298 segurança da água, não identificando os microrganismos, os quais podem ser  
299 patogênicos ou da microbiota da água. A sua contagem elevada pode indicar a  
300 colonização bacteriana, ineficácia do tratamento da água e até mesmo formação  
301 de biofilmes no sistema de distribuição, a partir da presença de matéria orgânica  
302 na água (Ganesh, et al., 2010; Bargellinia et al., 2011; Chowdhury, 2012).

303 Alterações repentinas ou valores acima dos padrões de potabilidade devem  
304 ser investigados para identificação de irregularidade e medidas devem ser  
305 adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição como  
306 a manutenção teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L (Brasil, 2011).

307 A Portaria MS 2914/2011 recomenda ausência de coliformes totais e  
308 determina ausência de *Escherichia coli* em 100 mL de água. O grupo de  
309 coliformes totais engloba bactérias de origem tanto entérica quanto de origem não  
310 entérica, portanto esse parâmetro não é considerado um bom indicador sanitário  
311 da água destinada ao consumo humano, tampouco da água bruta, ou seja, a  
312 presença dessas bactérias na água bruta não indica que essa é imprópria para  
313 consumo (Cabral, 2010).

314 Com o objetivo de diferenciar os coliformes de origem entérica dos totais,  
315 utiliza-se a característica de termotolerância dos coliformes de origem entérica.  
316 *Escherichia coli* é considerado o principal coliforme termotolerante, sendo um  
317 indicador sanitário ideal na análise bacteriológica da água, pois a sua presença  
318 indica que ocorreu uma contaminação de origem fecal e, conseqüentemente,  
319 existe o risco potencial da presença de outros microrganismos de origem entérica,  
320 incluindo patogênicos (Cabral, 2010; Brunkard et al., 2011). Diversas linhagens de  
321 *Escherichia coli* são comprovadamente patogênicas para o homem. Podem  
322 possuir genes de virulência, que estão envolvidos na colonização, adesão e  
323 invasão do hospedeiro; processos patogênicos teciduais e mecanismos de  
324 evasão (Mainil, 2013).

325 Foram identificadas estruturas parasitárias de protozoários em 33,3 % das  
326 amostras totais. Dos quais, três amostras contaminadas por um protozoário  
327 patogênico (*Giardia* spp.), duas por um protozoário comensal (*Endolimax nana*).

328 *Giardia duodenalis*, protozoário causador da giardíase, pode levar a  
329 síndrome diarréica, porém a maioria dos casos é oligossintomático ou  
330 assintomático. No Brasil, mesmo com a alta prevalência (12,4 % – 50 %), são  
331 escassos as pesquisas desse protozoário em fontes alternativas de  
332 abastecimento. A sua principal forma de transmissão ocorre pela ingestão de  
333 água contaminada por cistos. Aglomerados populacionais sem saneamento  
334 básico e preparo sanitário tendem a aumentar a disseminação desse patógeno.  
335 Mesmo com o tratamento, ainda é possível encontrar os cistos na água devido a  
336 sua resistência à cloração, filtração e aumento de temperatura (Fregonesi et al.,  
337 2012; Santana et al., 2014).

338 Assim como *Giardia* spp., o protozoário *Endolimax nana* apresenta  
339 contaminação fecal-oral por meio de alimentos ou água porém não é patogênica  
340 para o ser humano e pode ser eliminado pelo tratamento convencional da água  
341 (Poulsen; Stensvold, 2016). A presença de parasitos comensais na água, devido  
342 ao seu ciclo de vida, pode ser utilizada como indicador de contaminação fecal,  
343 assim como *Escherichia coli* (Xavier et al., 2011; Poma et al., 2012).

344 Protozoários de vida livre e bactérias heterotróficas estão submetidos a  
345 relações interespecíficas desarmônica de predatismo e competição interespecífica  
346 (Ricklefs; Relyea, 2016). Este fato pode estar relacionado ao maior número de  
347 amostras com quantificações de bactérias heterotróficas elevadas quando o  
348 resultado do exame parasitológico apresentava-se negativo.

349 Devido à falta ou a ineficiência dos sistemas de captação de esgoto, a  
350 água pode se tornar veículo e fonte de doenças ao transportar agentes  
351 patogênicos. Geralmente, prevalecem altos níveis de parasitoses e casos de DTA  
352 onde as condições socioeconômicas da população são mais precárias. Estratos  
353 populacionais menos favorecidos são mais afetados pela contaminação alimentar  
354 devido à dificuldade ou a falta de acesso a saneamento básico, água tratada,  
355 educação e alimentos seguros (Andrade et al., 2010).

356 Com relação aos parâmetros físicos e químicos, a cor aparente possuiu o  
357 maior desvio padrão devido à amplitude dos seus resultados. Como a maioria das  
358 águas era proveniente de poços rasos e esta não passava por tratamento de

359 filtragem, a turbidez interferiu nos valores, ampliando-os por conta das partículas  
360 em suspensão, desta forma, não demonstrando a cor real das amostras. Todavia,  
361 a Portaria MS 2914/2011 estabelece como padrão organoléptico de potabilidade a  
362 cor aparente no lugar da real, com valor máximo de 15 uH (Scorsafava et al.,  
363 2010; Daneluz; Tessaro, 2015).

364 A turbidez foi o parâmetro que possuiu maior número de amostras  
365 conformes (96,2 % e 97,1 %). Esses valores são reflexos da baixa presença de  
366 sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas e de detritos orgânicos.  
367 Valores elevados podem estar relacionados à presença de metais na água, como  
368 ferro, proveniente do próprio solo ou das condições precárias das bombas e  
369 encanamento (IAL, 2004; Satake et al., 2012; Daneluz; Tessaro, 2015).

370 O pH foi o parâmetro com menor número de amostras (7,5 % e 11,8 %)  
371 dentro do intervalo de valores recomendados (6,0 a 9,5), voltando-se para pH  
372 mais ácido. Temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido não estão descritos  
373 como padrões de potabilidade na Portaria MS 2914/2011, todavia, possuem  
374 relação direta com a multiplicação bacteriana. A diminuição dos níveis de oxigênio  
375 dissolvido está relacionada com decomposição de matéria orgânica (Araujo et al.,  
376 2011; Brasil, 2011). O oxigênio dissolvido atingiu níveis máximos de 15,40 mg/L e  
377 mínimos de 3 mg/L. As temperaturas registradas estiveram dentro dos padrões  
378 para microrganismos mesófilos (mínima de 23,0 °C e máxima de 39,5 °C). A  
379 salinidade se manteve com valores baixos com valores mínimos de 0,01 ppm e  
380 máximos de 0,08 ppm.

381 A temperatura obteve valores médios significativamente maiores na  
382 estação seca. Contudo, turbidez e salinidade obtiveram valores médios  
383 significativamente menores na estação seca. Isso pode ser explicado pela  
384 existência de aberturas ou rachaduras na maioria dos poços rasos, de forma que  
385 a água das chuvas conduz solo e matéria orgânica até os poços que são  
386 localizados em abismos, aumentando a quantidade de partículas orgânicas e  
387 inorgânicas em suspensão. Em consequência ao aumento da matéria orgânica no  
388 meio, há um aumento de bactérias heterotróficas por eles serem organismos  
389 quimiotróficos, heterotróficos e organotróficos.



390 Resultados bacteriológicos, parasitológicos, físicos e químicos semelhantes  
391 foram encontrados em outros estudos com água proveniente de poços rasos e  
392 semi-artesianos em regiões rurais do Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais e  
393 diversas cidades do estado de São Paulo. Os estudos possuem pequenas  
394 variações nas quantificações dos padrões de potabilidade, todavia os resultados  
395 são unânimes, ao demonstrar que a maioria das amostras estavam impróprias  
396 para o consumo humano (Dias et al., 2008; Menezes et al., 2009; Scorsafava et  
397 al., 2010; Araujo et al., 2011; Daneluz; Tessaro, 2015; Satake et al., 2012).

398 O oxigênio dissolvido na água será consumido pelas bactérias  
399 heterotróficas a partir do processo de respiração aeróbica. A partir desse  
400 consumo, os níveis de oxigênios caem e conseqüentemente haverá uma maior  
401 presença de bactérias aeróbicas facultativas e anaeróbicas (Santos; Kolm;  
402 Sautter, 2008). Microrganismos são sensíveis as mudanças de pH, uma vez que  
403 o pH ótimo oscila entre 6,5 e 7,5 para a maioria das bactérias, desta forma,  
404 valores mais baixos podem inibir ou retardar a multiplicação bacteriana (Machado;  
405 Augusto; Martins, 2012; Daneluz; Tessaro, 2015).

406 A partir da comparação das análises bacteriológicas com a lista de  
407 verificação, foi possível identificar que os resultados de *Escherichia coli* e  
408 bactérias heterotróficas possuíam diferenças significativas entre diversas  
409 distribuições das variáveis.

410 A água oriunda de poços rasos, fontes construídas pelo próprio morador, o  
411 destino do esgoto acima do nível da fonte de água possuíam maiores  
412 distribuições percentuais de amostras não conformes com relação às análises de  
413 *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas.

414 Os resultados de bactérias heterotróficas também possuíam diferenças  
415 significativas entre as variáveis, no qual a presença de aberturas ou rachaduras  
416 na fonte de água, o tempo de limpeza do reservatório superior a seis meses e a  
417 ausência de reservatório no domicílio possuíam maiores distribuições de  
418 amostras não conformes. Não foram identificadas relações entre as demais  
419 variáveis, sendo assim independentes.

420 A FUNASA recomenda uma distância mínima de 15 metros entre os poços  
421 e a fossa séptica, sendo que o destino do esgoto não deve estar no mesmo nível  
422 ou acima da fonte de água (Brasil, 2006). Da mesma forma, recomenda-se o  
423 posicionamento de criadouros de animais distantes das fontes (> 45 metros),  
424 tanto o reservatório quanto a fonte de água devem estar sempre cobertos com  
425 tampa, bem como deve ser realizado a limpeza do reservatório com um intervalo  
426 máximo de seis meses (Brasil, 2006; Capp et al., 2012; Scalize et al., 2014).

427

## 428 **5. Conclusão**

429 Em síntese, o estudo realizado a partir de análises bacteriológicas,  
430 parasitológicas, físicas, químicas, associados à lista de verificação aponta para a  
431 não conformidade de todas as amostras do ponto de vista bacteriológico, físico e  
432 químico, considerando a Portaria MS 2914/2011. Desta forma, o consumo desta  
433 água representa um risco à saúde da população daquela área, podendo levar ao  
434 acometimento de DTA.

435 Considerando que essa comunidade da zona rural é desprovida de  
436 abastecimento de água tratada pela companhia de águas e saneamento do  
437 Estado, medidas alternativas e efetivas de tratamento da água devem ser  
438 tomadas, como a filtração para a correção dos parâmetros físicos, químicos  
439 bacteriológicos e parasitológicos; bem como a cloração ou até mesmo o uso de  
440 sistema de desinfecção solar da água (SODIS) para a eliminação de  
441 microrganismos patogênicos.

442 Do mesmo modo que medidas corretivas, como presença de reservatório  
443 de água no domicílio, proteção contra animais na fonte de água, eliminação de  
444 fossas sépticas e de criadouros de animais nas proximidades da fonte, podem  
445 minimizar esse risco e garantir a saúde da comunidade.

446 Assim como, faz-se necessário o aumento da presença do Estado com a  
447 vigilância e o controle da qualidade da água para o consumo humano. Ações de  
448 educação sanitária, avaliação regular dos padrões de potabilidade dos poços e  
449 domicílios; correção das falhas detectadas relativas à qualidade do abastecimento  
450 e a manutenção da articulação entre as Secretarias de Saúde dos municípios,

451 estados e União são medidas que podem ser tomadas para reverter a atual  
452 situação.

453

#### 454 **Agradecimentos:**

455 Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de  
456 Nível Superior (CAPES), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e  
457 pelos integrantes do Grupo de Estudos em Parasitologia Humana (GEPaH).

458

#### 459 **Referências**

460

461 Adolfo Lutz Institute (IAL), 2004. Physical-Chemical Methods for Food Analysis  
462 (Portuguese). IAL, São Paulo, SP.

