



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA O  
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 02**

**AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA SENSIBILIZAÇÃO  
DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO  
ASSENTAMENTO PALMARES, NO MUNICÍPIO DE  
ARAGUATINS, TOCANTINS.**

**Dissertação apresentada por:**

**LÍLIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA**

**Orientador: Prof. Dr. Cleber Silva e Silva (UFPA)**

**Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Paes Barreto Peixoto (UNITINS)**

---

**BELÉM  
2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA O  
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 02**

**AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA SENSIBILIZAÇÃO  
DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO  
ASSENTAMENTO PALMARES, NO MUNICÍPIO DE  
ARAGUATINS, TOCANTINS.**

**Dissertação apresentada por:**

**LÍLIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA**

**Orientador: Prof. Dr. Cleber Silva e Silva (UFPA)**

**Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Paes Barreto Peixoto (UNITINS)**

---

**BELÉM  
2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA O  
ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 02**

**AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA SENSIBILIZAÇÃO  
DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO  
ASSENTAMENTO PALMARES, NO MUNICÍPIO DE  
ARAGUATINS, TOCANTINS.**

**Dissertação apresentada por:**

**LÍLIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA**

**Orientador: Prof. Dr. Cleber Silva e Silva (UFPA)**

**Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Paes Barreto Peixoto (UNITINS)**

---

**BELÉM  
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Lima, Lilian Natália Ferreira de, 1988-

Ações de educação ambiental na sensibilização da qualidade da água para consumo humano no assentamento Palmares, no município de Araguatins, Tocantins / Lilian Natália Ferreira de Lima. – 2018

xiii, 78 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Cleber Silva e Silva

Coorientador: Ricardo Henrique Paes Barreto Peixoto

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, Belém, 2018.

1. Água - Qualidade - Araguatins (TO). 2. Físico-química - Araguatins (TO) - Análise. 3. Microbiologia - Araguatins (TO). 4. Educação ambiental - Araguatins (TO). I. Título.

---

CDD 22. ed.: 628.161098117

Elaborado por  
Hélio Braga Martins  
CRB-2/698



**Universidade Federal do Pará**

**Instituto de Geociências**

Programa de Pós-Graduação em rede Nacional para o Ensino das  
Ciências Ambientais

**AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA SENSIBILIZAÇÃO  
DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO  
ASSENTAMENTO PALMARES, NO MUNICÍPIO DE  
ARAGUATINS, TOCANTINS.**

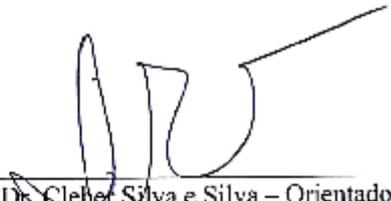
DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:

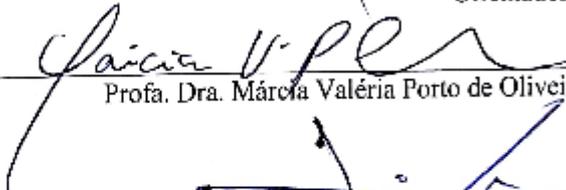
**LÍLIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA**

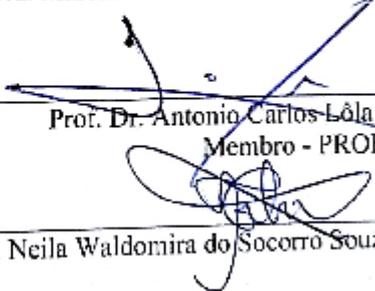
Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Ensino  
em CIÊNCIAS AMBIENTAIS

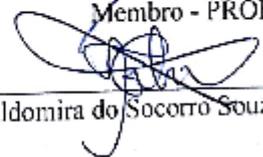
Data de Aprovação: 22/05/2018

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Cleber Silva e Silva – Orientador  
Orientador – UFPA

  
Prof. Dra. Márcia Valéria Porto de Oliveira Cunha  
IFPA

  
Prof. Dr. Antonio Carlos Lôla da Costa  
Membro - PROFCIAMB

  
Prof. Dra. Neila Waldomira do Socorro Souza Cabral  
IFPA

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por guiar meus caminhos e me ajudar a vencer todas as dificuldades. À minha família, que mesmo distante, acompanhou e confiou na concretização dessa jornada. A minha coordenadora Hanari Santos de Almeida Tavares, pelo apoio, por compreender a importância da pós graduação no crescimento profissional e pessoal.

Aos professores orientadores Cleber Silva e Silva e Ricardo Henrique Paes Barreto Peixoto pela oportunidade concedida, troca de conhecimentos, aprendizado e por acreditar no desenvolvimento desta pesquisa. Pela competência técnica e humana com que acompanhou os processos de produção e finalização do trabalho empreendido.

Aos Professores Tarcisio Vieira e Thiago de Loiola Araújo da Silva e toda a equipe do Laboratório de Química do IFTO-Araguatins. Ao meu companheiro de campo Richard Alef Garros da Silvs pelo auxílio nas coletas. À coordenação do PROFCIAM e a todos os amigos, professores e funcionários do Programa.