463 American Public Health Association, 2012. Standard methods for the examination  
464 of water and wastewater. APHA, Washington, D.C.

465 Andrade, E.C., Leite, I.C.G., Rodrigues, V.O., Cesca, M.G., 2010. Intestinal  
466 parasites: A review of their social, epidemiological, clinical and therapeutic aspects  
467 (Portuguese). Revista de APS 13, 231-240.

468 Araújo, G.F.R., Alves, R.I.S., Tonani, K.A.A., Ragazzi, M.F., Julião, F.C., Sampaio,  
469 C.F., Cardoso, O.O., Segura- Muñoz, S.I., 2011. Microbiological and physical-  
470 chemical quality of water for human consumption and the relationships with health:  
471 study in an agricultural community in state São Paulo. O Mundo da Saúde 35, 98-  
472 104.

473 Bargellinia, A., Marchesia, I., Righia, E., Ferraria, A., Cencettib, S., Borellaa, P.,  
474 Rovestia, S., 2011. Parameters predictive of *Legionella* contamination in hot water  
475 systems: Association with trace elements and heterotrophic plate counts. Water  
476 Research 45, 2315–2321.

- 477 Brazil. National Health Council, 2012. Resolution nº 466, 12 of december of  
478 2012(Portuguese).
- 479 Brazil. General Coordination of Communicable Diseases, 2016. Epidemiological  
480 Surveillance of Foodborne Diseases (VE-DTA) (Portuguese). Available at:  
481 [http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/10/Apresenta----o-dados-](http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/10/Apresenta----o-dados-gerais-DTA-2016.pdf)  
482 [gerais-DTA-2016.pdf](http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/10/Apresenta----o-dados-gerais-DTA-2016.pdf) Accessed 02 Jan 2017.
- 483 Brazil. National Health Foundation (FUNASA), 2006. Manual of sanitation  
484 (Portuguese). FUNASA, Brasília, DF.
- 485 Brazil. Ministry of Health, 2010. Integrated Handbook of Surveillance, Prevention  
486 and Control of Foodborne Diseases (Portuguese). Publisher of the Ministry of  
487 Health, Brasília, DF.
- 488 Brazil. Ministry of Health, 2011. Ordinance Nº 2.914, 12 of december of  
489 2011(Portuguese).
- 490 Brazil. Ministry of the Environment, 2005. Water Resource Books: Availability and  
491 demands of water resources in Brazil (Portuguese). ANA, Brasília, DF.
- 492 Brunkard, J.M., Ailes, E., Roberts, V.A., Hill, V., Hilborn, E.D., Craun, G.F.,  
493 Rajasingham, A., Kahler, A., Garrison, L., Hicks, L., Carpenter, J., Wade, T.J.,  
494 Beach, M.J., Yoder, J.S., 2011. Surveillance for Waterborne Disease Outbreaks  
495 Associated with Drinking Water - United States, 2007-2008. Surveillance  
496 Summaries 60, 38-68.
- 497 Cabral, J.P.S., 2010. Water Microbiology: Bacterial Pathogens and Water. Int J  
498 Environ Res Public Health 7, 3657-3703.
- 499 Capp ,N., Ayach, L.R., Santos, T.M.B., Guimarães, S.T.L., 2012. Water quality  
500 and contamination factors of shallow wells in the urban area of Anastácio (MS)  
501 (Portuguese) Geografia Ensino & Pesquisa 16, 77-91.
- 502 Chowdhury, S., 2012. Heterotrophic bacteria in drinking water distribution system:  
503 a review. Environ Monit Assess 184, 6087-6137.

- 504 Daneluz, D., Tessaro, D., 2015. Physical-chemical and microbiological pattern of  
505 water from springs and shallow wells of rural properties in the southwest region of  
506 Paraná (Portuguese). *Arq Inst Bio* 82, 1-5.
- 507 Dias, G.M.F., Bevilacqua, P.D., Bastos, R.K.X., Oliveira, A.A., Campos, G.M.M.,  
508 2008. *Giardia* spp. and *Cryptosporidium* spp. in a fresh water supply source  
509 contaminated with human and animal excreta and waste water. *Arq Bras Med Vet*  
510 e *Zootec* 60, 1291-1300.
- 511 Fregonesi, B.M., Sampaio, C.F., Ragazzi, M.F., Tonani, K.A.A., Segura-Muñoz,  
512 S.I., 2012. *Cryptosporidium* and *Giardia*: challenges in public water supplies. *Rev*  
513 *O Mundo da Saúde* 36, 602-609.
- 514 Ganesh, E.A., Das, S., Chandrasekar, K., Arun, G., Balamurugan, S., 2010.  
515 Monitoring of Total Heterotrophic Bacteria and *Vibrio* spp. in an Aquaculture Pond.  
516 *Curr Res J Biol Sci* 2, 48-52.
- 517 Mainil, J., 2013. *Escherichia coli* virulence factors. *Vet Immunol Immunopathol*  
518 152, 2-12.
- 519 Machado, R.P., Augusto, R.S., Martins, A.O., 2012. Chemical analysis of water  
520 from springs in the cities of Avaré and Cerqueira César, São Paulo (Portuguese).  
521 *Rev Eletrônica de Educação e Ciência* 2, 40-44.
- 522 Menezes, J.M., Prado, R.B., Silva-Júnior, G.C., Mansur, K.L., Oliveira, E.S., 2009.  
523 Water quality and its spatial relation with sources of natural and human  
524 contamination: São Domingos river basin, Rio de Janeiro state, Brazil. *Eng Agríc*  
525 29, 687-698.
- 526 Neves, D.P., Melo, A.L., Linardi, P.M., Vitor, R.W.A., 2011. Human Parasitology  
527 (Portuguese). Atheneu, São Paulo, SP.
- 528 Poma, H.R., Cacciabue, D.G., Garcé, B., Gonzo, E.E., Raja, V.B., 2012. Towards  
529 a rational strategy for monitoring of microbiological quality of ambient waters.  
530 *Science of The Total Environment* 433, 98-109.

- 531 Poulsen, C.S., Stensvold, C.R., 2016. Systematic review on *Endolimax nana*: A  
532 less well studied intestinal ameba. Trop Parasitol 6, 8-29.
- 533 Rebouças, A.C., Braga, B., Tundisi, J.G., 2015. Fresh water in Brazil - ecological  
534 capital, use and conservation (Portuguese). Escrituras, São Paulo, SP.
- 535 Ricklefs, R.E., Relyea, R., 2016. The Economy of Nature (Portuguese). Editora  
536 Guanabara Koogan, São Paulo, SP.
- 537 Santana, L.A., Vitorino, R.R., Antonio, V.E., Moreira, T.R., Gomes, A.P., 2014.  
538 Update on giardiasis(Portuguese). J Bras Med 102, 7-10.
- 539 Santos, P.R.N.M., Kolm, H.E., Sautter, K.D., 2008 Bacteria in sediments of the  
540 inter-tidal region of Guaratuba Bay, Paraná, Brazil (Portuguese). Braz J Aquat Sci  
541 Technol 12, 9-17.
- 542 Satake, F.M., Assunção, A.W.A., Lopes, L.G., Amaral, L.A., 2012. Water quality in  
543 rural properties located in the hydrographic basin of the Rico stream, Jaboticabal-  
544 SP (Portuguese). Ars Vet 28, 48-55.
- 545 Scalize, P.S., Barros, E.F.S., Soares, L.A., Hora, K.E.R., Ferreira, N.C.,  
546 Fernandes, L.R., 2014. Evaluation of water quality for supply in the agrarian  
547 reform settlement Canudos, State of Goiás (Portuguese). Rev Ambiente & Água 9,  
548 696-707.
- 549 Scorsafava, M.A., Souza, A., Stofer, M., Nunes, C.A., Milanez, T.V., 2010.  
550 Physico-chemical assessment of the water quality of wells and mines intended for  
551 human consumption (Portuguese). Rev Inst Adolfo Lutz 69, 229-232.
- 552 Teixeira, A.D.S., Pulz, E., Silva, B.C.R., Irazusta, S.P., Teixeira, E.P., 2016.  
553 Evaluation of rainwater quality for domestic use(Portuguese). Rev Eletrônica de  
554 Tecnologia e Cultura 18,15-23.
- 555 World Health Organization (WHO), 2015. Millennium Development Goal drinking  
556 water target met. Available at:  
557 [http://www.unicef.org/publications/files/Progress\\_on\\_Sanitation\\_and\\_Drinking\\_Wa  
558 ter\\_2015\\_Update\\_.pdf](http://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf) Accessed 15 Dec 2016.

559 Xavier, R.P., Siqueira, L.P., Vital, F.A.C., Rocha, F.J.S., Irmão, J.I., Calazans,  
560 G.M.T., 2011. Microbiological quality of drinking rainwater in the inland region of  
561 Pajeú, Pernambuco, Northeast Brazil. Rev do Instituto de Medicina Tropical de  
562 São Paulo 53, 121-124.

---

## **CAPÍTULO 3**

**Emprego de diodo emissor de luz a 450 nm para tratamento *in vitro* de água destinada ao consumo humano**

---



1 **Emprego de diodo emissor de luz a 450 nm para tratamento *in vitro* de água**  
2 **destinada ao consumo humano**

3

4 Felipe Silva de Miranda, Juciene de Jesus Barreto da Silva, Ana Lúcia Moreno  
5 Amor, Isabella de Matos Mendes da Silva

6

7 Health Science Center, Federal University do Recôncavo of Bahia, Santo Antônio  
8 de Jesus, BA, Brazil. Avenida Carlos Amaral, 1015 - Cajueiro, Santo Antônio de  
9 Jesus - BA, Zip code 44574-490, Brazil.

10 **Corresponding author:** Felipe Silva de Miranda. E-mail address:  
11 felipemiranda2004@hotmail.com . Health Science Center, Federal University do  
12 Recôncavo of Bahia, Santo Antônio de Jesus, BA, Brazil. Avenida Carlos Amaral,  
13 1015 - Cajueiro, Santo Antônio de Jesus - BA, zip code 44574-490, Brazil.

14

15 **RESUMO**

16 Objetivou-se avaliar o efeito antimicrobiano *in vitro* da exposição à luz (450 nm)  
17 na água bruta destinada ao consumo humano, bem como foi investigada a  
18 relação dos resultados com parâmetros físicos e químicos. Foram coletadas 15  
19 amostras de água bruta em domicílios da zona rural de Santo Antônio de Jesus –  
20 Bahia (Brasil) no período de novembro e dezembro de 2016. Uma alíquota de 100  
21 mL de cada amostra foi exposta a um sistema de iluminação composto por dois  
22 diodos emissor de luz de alta intensidade (10 W cada), com comprimento de onda  
23 de 450 nm e fluxo luminoso de 200 lúmens por 10 horas. As quantificações de  
24 bactérias heterotróficas, coliformes totais e temperatura foram iniciadas em tempo  
25 zero e realizadas a cada duas horas até o final da exposição. As análises  
26 bacteriológicas foram repetidas após 72 horas da exposição da luz. As análises  
27 de pH, oxigênio dissolvido, e salinidade foram realizadas antes de cada  
28 experimento. Houve uma redução significativa nos dois parâmetros  
29 bacteriológicos analisados após o tratamento ( $p = 0,000$ ). Ocorreu um decréscimo

30 médio nas contagens de bactérias heterotróficas de 3,44 para 1,86 log UFC/mL e  
31 de coliformes totais de 2,45 para 1,02 log UFC/mL. A média das reduções das  
32 bactérias heterotróficas foi de 97,01 % e dos coliformes totais foi de 95,61 %.  
33 Após 72 horas, as duas contagens aumentaram, com crescimento significativo  
34 entre bactérias heterotróficas ( $p = 0,000$ ), porém não houve crescimento  
35 significativo para coliformes totais ( $p = 0,058$ ). pH ( $p = -0,981$ ;  $p = 0,000$ ), oxigênio  
36 dissolvido ( $p = -0,529$ ;  $p = 0,043$ ) e temperatura ( $p = 0,521$ ;  $p = 0,047$ ) tiveram  
37 relação com a redução percentual de bactérias heterotróficas. O método  
38 demonstrou ser efetivo na desinfecção da água bruta *in vitro* em diversas  
39 condições físicas e químicas diferentes.

40 **Palavras-chave:** LED azul, microrganismos indicadores, padrões de potabilidade,  
41 água contaminada.

#### 42 **ABSTRACT**

43 The objective this study was to evaluate the *in vitro* antimicrobial effect of  
44 exposure to light (450 nm) in raw water intended for human consumption, as well  
45 as to investigate the relationship of results with physical and chemical parameters.  
46 Fifteen samples of raw water were collected in households in a rural area of *Santo*  
47 *Antônio de Jesus* – Bahia (Brazil). A 100 mL aliquot of each sample was exposed  
48 to a lighting system composed of two high intensity light emitting diodes (10 W  
49 each), with wavelength of 450 nm and luminous flux of 200 lumens per 10 hours.  
50 Quantifications of heterotrophic bacteria, total coliforms and temperature started at  
51 time zero and were performed every two hours until the end of exposure.  
52 Bacteriological analysis were repeated after 72 hours of light exposure. pH,  
53 dissolved oxygen and salinity analysis were performed before each experiment.  
54 There was a significant reduction in the two bacteriological parameters analyzed  
55 after treatment ( $p = 0.000$ ). There was an average decrease in heterotrophic  
56 bacteria counts from 3.44 to 1.86 log CFU/mL and total coliforms from 2.45 to 1.02  
57 log CFU/mL. Mean reductions of heterotrophic bacteria were 97.01% and total  
58 coliforms, 95.61%. After 72 hours, both counts increased, with significant growth  
59 between heterotrophic bacteria ( $p = 0.000$ ), but there was no significant growth for  
60 total coliforms ( $p = 0.058$ ). pH ( $p = -0.981$ ,  $p = 0.000$ ), dissolved oxygen ( $p = -$   
61  $0.529$ ,  $p = 0.043$ ) and temperature ( $p = 0.521$ ,  $p = 0.047$ ) were related to the

62 percentage reduction of heterotrophic bacteria. The method has been shown to be  
63 effective in disinfecting raw water *in vitro* under different physical and chemical  
64 conditions.

65 **Keywords:** blue LED, indicator microorganisms, potability standards,  
66 contaminated water.

67

## 68 1. Introdução

69 A utilização da luz como ferramenta de inativação bacteriana vem sendo  
70 utilizada há várias décadas nas mais diversas áreas. A luz solar é utilizada na  
71 desinfecção de água por possuir uma ação antimicrobiana combinada de radiação  
72 ultravioleta A (UVA), responsável pela alteração do DNA dos microrganismos, e a  
73 radiação infravermelha que provoca o aumento da temperatura da água. Contudo,  
74 em dias com baixa intensidade de luz, o processo não é eficaz (Boyle et al., 2008;  
75 Mcguigan et al., 2012).

76 Radiação ultravioleta (UV) produzida artificialmente também é utilizada  
77 para tratamento de água. A faixa ultravioleta C (UVC - 254 nm) é a utilizada como  
78 germicida. Todavia em doses subletais os microrganismos podem recuperar a sua  
79 atividade metabólica, além de necessitar de uma barreira física para proteção do  
80 operador devido ao seu potencial carcinogênico (Di-Bernardo; Dantas, 2005;  
81 Wisbeck et al., 2011).

82 Entretanto, recentemente, com a introdução de novas tecnologias,  
83 pesquisas emergiram, avaliando o efeito antimicrobiano de diodo emissor de luz  
84 (doravante LED) no espectro de luz visível e no espectro de luz ultravioleta  
85 (Macleane et al., 2014).

86 Um LED é um dispositivo eletrônico compacto que emite luz, dentro de um  
87 espectro de comprimento de onda monocromático, quando uma corrente elétrica  
88 passa através dele. Como principal vantagem frente aos dispositivos tradicionais,  
89 o LED possui uma alta durabilidade, com uma expectativa de vida de  
90 aproximadamente 30.000 horas além de possuir um baixo consumo de energia  
91 ao produzir um fluxo luminoso elevado. No espectro de luz visível, devido à sua

92 segurança, não necessita de proteções adicionais ao seu operador (Ghate et  
93 al.,2013; Yeh; Ding; Yeh, 2015).

94 Estudos recentes utilizando esse aparato, demonstram inativações  
95 bacterianas após exposição à luz violeta ou azul com comprimento de onda entre  
96 405-520 nm. Demonstrou-se o potencial na aplicação da área da microbiologia de  
97 alimentos e microbiologia clínica ao inativar bactérias patogênicas, como  
98 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus*, *Listeria*  
99 *monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Staphylococcus*  
100 *epidermidis*, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Acinetobacter*  
101 *baumannii*, *Proteus vulgaris* e *Klebsiella pneumoniae* (Guffey; Wilborn, 2006;  
102 Enwemeka et al., 2008; Maclean et al., 2009; Ghate et al., 2013; Kumar et al.,  
103 2015). A sua ação citotóxica é amplamente documentada e caracterizada a partir  
104 da formação de espécies reativas de oxigênio (Guffey; Wilborn, 2006; Luksiene;  
105 Zukauskas, 2009).

106 Bactérias como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e  
107 *Bacillus cereus* estão entre as espécies predominantes identificadas como  
108 agentes etiológicos responsáveis pelos surtos de Doenças Transmitidas por  
109 Alimentos (DTA) no Brasil no período de 2007 a 2016. Esses microrganismos são  
110 responsáveis por 77,8 % de todos os surtos que foram identificados o agente  
111 etiológico nesse intervalo de tempo (Brasil, 2016).

112 Considerando a possibilidade da inativação bacteriana após exposição à  
113 luz visível em comprimentos de onda monocromáticos, a eficiência desse sistema  
114 frente a bactérias patogênicas causadoras de DTA e a ausência de pesquisas que  
115 utilizem esse dispositivo para o tratamento da água destinado ao consumo  
116 humano, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito antimicrobiano *in vitro* da  
117 exposição à luz (450 nm) na água bruta destinada ao consumo humano, bem  
118 como investigar a relação dos resultados com parâmetros físicos e químicos.

119

## 120 **2. Material e Métodos**

### 121 **2.1. Amostra**

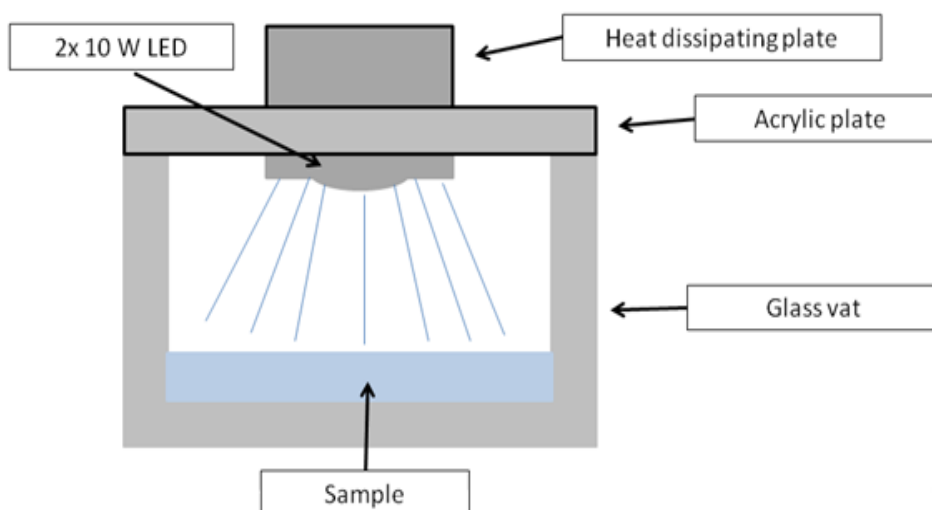
122 Foram utilizadas amostras de água bruta coletadas em 15 domicílios  
123 localizados em uma zona rural do município de Santo Antônio de Jesus - Bahia no  
124 período de novembro e dezembro de 2016. As amostras foram coletadas após o  
125 reservatório de água, sendo que na ausência de torneiras, a coleta foi realizada  
126 diretamente do local de armazenamento. Aproximadamente 500 mL de água  
127 foram coletadas, armazenadas em frascos de polietileno de primeiro uso. As  
128 amostras foram rotuladas, acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo  
129 reciclável, mantidas em temperatura de refrigeração (+2° C a +8° C) e  
130 transportadas ao Laboratório de Microbiologia e Parasitologia do Núcleo de  
131 Segurança Alimentar e Nutricional (SANUTRI) do CCS/UFRB, aos quais foram  
132 mantidas na geladeira sob refrigeração por 12 horas.

133

## 134 **2.2. Caracterização do sistema *light emitting diodes***

135 O sistema de iluminação foi composto por dois LED de alta intensidade, de  
136 10 W cada, com comprimento de onda de 450 nm (azul) e fluxo luminoso de 200  
137 lúmens. O LED foi montado sobre placa dissipadora de calor para minimizar a  
138 transferência de calor gerado pelo LED para a amostra e envolto por uma placa  
139 de acrílico para isolar a amostra do ambiente. Todo o sistema foi sobreposto à  
140 uma cuba de vidro esterilizada em autoclave. Desta forma, o LED foi posicionado  
141 diretamente acima de cada amostra (Ghate et al., 2013; Kumar et al., 2015).

142



143

144

Fonte: Autoria própria

145 **Figura 1** – Diagrama do sistema experimental de iluminação LED

146

147 **2.3. Arranjo experimental**

148 Uma alíquota de 100 mL da amostra refrigerada foi transferida para a cuba  
149 de vidro. O sistema LED foi montado sobre a cuba, ligado e transferido para  
150 refrigerador, sendo mantido nessas condições por 10 horas. As análises  
151 bacteriológicas foram iniciadas em tempo zero e realizadas a cada duas horas até  
152 findar as 10 horas. Após as 10 horas, as amostras foram armazenadas em  
153 frascos de polietileno de primeiro uso sob as mesmas condições de temperatura,  
154 porém foram protegidas da luz. Foi realizada posteriormente uma contagem após  
155 72 horas da exposição da luz. Consequentemente houve sete análises para cada  
156 amostra. Uma amostra controle foi mantida sob as mesmas condições de  
157 refrigeração, porém não foi exposta à luz. As análises bacteriológicas na amostra  
158 controle foram realizadas no início do experimento e após 72 horas (Ghate et al.,  
159 2013; Kumar et al., 2015).

160

161 Foram utilizados dois microrganismos indicadores presentes na Portaria  
162 MS 2914/2011 para as análises bacteriológicas. A quantificação de bactérias  
heterotróficas é utilizada para identificar falhas na desinfecção da água e a

163 quantificação de coliformes totais é utilizada para avaliar a eficiência do  
164 tratamento (Brasil, 2011). As populações de bactérias heterotróficas e coliformes  
165 totais foram estimadas pelo método *Petrifilm Aqua Heterotrophic Count Plate*  
166 (AQHC, 3M *Company*<sup>TM</sup>) e *Petrifilm Aqua Coliform Count Plate* (AQCC, 3M  
167 *Company*<sup>TM</sup>), respectivamente. 1mL da amostra foi diluída em 9 mL de solução  
168 salina a 0,9 % de NaCl. 1 mL da diluição foi inoculada em cada placa de Petrifilm.  
169 Após a completa solidificação do gel, as placas foram incubadas em estufa  
170 bacteriológica a  $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  por  $44\pm 4$  horas e  $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  por  $24\pm 2$  horas,  
171 respectivamente. Os resultados foram expressos em log UFC/mL (APHA, 2012).

172 As análises de pH, oxigênio dissolvido e salinidade foram realizadas antes  
173 de cada experimento com o medidor multiparâmetro AK88 (AKSO®), utilizando  
174 uma alíquota aproximada de 100 mL de água. A temperatura foi verificada por  
175 termômetro digital infravermelho MT-350 (Minipa®) a cada duas horas. As  
176 análises de cor e turbidez foram realizadas com o espectrofotômetro SP22  
177 (Biospectro), utilizando os comprimentos de onda de 455 nm e 860 nm,  
178 respectivamente (APHA, 2012).