*“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar... as facilidades nos impedem de caminhar”.*  
*(Chico Xavier)*

## RESUMO

A importância da avaliação da qualidade da água para consumo humano está baseada no fato dela ser um dos principais veículos de enfermidades de natureza infecciosa. O objeto desta pesquisa foi avaliar a qualidade da água para consumo humano, por meio da caracterização física, química e microbiológica da água de poços aberto e fechado do assentamento Palmares, Araguatins (TO) e desenvolver uma campanha educativa a partir dos resultados obtidos no estudo, tendo como base educação ambiental. As coletas dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram realizadas durante o período de 16 a 20 de outubro em dois poços de consumo do assentamento, utilizando a sonda multiparamétrica, turbidímetro, Ph metro, termómetro. Os resultados obtidos foram comparados com a resolução do Ministério da Saúde nº.2.914 de 12/12/2011. Os dados analisados dos poços do assentamento Palmares, indicam que há alteração no comportamento de alguns parâmetros. Essas alterações foram observadas nos valores de salinidade (NaCl) que apresentaram concentrações acima das concentrações máximas permitidas pela Portaria do ministério da saúde nº.2.914 de 12/12/2011, a análise de variância não reconheceu a existência de diferenças significativas entre as coletas dos valores médios das campanhas amostradas de todos os parâmetros das águas subterrâneas dos poços aberto e fechado estudados, indicando que não houve erros metodológicos, aceitando-se a hipótese nula. De acordo com a Portaria nº 2.914/11/MS, resultados obtidos neste estudo, apresentaram impróprios para consumo humano, visto que os valores de salinidade, pH e E coli não se enquadraram dentro dos padrões de potabilidade, indicando contaminação por matéria orgânica. Ainda, conclui-se que as famílias do assentamento palmares estão consumindo água fora dos padrões de potabilidade estipulados pela legislação brasileira e, que a melhoria da qualidade da água ofertada passa pela difusão de tecnologias de saneamento e pelo uso de metodologias eficientes para a educação ambiental dos moradores dos assentamentos.

Palavras-chave: Análise físico-química. Microbiologia, educação ambiental.

## ABSTRACT

The importance of assessing the quality of water for human consumption is based on the fact that it is one of the main vehicles of infectious diseases. The objective of this research was to evaluate the quality of the water for human consumption, by means of the physical, chemical and microbiological characterization of the water of open and closed wells of the settlement Palmares, Araguatins (TO) and to develop an educational campaign based on the results obtained in the study, based on environmental education. The physical, chemical and microbiological parameters were collected during the period from October 16 to 20 in two wells of the settlement, using the multiparameter probe, turbidimeter, Ph meter, thermometer. The results obtained were compared with the resolution of the Ministry of Health nº 2.914 of 12/12/2011. The analyzed data of the wells of the settlement Palmares indicate that there is change in the behavior of some parameters. These changes were observed in the values of salinity (NaCl) that presented concentrations above the maximum concentrations allowed by Ministerial Order Nº 2.914 of 12/12/2011, the analysis of variance did not recognize the existence of significant differences between the collections of the mean values of the campaigns sampled from all groundwater parameters of the open and closed wells studied, indicating that there were no methodological errors, accepting the null hypothesis. According to Ordinance Nº 2.914/11/MS, results obtained in this study were unfit for human consumption, since the values of salinity, pH and E coli did not meet the potability standards, indicating contamination by organic matter. Still, it is concluded that the families of the palm groves are consuming water outside the potability standards stipulated by the Brazilian legislation and that the improvement of the quality of the water offered goes through the diffusion of sanitation technologies and the use of efficient methodologies for environmental education of the inhabitants of the settlements.

Key-words: Physical-chemical analysis. Microbiology.environmental education.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Localização do Estado do Tocantins no Brasil e localização geográfica da área de estudo (TO-Brasil) .....	41
Figura 2 - Mostra alguns detalhes do poço fechado .....	43
Figura 3 - Mostra alguns detalhes do poço aberto .....	43
Figura 4 - Localização dos pontos de amostragem de água no assentamento Palmares município de Araguatins (TO) .....	44

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Localização dos pontos de amostragem na área de estudo, assentamento Palmares, município de Araguatins (TO) .....	44
Tabela 2 – Parâmetros analisados, métodos e equipamentos utilizados nas amostras de água do assentamento Palmares, município de Araguatins (TO) .....	46
Tabela 3 – Aspectos meteorológicos observados durante o período seco no assentamento palmares nos cinco dias de coleta .....	48
Tabela 4 – Resultado da correlação de Spearman entre os parâmetros físicos e químicos avaliados para os poços aberto e fechado .....	70
Tabela 5 – Estatísticas descritivas dos parâmetros físicos e químicos das águas subterrâneas dos poços aberto e fechado, no assentamento Palmares, município de Araguatins (TO), Brasil.....	49
Tabela 6 – Resultado dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos das águas subterrâneas do poço aberto e do poço fechado .....	51
Tabela 7 – Coeficientes da função discriminantes de cada parâmetro físico-químico da água.....	61

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E/OU SÍMBOLOS**

ACP -Análise dos Componentes Principais

ACS - Agentes Comunitario de Saúde

ANA - Agencia Nacional de Águas

COL Totais - coliformes fecais totais

ESF - Estratégia Saúde da Família

GM - Gabinete do Ministro

IBGE - Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

K-S - Shapiro-Wilk

LQPs - Limites de Quantificação Praticáveis

MA - Maranhão

MS - Ministério da Saúde

MST - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra

OD - Oxigênio Dissolvido

ONU – Organização das Nações Unidas

SDT - Sólidos Totais Dissolvidos

SISSOLO - Dados do Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado

SUS – Sistema Único de Saúde

TO - Tocantins

UBS - Unidade Básica de Saúde

VHA - Vírus A da Hepatite

VMP - Valores Máximos Permitidos

VRQ - Valores de Referência de Qualidade

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>EPIGRAFE</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E/OU SÍMBOLOS</b> .....	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>01</b>
1.1 OBJETIVOS .....	<b>04</b>
1.1.1 Objetivo geral .....	<b>04</b>
1.1.2 Objetivos específicos .....	<b>04</b>
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>05</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	<b>05</b>
2.2 AQUISIÇÃO DE DADOS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS EM CAMPO E ANÁLISE LABORATORIAL .....	<b>08</b>
2.2.1 Definição e localização dos pontos de amostragem .....	<b>08</b>
2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS .....	<b>09</b>
2.4 FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA .....	<b>09</b>
2.5 VARIÁVEIS ANALISADAS E MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS .....	<b>09</b>
2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	<b>10</b>
2.7 DESCRIÇÃO DA CAMPAMHA EDUCATIVA.....	<b>11</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA</b> .....	<b>13</b>
3.1 A ÁGUA .....	<b>13</b>
3.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNDO E NO BRASIL .....	<b>14</b>
3.2.1 Contaminação de Águas Subterrâneas .....	<b>15</b>
3.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARA ÁGUA .....	<b>16</b>
3.3.1 Parâmetros da qualidade da água .....	<b>16</b>
3.4 PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	<b>19</b>
3.4.1 PH .....	<b>19</b>
3.4.2 Condutividade Elétrica .....	<b>20</b>

<b>3.4.3 Temperatura</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4.4 Oxigênio Dissolvido</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.5 Dureza</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.6 Alcalinidade</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.7 Turbidez</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4.8 Nitrato</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4.9 Nitrito</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4.10 Cálcio</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4.11 Magnésio</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4.12 Sólidos totais dissolvidos (STD)</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.1 Coliformes totais</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5.2 Coliformes termotolerantes</b> .....	<b>25</b>
<b>3.6 FATORES DE RISCO QUE PREDISPÕEM AS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6.1 Hepatite A</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.2 Amebíase</b> .....	<b>28</b>
<b>3.6.3 Giardíase e Criptosporidiose</b> .....	<b>28</b>
<b>3.6.4 Gastroenterite</b> .....	<b>29</b>
<b>3.6.5 Febre tifóide e parasitifoide</b> .....	<b>29</b>
<b>3.6.6 Cólera</b> .....	<b>30</b>
<b>3.6.7 Verminose</b> .....	<b>31</b>
3.6.7.1 Esquistossomose (xistosa) .....	31
3.6.7.2 Ascaridíase (lombrigas ou bichas) .....	32
<b>3.6.8 Teníase (solitária)</b> .....	<b>32</b>
<b>3.6.9 Oxiuríase (Enterobíase)</b> .....	<b>33</b>
<b>3.6.10 Ancilostomíase (amarelão)</b> .....	<b>33</b>
<b>3.9 POPULAÇÕES DE ASSENTADOS RURAIS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.10 EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	<b>37</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2 ASPECTOS GERAIS DOS PONTOS DE COLETA</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3 DADOS FÍSICOS E QUÍMICOS DA ÁGUA</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3.1 Temperatura</b> .....	<b>46</b>

<b>4.3.2 PH</b> .....	<b>46</b>
<b>4.3.3 NaCl (salinidade)</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3.4 Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3.5 Turbidez</b> .....	<b>48</b>
<b>4.3.6 Oxigênio dissolvido (OD)</b> .....	<b>49</b>
<b>4.3.7 Condutividade elétrica</b> .....	<b>49</b>
<b>4.3.8 Nitrato</b> .....	<b>50</b>
<b>4.3.9 Nitrito</b> .....	<b>50</b>
<b>4.3.10 Dureza Total (dureza de cálcio e dureza de magnésio)</b> .....	<b>51</b>
<b>4.3.11 Alcalinidade total</b> .....	<b>51</b>
<b>4.4 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS</b> .....	<b>52</b>
<b>4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS POÇOS ABERTOS E FECHADOS</b> .....	<b>56</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>63</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>64</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>70</b>
<b>ANEXO A</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXO B C</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXO D E</b> .....	<b>78</b>
<b>ANEXO F</b> .....	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida e o desenvolvimento do ser humano, está presente em abundância no planeta, porém, grande parte dessa água está nos oceanos e é imprópria para consumo. Da porção de água doce existente, a maior parte está depositada na forma de geleiras nas calotas polares, sendo a segunda maior fonte dessa água, as águas subterrâneas. Diante do crescimento populacional acompanhado ao aumento da poluição ambiental, a água potável vem se tornando um recurso cada vez mais escasso. Nesse cenário a água subterrânea vem assumindo uma importância relevante no abastecimento, geralmente possuem uma elevada qualidade atendendo aos requerimentos para uso de consumo humano, sem necessidade de tratamento para poderem ser consumidas, porém já foram encontradas diversas contaminações antrópicas e naturais nessas águas que não lhes permitem obedecer ao padrão de potabilidade exigido pela legislação pertinente (Castro 2013).