179

## 180 **2.4. Análise estatística**

181 Os dados foram processados e analisados pelos programas *Microsoft*  
182 *Office Excel* versão 2007 (*Microsoft Corporation*<sup>TM</sup>) e *Statistical Package for the*  
183 *Social Sciences* (SPSS) versão 23 (*International Business Machines*<sup>TM</sup>). Foi  
184 realizado o teste de normalidade dos dados (Shapiro-Wilk) com todas as variáveis  
185 quantitativas. Foram realizadas estatísticas descritivas e analíticas como média,  
186 mediana, máxima e mínima, redução logarítmica e percentual, coeficiente de  
187 correlação de Spearman, teste t pareado e análise de variância (ANOVA). O nível  
188 de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

189

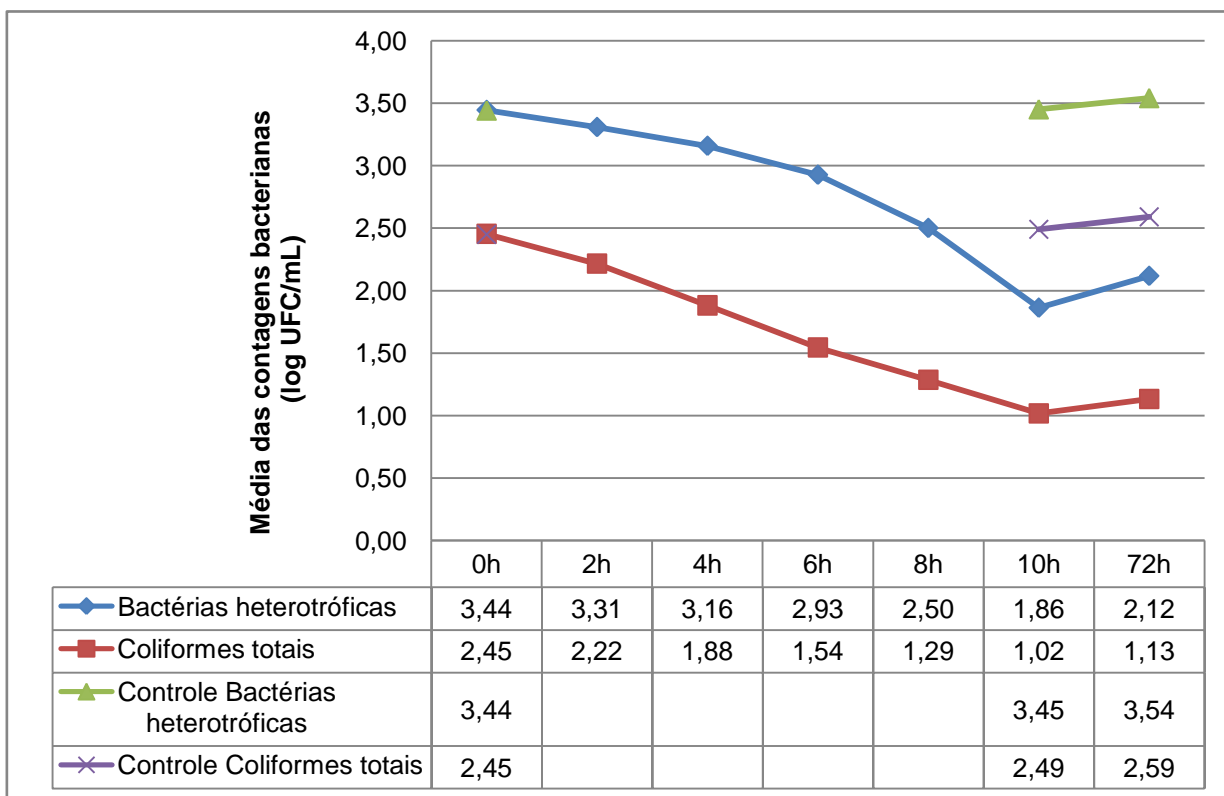
## 190 **3. Resultados**

191 A figura 2 demonstra as médias das populações bacterianas das quinze  
192 amostras analisadas nas 10 horas de exposição à luz e o crescimento bacteriano

193 após 72 horas. Houve um decréscimo durante a exposição à luz nas contagens  
194 de bactérias heterotróficas (3,44 para 1,86 log UFC/mL) e de coliformes totais  
195 (2,45 para 1,02 log UFC/mL). Após 72 horas, as duas contagens aumentaram,  
196 com crescimento significativo entre bactérias heterotróficas ( $p = 0,000$ ) porém não  
197 houve crescimento significativo para coliformes totais ( $p = 0,058$ ). Mesmo após as  
198 72 horas, as amostras expostas a luz, se comparadas as amostras controle,  
199 obtiveram valores 26 vezes menores para bactérias heterotróficas e 30 vezes  
200 menores para coliformes totais.

201 As quantificações de bactérias heterotróficas antes da exposição atingiram  
202 valor máximo de 3,75 log UFC/mL, mediana de 3,63 log UFC/mL e valor mínimo  
203 de 3,09 log UFC/mL. Todos os valores estavam acima do recomendado na  
204 legislação brasileira (Brasil, 2011), chegando a um valor 11,4 vezes maior do que  
205 o recomendado (limite de 2,7 log UFC/mL). Após 10 horas de exposição à luz, o  
206 valor máximo encontrado foi de 2,51 log UFC/mL e o mínimo de 1,30 log UFC/mL,  
207 desta forma, nesse parâmetro, todas as amostras estavam dentro dos padrões da  
208 legislação. A partir de 8 horas de exposição, a maioria das amostras já estavam  
209 dentro desse padrão da legislação (73,3 %). Com relação às contagens de  
210 coliformes totais, antes da exposição à luz foi encontrado o valor máximo de 3,08  
211 log UFC/mL, mediana de 2,48 log UFC/mL e valor mínimo de 1,90 log UFC/mL.  
212 Após 10 horas de exposição, o valor máximo foi reduzido para 1,48 log UFC/mL,  
213 a mediana e o valor mínimo para  $<1$  log UFC/mL, sendo que em oito amostras  
214 não houve contagens de coliformes totais após 10 horas de exposição nem  
215 crescimento após 72 horas (Figura 3).





216

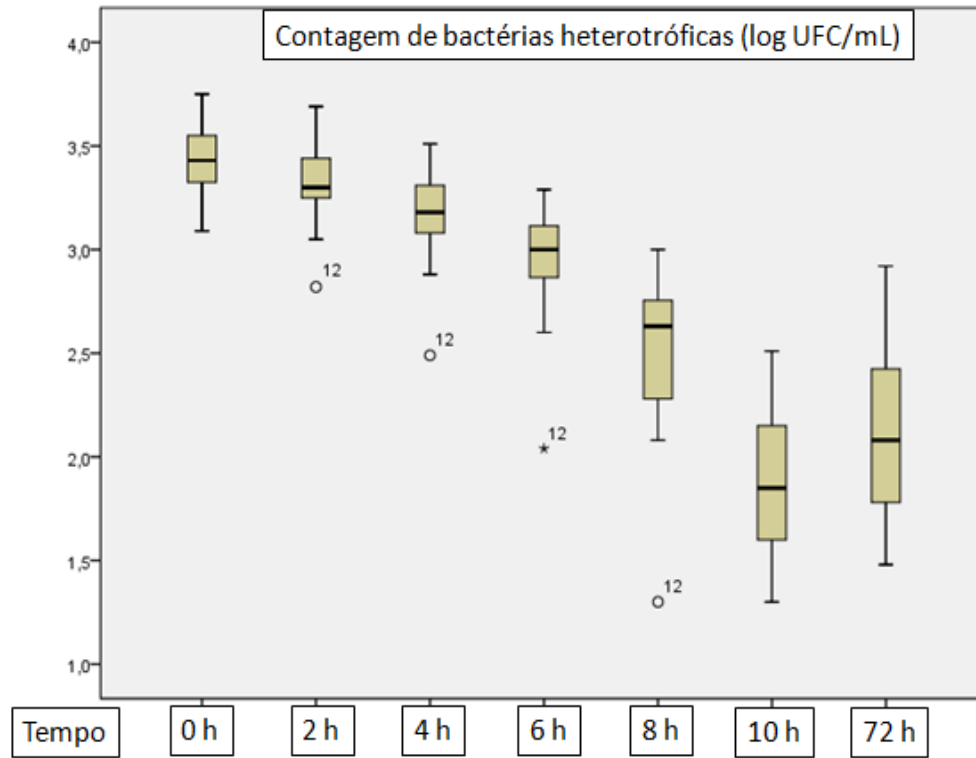
217

Fonte: Autoria própria

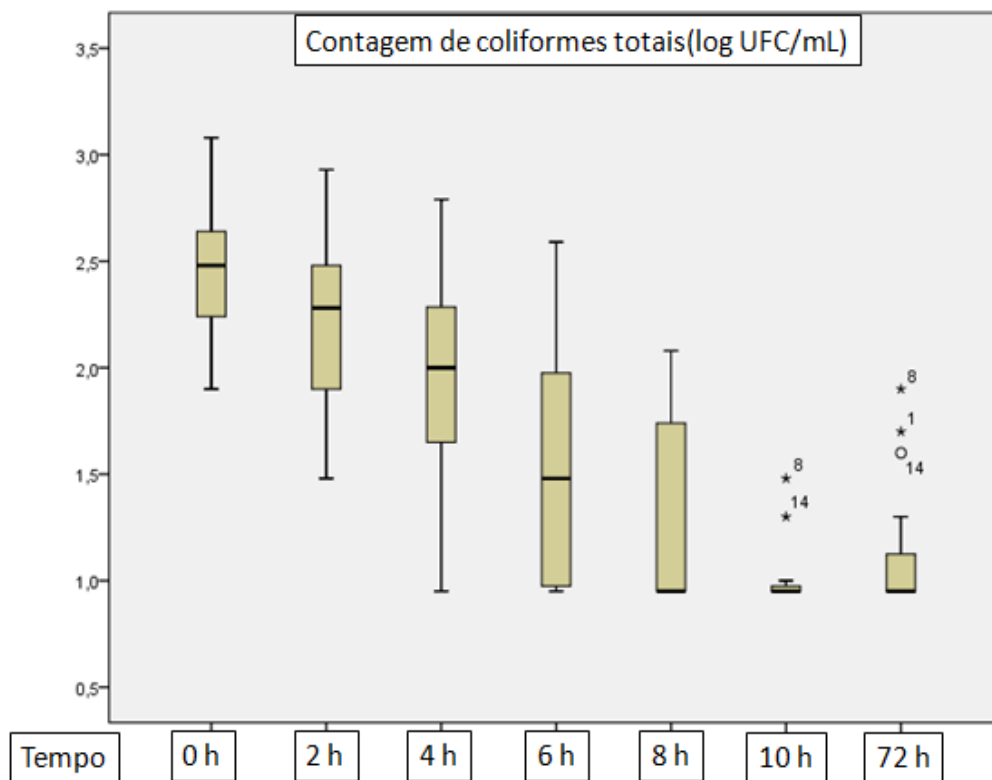
218 **Figura 2-** Inativação bacteriana após exposição das amostras à luz 450 nm

219

220



221



222

Fonte: Autoria própria

223 **Figura 3** – Quantificação bacteriológica durante 10 horas de experimento e após  
 224 72 horas.

225

226 Houve uma redução significativa nos dois parâmetros bacteriológicos  
 227 analisados após o tratamento ( $p = 0,000$ ). As reduções nas contagens bacterianas  
 228 chegaram até a 98,98 % para coliformes totais e 98,96 % para bactérias  
 229 heterotróficas. As menores reduções encontradas foram de 88,75 % nas análises  
 230 de coliformes totais na amostra 12, e de 93,57 % nas análises bactérias  
 231 heterotróficas na amostra 8. A média das reduções das bactérias heterotróficas foi  
 232 de 97,01 % e dos coliformes totais foi de 95,61 %. Nos períodos pré e pós  
 233 tratamento, há uma correlação forte positiva e significativa nas contagens de  
 234 bactérias heterotróficas ( $\rho = 0,912$ ;  $p = 0,000$ ) e uma correlação moderada positiva  
 235 e significativa nas contagens de coliformes totais ( $\rho = 0,581$ ;  $p = 0,023$ ).