Segundo Ministério da Saúde, Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, a água provinda de rede de abastecimento público é o ponto de partida para a obtenção da água purificada. Esta por sua vez, deve ser tratada em um sistema que assegure a obtenção da água conforme as especificações da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Seu controle deve ser periódico para garantir que o sistema de purificação esteja apropriado com as condições de uso humano (Brasil 2011).

A captação de água subterrânea é toda perfuração através da qual obtemos água de um aquífero, chamado de poço ou furo. Há várias formas de classificá-los. Segundo a Agencia Nacional de Águas – ANA, são muito utilizados pela facilidade de construção e menores custos. Dentre eles temos a cacimba, poço raso, cisterna e amazonas, são construídos total ou parcialmente manuais e não precisam de licenciamento ou autorização governamental dos órgãos gestores (Ana 2013).

Apesar das águas subterrâneas se encontrarem mais protegidas da poluição que as águas superficiais, não se encontram imunes á ação do homem e das suas diversas atividades; tais como; deposição de lixos humanos em aterros, uso intensivo de adubos e pesticidas em atividades agrícolas, deposição no solo de dejetos animais resultantes de atividades agropecuárias, construção incorreta de fossas sépticas e deposição de resíduos industriais sólidos ou líquidos e até mesmo através de eliminações fisiológicas a céu aberto ao serem arrastados causam infiltração no solo, contaminando os poços o solo e propiciando o aparecimento das doenças de veiculação hídrica (Araújo *et al.* 2013).

Atualmente, um número significativo de crianças morre no mundo por doenças

diretamente relacionadas às condições deficientes de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Essas doenças, especialmente quando associadas com a desnutrição, podem enfraquecer as defesas orgânicas a ponto de contribuir com doença e morte por causas, como sarampo e a pneumonia além das várias doenças transmitidas pela rota fecal-oral. Este quadro está estreitamente relacionado à pobreza: a proporção de doenças relacionadas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário em crianças menores de cinco anos na África, por exemplo, é mais de 240 vezes superior à dos países ricos (Prüss *et al.*, 2002).

Dados do Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado (SISSOLO) revelam, a despeito de terem sido fornecidos por municípios que prestaram informações sobre as áreas contaminadas em seus territórios, que aproximadamente 30.000.000 de pessoas, ou seja, o equivalente a 16% da população brasileira, estimada pelo Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE) em julho de 2014 em 202.768.562, encontram-se expostos ou potencialmente expostos a toda gama de malefícios gerados pelas áreas contaminadas (Brasil 2011).

Nessa perspectiva as doenças de veiculação hídrica refletem significativamente na qualidade de vida e desenvolvimento esperado no ciclo vital. O conhecimento dos fatores de risco que levam ao desenvolvimento das DVH's colaboram para a adoção de medidas preventivas, como a purificação da água para consumo humano diminuindo consideravelmente a ocorrência dessas patologias. No entanto as informações são importantíssimas para promoção e prevenção da saúde, nos aspectos que envolvam a qualidade da água e a manutenção da saúde humana (Bernardin 2015).

A maior parte do abastecimento de água na região rural do município de Araguatins-TO é feito através de águas subterrâneas obtidas de poços semiartesianos, de pouca ou grande profundidade, construídos em assentamentos de reforma agrária, de uso coletivo, que não são frequentemente testados quanto à sua qualidade e as águas provenientes do setor público são monitoradas somente para alguns parâmetros, não sendo realizadas análises completas para verificar a existência de contaminantes como metais e outros elementos, traços que podem estar presentes na água, prejudicando a sua potabilidade.

Implantado desde 24 de fevereiro de 2009, o assentamento Palmares completou seu processo de ocupação em julho do mesmo ano. A ação antrópica, principalmente a implantação progressiva de atividades econômicas e o adensamento populacional de forma desordenada vêm intensificando problemas ambientais emergentes, como a insuficiência do sistema rede de esgotamento sanitário, rápido e intenso processo de impermeabilização sem sistema de drenagem adequada (escoamento superficial e pluvial), resultando reflexos no regime

hidrológico, com reconhecidos desdobramentos em termos de alterações na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos.

No início de implantação do assentamento as famílias camponesas tiveram apoio técnico e financeiro. Entretanto não conseguiram ser bem sucedidos por que os projetos foram desenvolvidos por meio de uma assistência e atenção técnica precária, algumas famílias acabaram optando por projetos cuja atividade produtiva não conseguiu corresponder as suas expectativas e também porque outras famílias cometeram desvio na finalidade da aplicação dos recursos

Com a instalação do assentamento Palmares em Araguatins (TO), as áreas marginais estão em processo de ocupação, abrindo vias de acesso, registrando ocorrência de desmatamentos, aumentando as áreas com exposição dos solos, acelerando a erosão e modificando muitos dos processos naturais onde interagem clima, relevo, solo e cobertura vegetal, causando modificações nas características físicas, químicas e Microbiológicas das águas subterrâneas principal fonte de abastecimento das famílias que residem na comunidade.

No entanto as águas subterrâneas apresentam-se como notável recurso para o abastecimento de regiões onde existem condições favoráveis para o aproveitamento. Além disso, o estado do Tocantins apresenta seca severa de maio a novembro, quando as águas de superfície podem desaparecer nesse período. A água subterrânea retirada de fraturas e falhas de rochas compactas tem sido a única fonte de suprimento de pequenos núcleos populacionais.

Dentro desse contexto se evidencia a necessidade de identificar os fatores de risco que contaminam a água e podem ser prejudiciais aos consumidores. Sendo a água um elemento essencial à vida e indispensável diariamente, torna-se também um meio favorável à disseminação de doenças, quando algumas condições estão presentes, entre elas, saneamento básico deficiente.

Por compreender que as características socioeconômicas das famílias que residem no assentamento, são de baixo rendimento financeiro e pouco acesso à infraestrutura municipal (como asfalto, água encanada, rede de esgoto), é preciso identificar o máximo possível o risco que a água de poços consumida sem o devido tratamento pode ocasionar

O estudo proporcionará conhecimento sobre a qualidade da água consumida, proporcionando através de seus resultados, medidas educativas que possam diminuir os índices de doenças de veiculação hídrica e sensibilizando as famílias sobre a importância de cuidar do meio ambiente. Ainda possibilitando a construção de bases de dados confiáveis que poderá subsidiar a intervenção estrutural factível pelo poder público local.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.2.1 GERAL

Analisar as influências antrópicas nos pontos estudados do poço aberto e fechado do assentamento Palmares, Araguatins-(TO) e realizar ações de educação ambiental.

### 1.2.2 Específicos

- ✓ Compreender os níveis de poluição do poço aberto e fechado, no período seco do assentamento Palmares, Araguatins-TO.
- ✓ Interpretar e comparar o estado da qualidade da água do poço aberto e fechado, a partir de análises pontuais, obtidas em campo no período seco, no mês de outubro de 2017.
- ✓ Identificar as variações nas características físicas, químicas e microbiológicas do poço aberto e fechado, sob os efeitos causados pela ocupação do solo na área de estudo, quando na mudança de poço tipo aberto e tipo fechado.
- ✓ Comparar as concentrações das principais variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água, durante o período estudado, com relação aos limites estabelecidos pela portaria nº.2.914 de 12/12/2011, do ministério da Saúde.
- ✓ Desenvolver campanha educativa para sensibilização das famílias que residem nos assentamentos, do Município de Araguatins (TO).

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Araguaatins(TO), apresenta uma área de 2.625,28 km<sup>2</sup>, com um clima misto de Cerrado e Amazônia, uma população de 31.324 habitantes. Destes, 20.135 habitam a área urbana e 11.194 vivem na zona rural, distante 660 km de Palmas capital do Estado (FIGURA 1) com coordenadas geográficas latitude sul 5°25.60.e 6°32.24. Longitude oeste de 48°23.60. e 48°00.48 (Ibge 2017). Localizado no extremo norte do Estado do Tocantins, sendo a maior cidade da chamada região do Bico do Papagaio, fundada através do Decreto-Lei Estadual nº 8.305, de 31 de dezembro, primeiramente recebendo a denominação de São Vicente passou a denominar-se Araguaatins, combinação decorrente de Araguaia e Tocantins, os dois grandes rios que fazem influência na região. Estão cadastrados vinte e dois assentamentos de reforma agrária e sete de crédito fundiário totalizando vinte e nove, dados que demonstram a relevância da reforma agrária para o município (Ibge 2013).