236

237 **Tabela 1** – Reduções das contagens de bactérias heterotróficas e de coliformes  
 238 totais após 10 horas de exposição à luz 450 nm.

Amostra	Bactérias heterotróficas		Coliformes totais	
	Redução logarítmica (log UFC/mL)	Redução percentual (%)	Redução logarítmica (log UFC/mL)	Redução percentual (%)
1	1,45	96,48	1,99	98,98
2	1,66	97,83	1,41	96,09
3	1,53	97,01	1,35	95,50
4	1,49	96,73	1,51	96,88
5	1,43	96,27	1,70	98,00
6	1,27	94,58	1,22	94,00
7	1,98	98,96	1,35	95,50
8	1,19	93,57	1,60	97,50
9	1,75	98,21	1,09	91,82
10	1,27	94,59	1,74	98,16
11	1,70	98,00	1,16	93,08
12	1,79	98,36	0,95	88,75

<b>13</b>	1,84	98,55	1,52	97,00
<b>14</b>	1,71	98,04	1,33	95,35
<b>15</b>	1,68	97,93	1,61	97,57

239

240 Os resultados do coeficiente de correlação de Spearman entre as reduções  
 241 percentuais dos parâmetros bacteriológicos e as análises físicas e químicas  
 242 demonstraram uma correlação forte negativa e significativa entre a redução  
 243 percentual de bactérias heterotróficas e pH ( $p = 0,000$ ), moderada positiva e  
 244 significativa entre a redução percentual de bactérias heterotróficas e oxigênio  
 245 dissolvido ( $p = 0,043$ ) e moderada negativa e significativa entre a redução  
 246 percentual de bactérias heterotróficas e temperatura ( $p = 0,047$ ) (Tabela 2). Os  
 247 valores de pH atingiram o valor máximo de 6,31, mediana de 5,0 e valor mínimo  
 248 de 4,15. Oxigênio dissolvido obteve um valor máximo de 9,50 mg/L, mediana de  
 249 5,70 mg/dL e valor mínimo de 4,0 mg/dL. A temperatura obteve o valor máximo de  
 250 8 ° C, mediana de 7 ° C e valor mínimo de 6 ° C. Houve um acréscimo de 0,5-  
 251 1,0° C a cada experimento, porém a temperatura não passou dos 8° C. A  
 252 salinidade obteve a menor variação, com valor máximo de 0,06 ppm, mediana de  
 253 0,03 ppm e valor mínimo de 0,02 ppm. Cor e turbidez obtiveram valores zerados  
 254 em todas as amostras (Figura 4).

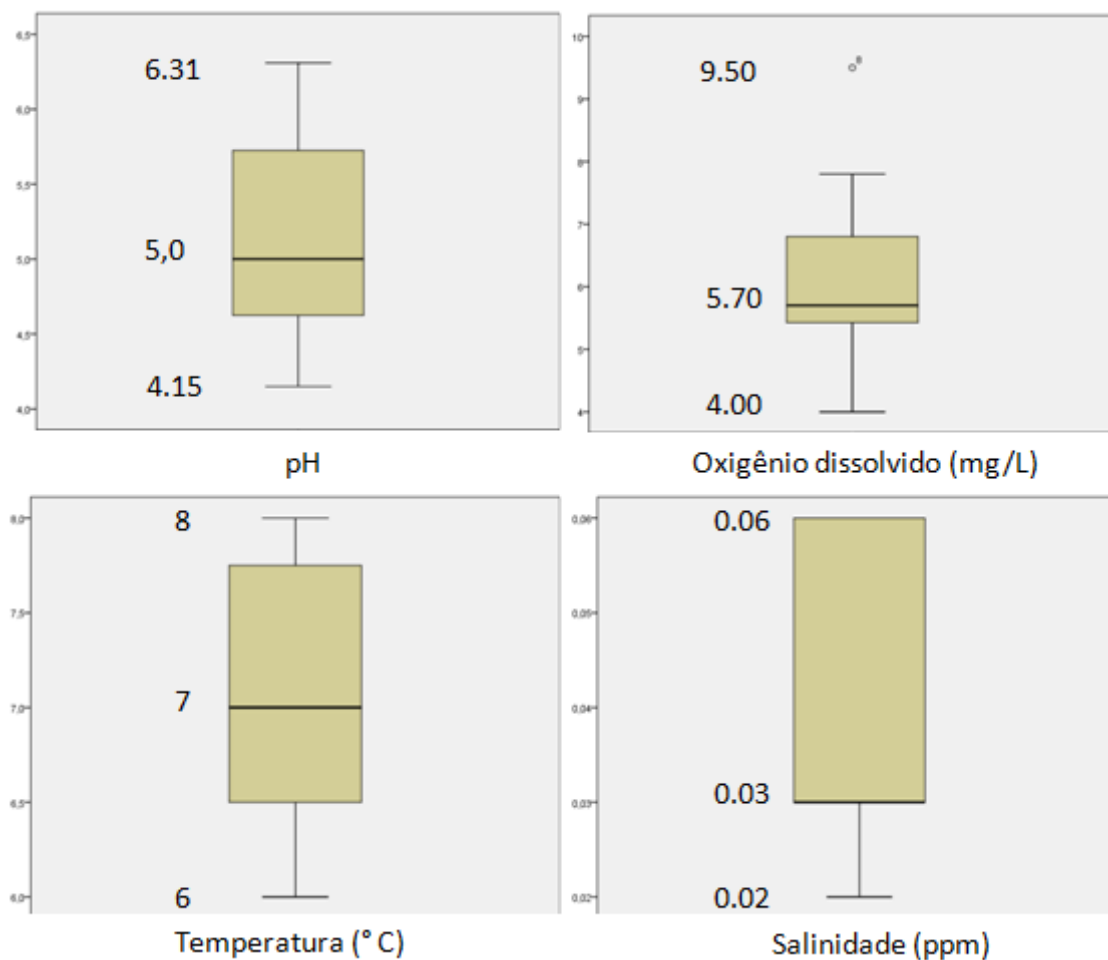
255

256 **Tabela 2** – Coeficiente de correlação de Spearman entre as reduções percentuais  
 257 e as análises física e química.

<b>Parâmetro</b>	<b>Redução percentual das bactérias heterotróficas</b>	<b>Redução percentual dos coliformes totais</b>
<b>pH</b>	-0,981 <sup>b</sup>	0,462
<b>Oxigênio dissolvido</b>	0,529 <sup>a</sup>	-0,041
<b>Temperatura</b>	0,521 <sup>a</sup>	0,055
<b>Salinidade</b>	-0,104	-0,588

258 a – A correlação é significativa a nível 0,05; b - A correlação é significativa a nível  
259 0,01.

260



261

262

Fonte: Autoria própria

263 **Figura 4** - Avaliação física e química das amostras.

264

265

#### 4. Discussão

266

267

268

269

Os resultados demonstram o efeito antimicrobiano da luz de alta intensidade com comprimento de onda de 450 nm sob temperatura de refrigeração para os microrganismos indicadores testados. As reduções foram significativas durante o experimento o que atestam a eficiência do processo em

270 escala reduzida. O processo de inativação bacteriana demonstrou ser dependente  
271 da dose pelas reduções seguirem o tempo de exposição maior.

272 As curvas de inativação e as reduções percentuais foram similares e até  
273 mesmo com melhores resultados se comparados a estudos prévios com bactérias  
274 patogênicas como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus*  
275 *cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* O157:H7 (Wilborn, 2006;  
276 Enwemeka et al., 2008; Maclean et al., 2009; Ghate et al., 2013; Guffey; Kumar et  
277 al., 2015).

278 Microrganismos são sensíveis as mudanças no ambiente. Há uma relação  
279 inversamente proporcional entre o pH e a redução do percentual de bactérias  
280 heterotróficas, no qual, quanto mais o pH se afasta da neutralidade, maior é a  
281 redução percentual bacteriana. O pH ótimo oscila entre 6,5 e 7,5 para a maioria  
282 das bactérias, desta forma, valores mais baixos podem inibir ou retardar a  
283 multiplicação bacteriana. Algumas poucas espécies de bactérias como  
284 *Escherichia coli* possuem mecanismos de sobrevivência em pH mais ácidos em  
285 curtos períodos. Todavia, o crescimento bacteriano pode cair em até cinco vezes  
286 com o pH baixo (Cotter; Hill, 2003; Rousk; Brookes; Baath, 2009).

287 O processo de inativação bacteriana utilizando luz visível é dependente de  
288 oxigênio (Feuerstein et al., 2005). A inativação fotodinâmica envolve a excitação  
289 de moléculas fotossensibilizadoras como as porfirinas endógenas. A excitação da  
290 porfirina leva a transferência de energia que por sua vez, produzem espécies  
291 reativas de oxigênio, especialmente o oxigênio singleto. Essas espécies reativas  
292 de oxigênio oxidam constituintes da membrana celular como ácidos graxos  
293 insaturados, proteínas, além do DNA, promovendo desta forma um efeito  
294 citotóxico e bactericida (Hamblin; Hasan, 2004; Guffey; Wilborn, 2006; Luksiene;  
295 Zukauskas, 2009).

296 Provavelmente, espécies menos tolerantes ao oxigênio são mais  
297 suscetíveis a esses efeitos citotóxicos devido a menor presença de mecanismos  
298 reguladores oxidativos se comparados às espécies aeróbicas (Luksiene;  
299 Zukauskas, 2009; Murcdoch et al., 2010; 2012).

300 Mesmo com a temperatura baixa, alguns estudos demonstram que o dano  
301 bacteriano pode aumentar com o aumento de temperatura, pois as bactérias  
302 aumentam as suas taxas metabólicas nessas situações e conseqüentemente  
303 aumentam a sua carga metabólica e reações citotóxicas que auxiliam na sua  
304 inativação (Song; Farrah; Baney, 2011; López-Velasco et al., 2012). Porém o  
305 aumento da suscetibilidade das bactérias observado nesse e em outros estudos  
306 pode ter relação devido ao aumento de ácidos graxos insaturados na membrana  
307 das células. Esses ácidos graxos insaturados têm uma maior tendência de serem  
308 oxidados se comparados aos ácidos graxos saturados, conseqüentemente  
309 ocorrerá um dano maior a esse importante constituinte celular. A temperatura  
310 ótima para inativação bacteriana nesse espectro de luz é próxima de 10 °C  
311 (Ghate et al.,2013; Kumar et al., 2015).

312 A multiplicação bacteriana após 72 horas pode ser explicado pela presença  
313 de material particulado e de colônias no meio com agregação bacteriana,  
314 afetando negativamente o processo de desinfecção da água por exposição à luz,  
315 pois levam à formação de zonas em que não há a exposição direta a luz e  
316 conseqüentemente o estresse oxidativo será afetado (Bohrerova; Linden, 2006;  
317 Cantwell; Hofmann, 2008).

318 Outra possibilidade seria a da suscetibilidade das espécies à inativação  
319 com esse comprimento de onda. *Pseudomonas aeruginosa*, por exemplo,  
320 necessita de doses maiores se comparado a *S. aureus* (Guffey; Wilborn, 2006).  
321 *Salmonella enterica* e *Enterococcus faecalis* por sua vez são bactérias estudadas  
322 que possuem maior resistência à inativação por exposição a luz visível,  
323 necessitando longos períodos de exposição. As razões para essas diferentes  
324 suscetibilidades ainda são indeterminadas, porém análises indicam que bactérias  
325 gram-positivas tendem a ser mais suscetíveis a inativação do que gram-negativas  
326 (Maclean et al., 2009; 2014; Murcdoch et al., 2012). Portanto, haverá células que  
327 não irão ser lesionadas e poderão se multiplicar nesse intervalo de tempo. Mesmo  
328 após 72 horas, em 53,3 % das amostras não houve crescimento de coliformes  
329 totais e 86,7 % estiveram dentro do padrão recomendado para bactérias  
330 heterotróficas (Brasil, 2011).