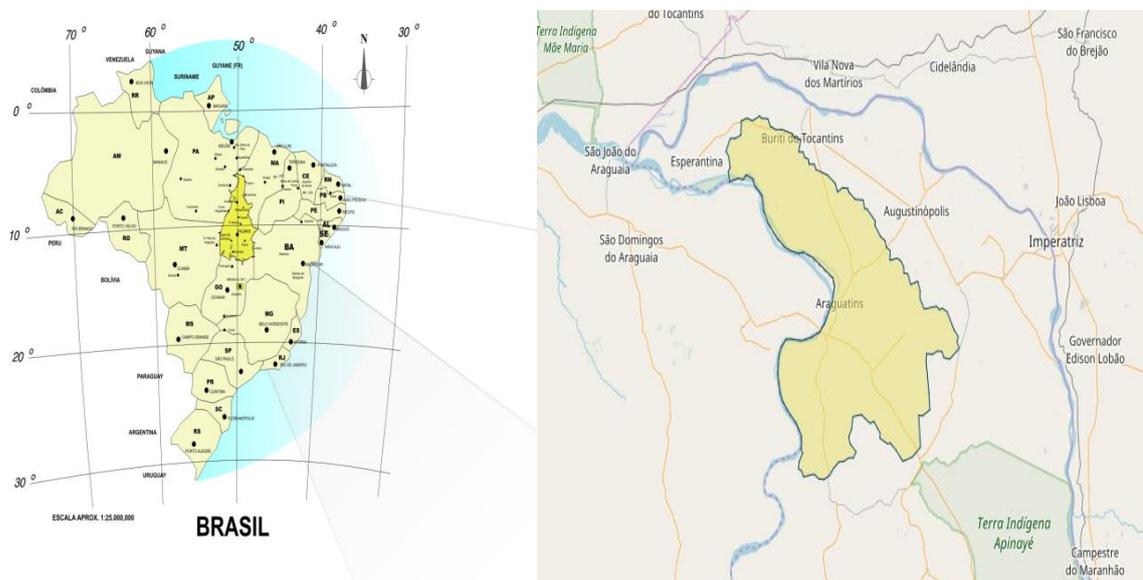


Figura 01- Localização do Estado do Tocantins no Brasil e localização geográfica da área de estudo (TO-Brasil).

Fonte: Ibge (2012)

A pesquisa foi realizada nos assentamentos Palmares distando vinte e oito quilômetros da cidade de Araguatins, foi criado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, INCRA, no dia 24 de fevereiro do ano de 2009. Aloja 50 famílias em 450 ha, sendo que 67,16 ha são de reserva do assentamento. No início de implantação do assentamento as famílias camponesas tiveram apoio técnico e financeiro. Entretanto não conseguiram ser bem-sucedidos por que os projetos foram desenvolvidos por meio de uma assistência e atenção técnica precária, algumas famílias acabaram optando por projetos cuja atividade produtiva não conseguiu corresponder as suas expectativas e também porque outras famílias cometeram desvio na finalidade da aplicação dos recursos.

No geral muitas atividades relacionadas à produção agrícola e criação no assentamento ainda estão se estruturando. Os camponeses estão buscando formas de se adequarem a determinadas atividades que melhor lhe convém economicamente. Dessa forma, a grande maioria dos camponeses se empenham mais no sentido de se dedicarem à produção de produtos que tenha destino comercial mais seguro como a criação de gado. A pecuária leiteira é a principal atividade econômica desenvolvida pelas famílias do assentamento.

O assentamento enfrenta dificuldades na educação e saúde, a escola e o posto de saúde mais próximo fica a seis quilômetros, no assentamento Maringá. A Escola que inicia a partir a alfabetização e vai até ao quarto ano do ensino fundamental, dificultando a conclusão dos estudos. Já o serviço de atendimento na área de saúde, é desenvolvido no assentamento Palmares através do acompanhamento de um Agente Comunitário de Saúde residente no próprio assentamento e atua conforme orientação da secretaria municipal de saúde de Araguatins-TO.

A distribuição de água no assentamento era realizada por meio de poços semiartesianos (Figura, 2) implantados na agrovila do assentamento. Esse poço é composto por uma estrutura que envolve uma bomba elétrica, caixa d'água, encanação. Esse conjunto de equipamentos constituiu o abastecimento de água na agrovila do assentamento. Essas estruturas de abastecimentos de água foram implantadas dois anos após a criação do assentamento. Seu funcionamento e abastecimento não atendem as necessidades das famílias. O referidos poço não consegue atender bem a comunidade. A água apresenta dureza, fato que contribuiu para que as famílias utilizassem água da cisterna (Figura, 3).

As estruturas de abastecimentos de água foram implantadas com recurso do governo federal em 2010. Segundo a comunidade não são feitas manutenção e nem limpeza dos poços, os reparos quando necessários são feitos pela comunidade.

Os pontos de captação de água no assentamento são o poço semiartesiano e o poço aberto, ambos foram feitos para esse estudo.



Figura 02 - Mostra alguns detalhes do poço fechado  
Fonte – Autora

Vista parcial da localização da Instalação do Poço fechado (semiartesiano) no assentamento Palmares. Pode ser observada a falta de conservação da tubulação.



Figura 03-Mostra alguns detalhes do poço aberto.  
Fonte- Autora

Aspectos gerais do poço aberto (cisterna) no assentamento Palmares. Pode ser observada a vegetação natural ao fundo e a falta de medidas preventivas de proteção.

## 2.2 AQUISIÇÃO DE DADOS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS EM CAMPO E ANÁLISE LABORATORIAL

### 2.2.1 Definição e localização dos pontos de amostragem

A definição dos pontos de amostragem (Poços) foi feita levando-se em consideração: 1) o uso da água pelos moradores.

A tabela 01 mostra a denominação e localização dos pontos de amostragem na área estudada e a figura 04 mostra o mapa dos pontos de amostragem

Tabela 01- Localização dos pontos de amostragem na área de estudo, assentamento Palmares, município de Araguatins (TO).

<b>Pontos</b>	<b>Denominação</b>	<b>Localização (UTM)</b>
Ponto 1	PT1 Poço aberto	S 5.474478 e W 48.043355
Ponto 2	PT2 Poço fechado	S 5.479242 e W 48.045949

Fonte- Autora

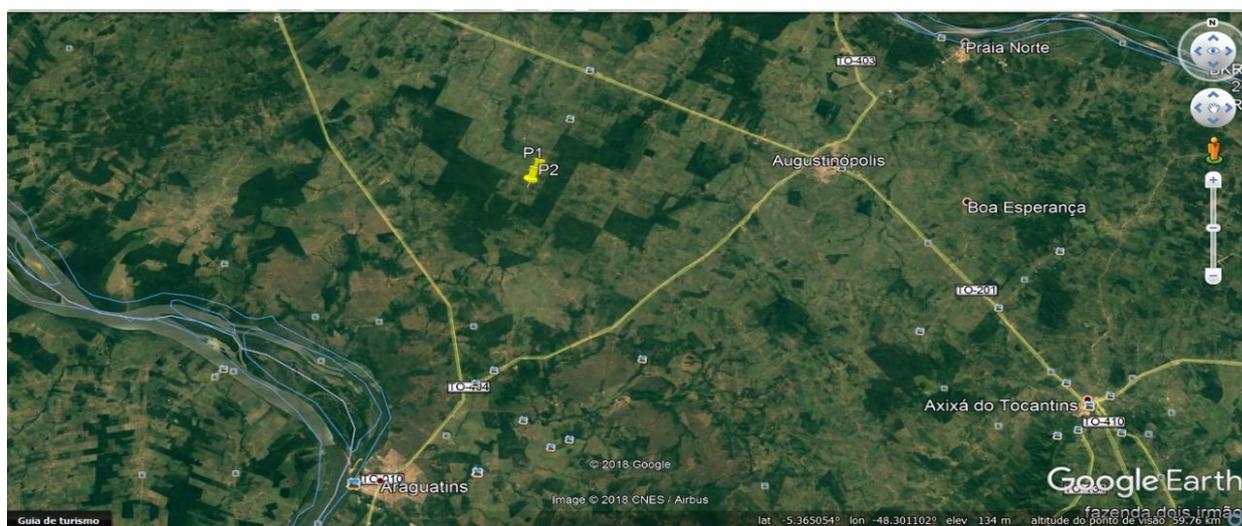


Figura 04-Localização dos pontos de amostragem de água no assentamento Palmares, município de Araguatins (TO).

Fonte-Google Earth, 2017.

### 2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de água para análises físicas, químicas e microbiológicas foram coletadas, em frascos de polietileno previamente limpos com ácido nítrico 10 % por 48 horas, sendo estes lavados com água destilada e água ultrapura, e no local da coleta. Todas as amostras foram identificadas e acondicionadas em caixas térmicas com gelo para serem transportadas e refrigeradas até o laboratório de Microbiologia Aqua, localizado em Imperatriz (Ma), distante 100 km do local das coletas.

### 2.4 FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA

Foram realizadas cinco campanhas consecutivas de água amostrando-se em cada um dos pontos amostrais, 03 amostras de cada ponto, com frequência diária, durante o período compreendido entre os dias 01 a 03 de outubro de 2017, sempre às 08:40h.

### 2.5 VARIÁVEIS ANALISADAS E MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS

Foram analisados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos usando-se metodologia padrão. Os parâmetros temperatura da água, pH, OD, condutividade e turbidez, foram medidos em campo, em cada ponto de coleta com um equipamentos específicos, imediatamente logo após a coleta das amostras.

A tabela 2 apresenta os parâmetros, as metodologias e equipamentos utilizados bem como as correspondentes referências bibliográficas.

Tabela 2- Parâmetros analisados, métodos e equipamentos utilizados nas amostras de água do assentamento Palmares, município de Araguatins (TO).

Parâmetro/Unidade	Método Analítico e equipamento	Referência bibliográfica
Temperatura (°C)	Termômetro de filamento de mercúrio	APHA, 22
Potencial Hidrogeniônico (pH)	pH metro	APHA, 22
Condutividade elétrica (µS/cm)	Potenciométrico	APHA, 22
Oxigênio Dissolvido (OD) (mg de O <sub>2</sub> /L)	Potenciométrico	APHA, 22
Turbidez (uT)	Potenciométrico/Turbidímetro	APHA, 22
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Gravimétrico	APHA, 22
Dureza total (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	Titulométrico	APHA, 22
Calcio (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	Titulométrico	APHA, 22
Mg	Titulométrico	APHA, 22
Nitrato (mg/L NO <sub>3</sub> /L)	Espectrofotométrico	APHA, 22
Nitrito (mg/L NO <sub>2</sub> /L)	Espectrofotométrico	APHA, 22
Alcalinidade total (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	Titulométrico	APHA, 22
Coliformes Totais	Substrato Enzimático	APHA, 22
Coliformes termotolerantes (E coli)	Substrato enzimático	APHA, 22

Fonte- Autora

## 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises da estatística básica (média, desvio padrão, medianas, máximos e mínimos) para cada parâmetro analisado foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico SPSS, 24 (Statistical Package for Social Sciences). Previamente as análises foi realizado o teste de Shapiro-Wilk (K-S) para se verificar a normalidade dos parâmetros físicos e químicos amostrados. Não sendo verificado esse pressuposto foram realizadas estatísticas não paramétricas. A distribuição dos parâmetros físicos e químicos foi apresentada por meio de estatísticas descritivas.