331 A eficácia germicida da luz azul é menor se comparado a luz UV, já que a  
332 sua dose letal é muito menor, desta forma ele possui uma inativação mais lenta.  
333 Porém, o fato desse comprimento de onda se situar dentro da escala de luz  
334 visível e não necessitar das proteções necessárias para a luz UV, permite o  
335 tratamento contínuo de água e alimentos e até mesmo de superfícies. Ele pode  
336 ser utilizado com segurança na presença de pessoas no mesmo recinto, é de fácil  
337 operação, e possui alto poder de penetração na água, plásticos e vidros (Maclean  
338 et al., 2014).

339

## 340 **5. Conclusão**

341 Em síntese, a exposição à luz com comprimento de onda de 450 nm levou  
342 a reduções médias nas contagens bacterianas acima de 95 %. Todas as  
343 amostras ficaram dentro do padrão recomendado pela legislação brasileira para  
344 bactérias heterotróficas e 53,3 % das amostras ficaram dentro do padrão  
345 recomendado para coliformes totais. pH, temperatura e oxigênio dissolvido  
346 tiveram relação direta com a redução percentual de bactérias heterotróficas.

347 Trata-se de um estudo inédito envolvendo água bruta destinada ao  
348 consumo humano, abordando parâmetros físicos e químicos e microrganismos  
349 indicadores. Nenhum outro estudo até o momento trabalhou com esses  
350 parâmetros ou microrganismos indicadores, apenas com bactérias patogênicas e  
351 inoculações experimentais em placa de Petri com meio de cultura ou solução  
352 salina. Por ser singular, este estudo se apresenta como empenho inicial na  
353 procura de novos métodos para desinfecção de água. Demonstra ser um método  
354 seguro, efetivo contra microrganismos indicadores, permitindo o uso contínuo sem  
355 necessidade de proteções especiais e é fácil de ser utilizado. Da mesma forma,  
356 demonstra o encargo da ampliação dos estudos subsequentes, buscando  
357 aperfeiçoar o sistema para sair do trabalho experimental *in vitro* para avaliações *in*  
358 *loco*.

359

360 **Agradecimentos:**



361 Este trabalho foi apoiado por Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de  
362 Nível Superior (CAPES), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

363

## 364 **Referências**

365

366 American Public Health Association, 2012. Standard methods for the examination  
367 of water and wastewater. APHA, Washington, D.C.

368 Bohrerova, Z., Linden, K.G., 2006. Ultraviolet and chlorine disinfection of  
369 *Mycobacterium* in wastewater: effect of aggregation. *Water Environ Res* 78, 565-  
370 571.

371 Boyle, M., Sichel, C., Fernández-Ibáñez, P., Arias-Quiroz, G.B., Iriarte-Puña, M.,  
372 Mercado, A., Ubomba-Jaswa, E., McGuigan, K.G., 2008. Bactericidal effect of  
373 solar water disinfection under real sunlight conditions. *Appl Environ Microbiol* 74,  
374 2997-3001.

375 Brazil. General Coordination of Communicable Diseases, 2016. Epidemiological  
376 Surveillance of Foodborne Diseases (VE-DTA) (Portuguese). Available at:  
377 [http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-](http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-Surtos-DTA-2016.pdf)  
378 [Surtos-DTA-2016.pdf](http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-Surtos-DTA-2016.pdf) Accessed 02 Jan 2017.

379 Brazil. Ministry of Health, 2011. Ordinance N° 2.914, 12 of december of  
380 2011(Portuguese).

381 Cantwell, R.E., Hofmann, R., 2008. Inactivation of indigenous coliform bacteria in  
382 unfiltered surface water by ultraviolet light. *Water Res* 42, 2729-2735.

383 Cotter, P.D., Hill, C., 2003. Surviving the acid test: responses of gram-positive  
384 bacteria to low pH. *Microbiol Mol Biol Rev* 67, 429-453.

385 Di-Bernardo, L., Dantas, A.B., 2005. Methods and techniques of water treatment  
386 (Portuguese). Rima, São Carlos, SP.

- 387 Enwemeka, C.S., Williams, D., Hollosi, S., Yens, D., Enwemeka, S.K., 2008.  
388 Visible 405 nm SLD light photo-destroys methicillin-resistant *Staphylococcus*  
389 *aureus* (MRSA) in vitro. *Lasers Surg Med* 40, 734-737.
- 390 Feuerstein, O., Ginsburg, I., Dayan, E., Veler, D., Weiss, E.I., 2005. Mechanism of  
391 visible light phototoxicity on *Porphyromonas gingivalis* and *Fusobacterium*  
392 *nucleatum*. *Photochem Photobiol* 81, 1186-1189.
- 393 Ghate, V.S., Ng, K.S., Zhou, W., Yang, H., Khoo, G.H., Yoon, W.B., Yuk, H.G.,  
394 2013. Antibacterial effect of light emitting diodes of visible wavelengths on  
395 selected foodborne pathogens at different illumination temperatures. *Int J Food*  
396 *Microbiol* 166, 399-406.
- 397 Guffey, J.S., Wilborn, J., 2006. In vitro bactericidal effects of 405-nm and 470-nm  
398 blue light. *Photomed Laser Surg* 24, 684-688.
- 399 Hamblin, M.R., Hasan, T., 2004. Photodynamic therapy: a new antimicrobial  
400 approach to infectious disease?. *Photochem Photobiol Sci* 3, 436-450.
- 401 Kumar, A., Ghate, V., Kim, M.J., Zhou, W., Khoo, G.H., Yuk, H.G., 2015. Kinetics  
402 of bacterial inactivation by 405nm and 520nm light emitting diodes and the role of  
403 endogenous coproporphyrin on bacterial susceptibility. *J Photochem Photobiol B*  
404 149, 37-44.
- 405 López-Velasco, G., Tomás-Callejas, A., Sbodio, A., Artés-Hernández, F., Suslow,  
406 T.V., 2012. Chlorine dioxide dose, water quality and temperature affect the  
407 oxidative status of tomato processing water and its ability to inactivate *Salmonella*.  
408 *Food Control* 26, 28-35.
- 409 Luksiene, Z., Zukauskas, A., 2009. Prospects of photosensitization in control of  
410 pathogenic and harmful micro-organisms. *J Appl Microbiol* 107, 1415-1424.
- 411 Maclean, M., MacGregor, S.J., Anderson, J.G., Woolsey, G., 2009. Inactivation of  
412 bacterial pathogens following exposure to light from a 405-nanometer light-  
413 emitting diode array. *Appl Environ Microbiol* 75, 1932-1937.

- 414 Maclean, M., McKenzie, K., Anderson, J.G., Gettinby, G., MacGregor, S.J., 2014.  
415 405 nm light technology for the inactivation of pathogens and its potential role for  
416 environmental disinfection and infection control. *J Hosp Infect* 88, 1-11.
- 417 McGuigan, K.G., Conroy, R.M., Mosler, H.J., Preez, M., Ubomba-Jaswa, E.,  
418 Fernandez-Ibañez, P., 2012. Solar water disinfection (SODIS): a review from  
419 bench-top to roof-top. *J Hazard Mater* 235, 29-46.
- 420 Murdoch, L.E., Maclean, M., Endarko, E., MacGregor, S.J., Anderson, J.G., 2012.  
421 Bactericidal effects of 405 nm light exposure demonstrated by inactivation of  
422 *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria*, and *Mycobacterium* species in liquid  
423 suspensions and on exposed surfaces. *Scientific World Journal* 2012, 1-8.
- 424 Murdoch, L.E., Maclean, M., MacGregor, S.J., Anderson, J.G., 2010. Inactivation  
425 of *Campylobacter jejuni* by exposure to high-intensity 405-nm visible light.  
426 *Foodborne Pathog Dis* 7, 1211-1216.
- 427 Rousk, J., Brookes, P.C., Baath, E., 2009. Contrasting Soil pH Effects on Fungal  
428 and Bacterial Growth Suggest Functional Redundancy in Carbon Mineralization.  
429 *Appl. Environ. Microbiol* 75, 1589-1596.
- 430 Song, L., Farrah, S.R., Baney, R.H., 2011. Bacterial inactivation kinetics of  
431 dialdehyde starch aqueous suspension. *Polymers* 3, 1902-1910.
- 432 Wisbeck, E., Sandri, E.K., Soares, A.L.M., Medeiros, S.H.W., 2011. Disinfection of  
433 rainwater by ultraviolet radiation. *Eng Sanit Ambient* 16, 337-342.
- 434 Yeh, N., Ding, T.J., Yeh, P., 2015. Light-emitting diodes light qualities and their  
435 corresponding scientific applications. *Renewable and Sustainable Energy Rev* 51,  
436 55-61.
- 437
- 438

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou a importância da avaliação da qualidade bacteriológica, parasitológica, física e química da água destinada para o consumo humano em uma comunidade da zona rural de Santo Antônio de Jesus – Bahia ao identificar que todas as amostras estavam em desacordo os parâmetros permitidos e recomendados pela legislação brasileira, sendo um risco à saúde daquela população.

Outrossim, diversos fatores relativos à fonte de água e ao seu local de armazenamento estavam diretamente relacionados aos resultados bacteriológicos, interferindo-os desfavoravelmente.

Destarte, fica evidente a necessidade de implantação de medidas efetivas de tratamento da água e corretivas no seu abastecimento como a eliminação dos fatores de risco encontrados e a filtração e/ou cloração da água para a correção dos parâmetros de potabilidade; acrescido do monitoramento frequente, com a vigilância e o controle da qualidade da água para o consumo humano, para possibilitar para a população o acesso à água potável e conseqüentemente minimizar o risco à saúde humana.

Alternativas no tratamento podem ser tomadas. A avaliação *in vitro* da exposição à luz 450 nm demonstrou ser um processo efetivo na inativação bacteriana com elevadas reduções nas contagens de bactérias heterotróficas e coliformes totais. Este estudo é singular e inédito ao trabalhar com uma amostra de água bruta destinada ao consumo humano e ao determinar como os fatores físicos e químicos podem interferir nesse processo. Todavia, é de fundamental importância o aprofundamento dos estudos na área para aperfeiçoar o processo, incluindo mais parâmetros físicos e químicos, a avaliação de outros microrganismos indicadores e parasitos e de outros comprimentos de onda, tornando-o viável *in loco*.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Lista de verificação da água

**Nº DO CADASTRO DA CASA:**

**DATA:**

**1. Existe rede de água própria?**

Resposta: Sim ou Não

**2. Qual a origem da água que a família usa para consumo e higiene pessoal e da residência?**

Resposta: 1. Poço raso 2. Nascente 3. Cisterna de água de chuva 4. Rio/riacho 5. Lago/barragem/açude 6. Poço semi-artesiano 7. Outras: \_\_\_\_\_

**3. Há quanto tempo está utilizando essa fonte de água?**

Resposta: < 1 ano; 1 ano a 5 anos ; 5 anos a 10; > 10 anos

**4. Quantas famílias usam a fonte de água?**

Resposta:

**5. Aspecto da água observada na fonte:**

Resposta: 1. Transparente 2. Turva 3. Material em suspensão 4. Tem cor

5. Tem odor

**6. Paredes da fonte:**

Resposta: 1. Placas 2. Ferro-cimento 3. Alvenaria 4. Não sabe 5.

Outro:\_\_\_\_\_

**7. Existem aberturas ou rachaduras?**

Resposta: Sim ou não

**8. Existe proteção contra animais na fonte de água?**

Resposta: Sim ou não

**9. Origem da fonte:**

Resposta: 1. Construída pelo morador 2. Projeto social 3. Associação de moradores 4.Outro:\_\_\_\_\_

**10.Existe tampa na fonte de água?**

Resposta: sim, não ou não se aplica

**11.Tem local de armazenamento da água na casa (reservatório)?**

Resposta: Sim ou não

**12.Existe tampa no local de armazenamento da água?**

Resposta: Sim, não ou não se aplica

**13.** A distância da fonte para o destino do esgoto (fossa séptica) é superior a 15 metros?

Resposta: Sim ou não

**14.** Proximidade dos criadouros de animais

Resposta: 1. < 45 metros 2. > 45 metros 3. Não se aplica

**15.** O destino do esgoto está em qual nível em relação à fonte?

Resposta: Abaixo, acima ou no mesmo nível

**16.** Existe curso de água (rio, riacho ou córrego) próximo à fonte de água?

Resposta: Sim ou não

## APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Nº do cadastro:	
-----------------	--

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), em uma pesquisa. Observe as informações listadas abaixo e, no caso de aceitar fazer parte desse estudo, assine este termo de compromisso.

**Informações sobre a pesquisa** - Título do projeto: AVALIAÇÃO DA INFECÇÃO POR ENTEROPARASITOS, INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS E DE SAÚDE EM POPULAÇÕES DO RECÔNCAVO BAIANO.

**Coordenação:** Ana Lúcia Moreno Amor

**Objetivo:** A pesquisa tem por finalidade, investigar a ocorrência de enteroparasitos (helmintos e protozoários intestinais) em populações no município de Santo Antônio de Jesus (Bahia), avaliando suas relações com aspectos socioeconômicos e de saúde.

**Período:** Início: Agosto / 2015. Término provável: Agosto / 2018.

**Justificativa:** A presença de enteroparasitos em uma determinada população pode estar associada às precárias condições ambientais locais, em conjunto com as condições socioeconômicas dos indivíduos. De um modo geral, as informações sobre a prevalência de enteroparasitos no Brasil são escassas ou mesmo nulas para determinadas regiões, como no município de Santo Antônio de Jesus. Famílias de baixa renda e pessoas subnutridas são mais expostas ao risco deste tipo de infecção.



A escolha do tema para esta pesquisa baseou-se em aspectos importantes: a gravidade que assumem as enteroparasitoses e os escassos ou insuficientes estudos sobre a situação atual dos enteroparasitos em comunidades de baixo nível socioeconômico dos municípios baianos, correlacionando-os com sintomatologia apresentada, alterações no estado nutricional dos indivíduos, presença de alterações alérgicas e outros fatores.

**Procedimento:** Para coleta de informações será aplicado um questionário com dados pessoais (identificação, antropometria, além de questões sobre os principais sinais e sintomas apresentados correlacionados com parasitoses intestinais) e com dados referentes ao perfil sócio-econômico da população (renda familiar, presença de desempregados e de crianças abaixo de cinco anos). Cada participante receberá um número de registro.

No mesmo dia da visita, para os interessados em participar, serão distribuídos recipientes de plástico, devidamente identificados, para coleta de fezes, a fim de serem realizados exames parasitológicos (um a dois recipientes por pessoa) e uma lâmina de vidro com fita adesiva e instruções para a realização da técnica da fita adesiva (método de Graham).

Quando permitido, o material sub-ungueal (debaixo das unhas), recorte de unhas e swab (esfregaço) da pele com um cotonete serão coletados para pesquisas parasitológicas e microbiológicas, bem como hortaliças e frutas consumidas pelos pesquisados.

Quando possível, será realizada análise hematológica do indivíduo a partir da coleta de uma amostra de sangue e separação do soro para análises imunológicas.

### **Possíveis desconfortos e riscos decorrentes da participação na pesquisa:**

A fim de se evitar constrangimento nas abordagens e para não se registrar na pesquisa possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, as questões inseridas no questionário utilizado são de natureza objetiva e, na medida do possível contendo a opção “não sabe e/ou não quer responder”. Caso não se sinta confortável para a coleta de material para demandas de laboratórios ou de frutas e verduras consumidas e presentes nas residências, sem comprometimento na entrega do material fecal, estes procedimentos não serão realizados.

Para que não ocorra contaminação dos pesquisadores e/ou das amostras coletadas, serão utilizadas luvas nestes procedimentos, atentando-se para normas de Biossegurança.

### **Benefícios esperados sem danos para esta participação:**

Este estudo visa um melhor dimensionamento na elaboração de medidas de combate e prevenção, através da educação sanitária no ciclo indivíduo – família - comunidade, durante o período de realização do mesmo. O participante da pesquisa contribuirá para acrescentar à literatura dados referentes ao tema bem como a realização desta análise no município possibilitará avaliar aspectos importantes das parasitoses intestinais na região. Como a ocorrência de enteroparasitos tem uma estreita relação com o ambiente e as condições higiênicas e sanitárias no qual o indivíduo está inserido, com a apresentação dos resultados, em conjunto com a comunidade e autoridades locais, faz-se importante identificar os fatores relacionados com a ocorrência destes parasitos na região e possíveis soluções.

### **Acompanhamento e assistência a que terão direito os participantes da pesquisa:**

Os participantes receberão o resultado dos exames de fezes, bem como, material educativo quanto aos parasitos encontrados (o que provocam e medidas profiláticas).Será proferida palestra educativa (quando possível) e entrega individual dos resultados.

Caso o(a) Sr.(a) aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira, sendo sua participação voluntária. Para qualquer eventual dano, não previsto decorrente desta pesquisa, o participante será devidamente indenizado. Se você precisar de algum tratamento e/ou orientação, por se sentir prejudicado ou sofrer algum dano decorrente da pesquisa, o pesquisador se responsabiliza pela assistência integral, imediata e gratuita.

### **Garantia de plena liberdade, privacidade e de sigilo ao participante da pesquisa:**

Todos os dados obtidos são sigilosos, e o participante tem direito de retirar o consentimento a qualquer tempo. Todas as informações que o(a) Sr.(a) nos fornecer ou que sejam conseguidas por exames serão utilizadas somente para esta pesquisa. Suas respostas, dados pessoais e de exames

laboratoriais ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar nenhum dos questionários nem quando os resultados forem apresentados. O participante da pesquisa receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O material com suas informações ficará guardado sob a responsabilidade do pesquisador Ana Lúcia Moreno Amor com a garantia de manutenção do sigilo e confidencialidade em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

## **PESQUISADORA RESPONSÁVEL**

ANA LÚCIA MORENO AMOR

Telefone Institucional para contato: 75-3632-4598

Local e data \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante



Impressão do dedo polegar  
Caso não saiba assinar

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

# ANEXOS

## ANEXO A – Normas de submissão da Revista Water Research

### DESCRIPTION

#### Water Research

Welcome to the online submission and editorial system for Water Research.

Water Research publishes refereed, original research papers on all aspects of the science and technology of water quality and its management worldwide. A broad outline of the journal's scope includes:

Treatment processes for water and wastewaters, municipal, agricultural and industrial, including residuals management. Water quality monitoring and assessment, based on chemical, physical and biological methods. Studies on inland, tidal or coastal waters and urban waters, including surface and ground waters, and point and non-point sources of pollution. The limnology of lakes, impoundments and rivers. Solid and hazardous waste management, including source characterization and the effects and control of leachates and gaseous emissions. Environmental restoration, including soil and groundwater remediation. Analysis of the interfaces between sediments and water, and water/atmosphere interactions. The application of mathematical modelling and system analysis techniques. Public health and risk assessment. Socio-economic studies.

#### Audience

Biologists, chemical engineers, chemists, civil engineers, environmental engineers, limnologists and microbiologists.

#### AUDIENCE.

Chemists, biologists, microbiologists, immunologists, limnologists, civil engineers, sanitary engineers and chemical engineers.

#### IMPACT FACTOR

2015: 5.991 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2016

## ABSTRACTING AND INDEXING

Aqualine Abstracts

BIOSIS

Elsevier BIOBASE

Chemical Abstracts

Current Contents/Agriculture, Biology & Environmental Sciences

Current Contents/SciSearch Database

Current Contents/Social & Behavioral Sciences

EIC/Intelligence

EMBASE

Environmental Periodicals Bibliography

GEOBASE

Geo Bib & Index

INSPEC

PASCAL/CNRS

Reference Update

Research Alert

Scopus

## GUIDE FOR AUTHORS

### INTRODUCTION

#### Types of paper

Papers are published either as a Research Paper or a Review Paper. Comments on these papers are also welcome.

(a) A RESEARCH PAPER is a contribution describing original research, including theoretical exposition, extensive data and in-depth critical evaluation, and is peer reviewed. Water Research does not accept case studies, unless it is a study that has a wide impact on the industry. The total length of the manuscript including references must not exceed 8000 words. Please note that figures and tables must be added to the manuscript only if they are really useful for the presentation.

(b) REVIEW PAPERS are encouraged. Only critical review papers will be considered. The format and length of review papers are more flexible than for a full paper. Review papers are peer reviewed.

(c) COMMENTS on papers already published are welcome, subject to the criteria of interest, originality and the approval of the appropriate Editor. Comments can include extensions to, or criticisms of, those papers. They must provide arguments that are reasoned, and not presented in a confrontational fashion. They will be sent to the author of the original paper for reply, the outcome of which may be publication in a future issue. Comments and Authors' Replies should not exceed 1200 words each and will be received until 4 months after publication. They will be accepted or rejected without corrections.

Comment or Reply papers should be submitted under the article type "Discussion" and should have an article title in the below format.

Comment on "TITLE of previously published article by AUTHORS [Water Research VOLUME YEAR PAGE-RANGE]".

Reply for Comment on "Title of previously published article by AUTHORS [Water Research VOLUME YEAR PAGE-RANGE]"

### **Submission checklist**

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

#### **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

**Further considerations**

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- Relevant declarations of interest have been made
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center

**BEFORE YOU BEGIN****Ethics in publishing**

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines](#) for journal publication.

**Declaration of interest**

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. More information.

Note that conference proceedings are a form of publication.

**Submission declaration and verification**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' section of our ethics policy for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities

where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck.

### **Contributors**

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

### **Changes to authorship**

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author : (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal



Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement. Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases. For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license.

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information. Elsevier supports responsible sharing Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Funding body agreements and policies Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee. Details of existing agreements are available online.

### **Open access**

This journal offers authors a choice in publishing their research:

#### **Open access**

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.

- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

### **Subscription**

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following

Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is USD 3500 , excluding taxes.

Learn more about Elsevier's pricing policy:

<https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

### **Green open access**

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access Page for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 24 months.

### **Elsevier Publishing Campus**

The Elsevier Publishing Campus ([www.publishingcampus.com](http://www.publishingcampus.com)) is an online platform offering free lectures, interactive training and professional advice to support you in publishing your research. The College of Skills training offers modules on how to prepare, write and structure your article and explains how editors will look at your paper when it is submitted for publication. Use these resources, and more, to ensure that your submission will be the best that you can make it.

### **Language Services**

Manuscripts should be written in English. Authors who are unsure of correct English usage should have their manuscript checked by someone proficient in the language. Manuscripts in which the English is difficult to understand can be rejected.

Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/languagepolishing> or our customer support site at [service.elsevier.com](http://service.elsevier.com) for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any

products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions: <http://www.elsevier.com/termsandconditions>

## **Submission**

Submission to this journal proceeds totally online. Use the following guidelines to prepare your article.

Via the homepage of this journal (<http://ees.elsevier.com/wr/>) you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail and via the author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail. Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/wr/>.

## **Referees**

You are required to submit, with the manuscript, the names and addresses of 4 potential referees that can give an independent review.

## **Important notice**

Multi-part papers are not to be considered. Papers that are requested by the editors to be revised must be returned within 4 weeks or they will be regarded as withdrawn. Water Research has no page charges.

## **PREPARATION**

### **Use of word processing software**

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on

processing the article. In particular, do not use the Word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns.

The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

## **Article structure**

### **Subdivision - numbered sections**

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Use line numbering throughout your paper.

### **Introduction**

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

### **Material and methods**

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

### **Results**

Results should be clear and concise. Show only those experimental results that are relevant to your objectives and conclusions and which you want to discuss.

## **Discussion**

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. It should integrate your findings in a comprehensive picture and place them in the context of the existing literature. A combined Results and Discussion section can be appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature. For reviews the organisation of the paper can be different. It is however important that a review is more than a summary of the literature, an in-depth critical discussion is essential for acceptance of a review paper.

## **Conclusions**

Conclusions section is mandatory for this journal. Conclusions contain essentially the 'take-home' message of a paper. Conclusions are not an extension of the discussion or a summary of the results. Authors are advised to list important implications of their work in form of a bulleted list. Conclusions must not contain references to the cited literature.

## **Appendices**

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc. It is also possible to add supplementary information on-line (see below).

Essential title page information

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was

done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes

### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major message. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but IF essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

### **Graphical abstract**

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example](#)

Graphical Abstracts on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the Best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: Illustration Service.

### **Highlights**

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, avoid general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes. Use keywords that make your paper easy detectable for interested readers in literature databases. Repeating terms in the title is usually not needed.

### **Abbreviations**

Nomenclature must be listed at the beginning of the paper and must conform to the system of standard SI units. Acronyms and abbreviations must be spelled out in full at their first occurrence in the text. Authors should consult - "Notation for Use in the Description of Wastewater Treatment Processes", Water Res.1987;(21)2:135-9. In general, minimise the use of abbreviations so the paper remains easily understood by the general reader.

### **Acknowledgements**

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the



research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

### **Formatting of funding sources**

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### **Artwork**

#### **Electronic artwork**

#### **General points**

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Ensure that the figures can be understood without reading the text. Minimise use of abbreviations.
- Produce images near to the desired size of the printed version.

- For initial submission, figures can either be submitted next to the relevant text in the article or each figure can be submitted as a separate file. However, for revision, please ensure that you submit each figure as a separate file so that it can be used for production purpose if the manuscript gets accepted

A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions> You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

### **Formats**

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS, PDF or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

### **Please do not:**

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;

- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### **Color artwork**

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only.

Further information on the preparation of electronic artwork.

### **Figure captions**

Ensure that each illustration has a caption. Submit each caption directly below each figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used. The figure caption should be understandable independent of the text and abbreviations should be avoided.

### **Tables**

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

Minimise the use of symbols and abbreviations in the tables.

## References

### Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Only cite the original papers and those relevant for the work, no need to give a full literature review in the introduction/discussion. A large fraction of self-citations is general an indication that the authors didn't place their work well in the literature context.

### Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

A DOI can be used to cite and link to electronic articles where an article is in-press and full citation details are not yet known, but the article is available online. A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please

note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

### **Web references**

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### **Data references**

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

### **References in a special issue**

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### **Reference management software**

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley and Zotero, as well as EndNote. Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/water-research>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

### **Free Reference Style**

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following example:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

### **Reference style**

References to published literature must be cited in the text as follows:

Li and Gregory (2006) - the date of publication in parentheses after the authors' names.

References must be listed together at the end of each paper and must not be given as footnotes. For other than review papers authors should aim to give no more than 20-30 recent, relevant references. They must be listed alphabetically starting with the surname of the first author, year followed by the title of the referenced paper and the full name of the periodical, as follows:

Li, G., Gregory, J., 2006. Flocculation and sedimentation of high-turbidity waters. *Water Research* 25 (9), 1137-1143.

It is particularly requested that (i) authors' initials, (ii) the title of the paper, and (iii) the volume, part number and first and last page numbers are given for each reference.

References to books, reports and theses must be cited in the narrative. They must include the author(s), date of publication, title of book, editor(s) name(s) if applicable, page numbers, name of publisher, and place of publication. The abbreviation et al. may be used in the text. However, the names of all authors must be given in the list of references. Personal communications and other unpublished works must be included in the reference list, giving full contact details (name and address of communicator).

Personal communications must be cited in the text as, for example, Champney (2006).

References in languages other than English must be referred to by an English translation (with the original language indicated in parentheses).

Citing and listing of web references. As a minimum, the full URL should be given. Any further information, if known (author names, dates, references to a source publication etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

## **Video**

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they

directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### **Supplementary material**

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

### **Data linking**

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that give them a better understanding of the research described.



There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

## **ARTICLE ENRICHMENTS**

### **AudioSlides**

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

### **Google Maps and KML files**

KML (Keyhole Markup Language) files (optional): You can enrich your online articles by providing KML or KMZ files which will be visualized using Google maps. The KML or KMZ files can be uploaded in our online submission system. KML is an XML schema for expressing geographic annotation and visualization within Internet-based Earth browsers. Elsevier will generate Google Maps from the submitted KML files and include these in the article when published online. Submitted KML files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. More information.

### **Interactive plots**

This journal enables you to show an Interactive Plot with your article by simply submitting a data file. Full instructions.

### **Online proof correction**

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

### **Offprints**

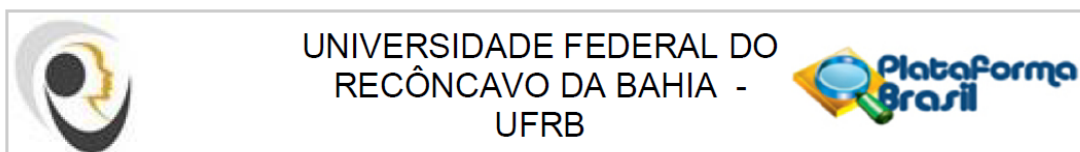
The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Webshop. Corresponding authors who have published their article open access do not receive a Share Link as their final

published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

**Author's Discount**

Contributors to Elsevier journals are entitled to a 30% discount on most Elsevier books, if ordered directly from Elsevier.

## ANEXO B – Parecer consubstanciado do CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação da infecção por enteroparasitos, indicadores sócio-econômicos e de saúde em populações do Recôncavo Baiano

**Pesquisador:** ANA LÚCIA MORENO AMOR

**Área Temática:**

**Versão:** 5

**CAAE:** 40542314.5.0000.0056

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

**Patrocinador Principal:** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.167.637

**Data da Relatoria:** 13/07/2015

#### Apresentação do Projeto:

"Os estudos em Parasitologia Humana procuram expressar as causas e consequências das parasitoses sobre o homem e o seu inter-relacionamento com o meio ambiente e as condições sociais (NEVES, 2005). Com a "urbanização" da sociedade, várias doenças parasitárias passaram a ser controláveis. Contudo, em nosso país, com a concentração de renda nas mãos da elite e o consequente desemprego e empobrecimento das demais classes sociais, houve uma redução nos investimentos em saneamento básico e saúde pública, promovendo comprometimento da qualidade de vida, a urbanização desordenada e o recrudescimento de várias pragas. Os estudos em Parasitologia Humana proporcionam aos estudantes conhecimentos básicos de morfologia, habitat, ciclo evolutivo, epidemiologia, patogenia, patologia, sintomatologia, diagnóstico, recursos terapêuticos e profilaxia dos principais protozoários, helmintos e artrópodes parasitos do homem e seus vetores, dentro de uma visão integral homem/meio ambiente. Proporcionam ao estudante uma visão da Parasitologia dentro de um contexto de Saúde Pública, situando sua responsabilidade como futuro profissional na área da Saúde. Os parasitos se apresentam sob a forma de trofozoítos ou cistos, ovos, larvas ou adultos, dialogando ora com outros parasitos, ora com seus vetores e hospedeiros vertebrados, ou mesmo com o homem (LINARDI, 2008). No que concerne aos hábitos de higiene e limpeza acredita-se que se caracterizam como práticas herdadas na tradição e cursam em conformidade com os contextos relacionais e simbólicos que permeiam a experiência dos sujeitos ao longo da vida, portanto, ultrapassam o conhecimento técnico e racional das recomendações científicas. As práticas de higiene e limpeza, entendidas por essa perspectiva, solicitam não só o conhecimento dos

fatores críticos do ponto de vista físico, parasitológico e microbiológico, mas também a compreensão das práticas pela lente de quem as realizam, animada por percepções que são influenciadas por uma sorte de fatores que se inscrevem numa abordagem sócio-antropológica do fenômeno. Estudantes inseridos nestas atividades terão conhecimento a respeito do tema e trabalharão como multiplicadores destas informações, confeccionando medidas profiláticas voltadas para o perfil da comunidade inserida, tendo papel educativo na promoção de boas práticas de higiene e prevenção a agentes infecciosos e parasitários e contaminação de alimentos por coliformes, constituindo-se em um modelo de atuação efetiva, influenciando no comportamento social, refletindo na melhoria da qualidade de vida. A educação em saúde permite que os graduandos dos cursos de Enfermagem, Nutrição, Bacharelado Interdisciplinar em Saúde e de Medicina possam estimular a população a fazer-se agente de mudança, por meio de uma postura consciente e crítica, diante de seus problemas. Os profissionais de saúde têm como responsabilidade analisar comportamentos e procedimentos adotados, propondo correções que beneficiem a sociedade"

#### **Objetivo da Pesquisa:**

"Objetivo Primário:

Investigar a prevalência de enteroparasitos em populações residentes em bairros central e periférico do município de Santo Antônio de Jesus – Bahia - Brasil e avaliar suas relações com aspectos demográficos, socioeconômicos e de saúde.

Objetivo Secundário:

Caracterizar os aspectos demográficos, socioeconômicos e de saúde da população pesquisada. Traçar perfil epidemiológico dos enteroparasitos na população pesquisada e em seus animais de estimação (cão ou gato). Verificar a presença de quadro alérgico (asma, rinite, eczema) em indivíduos com infecção parasitária. Avaliar a relação de parasitos com estado nutricional e com aspectos demográficos, socioeconômicos e de saúde dos indivíduos. Retornar à comunidade para realização de ação educativa com leitura dos resultados e esclarecimentos pertinentes aos dados coletados. Encaminhar os indivíduos positivos para enteroparasitos para avaliação médica e posterior disponibilização do tratamento antiparasitário"

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

"Riscos:

Trabalhos com populações devem atentar-se para possíveis perdas de integrantes por motivos diversos, em decorrência disso, os pesquisadores promoverão visitas periódicas aos locais pesquisados na tentativa de convencimento quanto à inserção do indivíduo na pesquisa. Para não se registrar na pesquisa possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, as questões inseridas no questionário socioeconômico-cultural-ambiental são de natureza objetiva e a demanda de material de laboratório, não requer procedimentos invasivos. Contudo, caso não se sinta confortável para a coleta de material pela técnica da fita adesiva ou para a coleta do material das unhas e pele ou de frutas e verduras consumidas e presentes nas residências, sem comprometimento na entrega do material fecal, estes procedimentos não serão realizados. Considerando riscos de cortes no momento da coleta do material subungueal ou do swab anal, medicamentos antiinflamatórios de uso tópico serão utilizados. Para que não ocorra contaminação dos pesquisadores e/ou que os pesquisadores contaminem a amostra, serão utilizadas luvas nestes procedimentos, atentando-se para normas

de Biossegurança. É deixado claro tanto de forma escrita no TCLE quanto verbalmente no ato da entrevista referente a retirada do nome do pesquisado em qualquer momento, a critério do mesmo.

**Benefícios:**

Este estudo visa um melhor dimensionamento na elaboração de medidas de combate e prevenção, através da educação sanitária no ciclo indivíduo – família - comunidade, durante o período de realização do mesmo.. A realização desta análise no município possibilitará avaliar aspectos importantes das parasitoses intestinais na região. Como a ocorrência de enteroparasitos tem uma estreita relação com o ambiente e as condições higiênicas e sanitárias no qual o indivíduo está inserido, com a apresentação dos resultados, em conjunto com a comunidade e autoridades locais, faz-se relevante identificar os fatores relacionados com a ocorrência destes parasitos na região e possíveis soluções. Os pesquisados receberão laudos com os resultados nutricionais e laboratoriais para que seja possível consulta clínica para tratamento, se necessário."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O estudo busca "Investigar a prevalência de enteroparasitos em populações residentes em bairros central e periférico do município de Santo Antônio de Jesus – Bahia - Brasil e avaliar suas relações com aspectos demográficos, socioeconômicos e de saúde." O presente estudo resguarda a eticidade da pesquisa, conforme preceitua a Resolução 466/2012 do CNS, há apenas um ajustes a ser realizado pela pesquisadora.

Incluir no TCLE o contato deste CEP para eventuais esclarecimentos éticos sobre o estudo, como consta no Termo de Assentimento.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

TCLE: SIM

Termo de anuência da instituição co-participante: SIM

Folha de rosto assinada: SIM

Termo de Assentimento: SIM

**Recomendações:**

Incluir no TCLE o contato deste CEP para eventuais esclarecimentos éticos sobre o estudo, como consta no Termo de Assentimento.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Após a análise do projeto de pesquisa, tendo por referência a Resolução 466/2012, foi possível concluir que o projeto foi aprovado, contudo, pedimos à pesquisadora que se atente para a recomendação supracitada.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

CRUZ DAS ALMAS, 03 de Agosto de 2015

---

**Assinado por:**  
**Elissandra Ulbricht Winkaler**  
**(Coordenador)**