A fim de comparar a variação nos parâmetros físicos e químicos entre as áreas de poço aberto e fechado foi realizado o teste de Mann-Whitney. A correlação de Spearman foi realizada para se testar a relação entre os parâmetros nas águas subterrâneas dos poços aberto e fechado.

Para a análise da função discriminante, o poço (aberto ou fechado) foi utilizado como variável de agrupamento e os parâmetros físicos e químicos da água foram adicionados ao modelo como variáveis explicativas. Os coeficientes da função discriminante foram utilizados para verificar qual variável teve maior contribuição na função discriminante. A análise dos componentes principais (ACP) foi realizada para se observar o padrão de dispersão dos pontos associados as áreas de poço aberto e fechado e sua relação com os parâmetros. Em todas as análises foi adotado um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 2.7 DESCRIÇÃO DA CAMPAMHA EDUCATIVA

A pesquisa como diagnósticos de situações locais e a extensão Universitaria e o retorno dos dados obtidos ao público participante do estudo é uma etapa fundamental, principalmente quando se busca a exposição e, conseqüentemente, a resolução dos problemas observados. Assim, o retorno dos dados obtidos no diagnóstico de qualidade da água da água consumida pelas famílias do assentamento Palmares no Município de Araguatins (TO) tornou-se parte importante do estudo. Após a realização do diagnóstico da qualidade da água consumida pelas famílias dos assentamentos, efetuou-se o contato com a prefeitura, especificamente com a secretaria Municipal de Saúde, para apresentar os resultados e o produto a fim de sensibilizá-los em relação a importancia da preservação dos recursos hidricos.

O contato com a secretaria de saúde ocorreu no mes de janeiro e Ferverreiro de 2018. A reunião ocorreu no dia 22 de fevereiro de 2018, foi conduzida a partir de uma explanação oral, para a secretaria de Saúde e sua assistente, por aproximadamente duas horas. Inicialmente fizeram-se esclarecimentos gerais sobre o projeto, sua concepção, coleta das amostras, qualidade da água consumida e recomendações sobre possíveis soluções aos problemas encontrados.

Durante toda a reunião, houve troca de informações e esclarecimento de duvidas levantadas pela secretaria e vice secretaria de Saúde, a partir da apresentação dos problemas e sugestões, foi possível construir, estratégias para a melhoria da qualidade da água do assentamento palmares e de todos os assentamentos do municipio que possui o mesmo Sistema de abastecimento de água. Ao final da reunião, foi decidido pelo informativo com orientações ilustrativas explicando formas simples de tratamento de água que pode ser adotada pelo consumidor.

Desta forma, foi acordado que as distribuições do informativo juntamente com o

hipoclorito serão feitas pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS). A participação dos ACS da zona rural é importantíssima, pois mantém contato diariamente com as famílias dos assentamentos, tornando mais acessível o contato com as famílias. No dia 22 de Março de 2018 os agentes comunitários de saúde participaram de uma oficina, para sensibilização para a preservação dos recursos hídricos e da importância das ações que serão desenvolvidas por eles nas comunidades os quais atendem. Vale ressaltar que o município se responsabilizou por todas as despesas geradas, desde a produção gráfica, impressão e distribuição dos informativos e hipoclorito para a população de assentados atendidos em Araguatins (TO).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

#### 3.1 A ÁGUA

A água é um bem natural e todos os seres vivos do planeta têm direito ao seu consumo e utiliza-la de acordo com suas necessidades. No entanto, a ameaça de escassez hídrica no mundo tem feito com que governos adotem medidas no sentido de preservar os recursos hídricos existentes. Com o devido cuidado a humanidade poderá suprir suas necessidades básicas podendo beber, gerar energia e dar continuidade à produção de alimentos (Tundisi 2008).

A distribuição da água na Terra ocorre da seguinte forma: 97,5% da disponibilidade é água salgada e está nos oceanos; 2,5% da água é doce e está distribuída assim: 29,7% aquíferos; 68,9% calotas polares; 0,5% rios e lagos; 0,9% outros reservatórios (nuvens, vapor d'água etc.) (BORDIGNON 2016).

O consumo crescente de água, o desperdício, a sua contaminação, o assoreamento dos mananciais, são vinculados ao mau gerenciamento e as mudanças climáticas que o planeta vem passando, desequilibrando a relação entre a oferta e a demanda de água potável para o ser humano. A falta de água potável afeta não só a saúde dos homens, mas também o desenvolvimento socioeconômico entre as nações (Puc-Rio 2015).

No Brasil as variações climáticas ambientais associadas ao setor industrial e ao rápido crescimento urbano, apontam para um cenário futuro de escassez hídrica nestes locais. Tudo isso ocasionado pelo mau uso e poluição das águas em todo o continente, principalmente em algumas cidades brasileiras. Já existe uma intensa preocupação em São Paulo, por exemplo, há regiões com graves racionamentos de água potável, que acabam gerando conflitos entre usuários da região agrícola e urbana, na navegação, na geração de energia e na indústria com o surgimento do Manual de Conservação e Reuso de Água para a Indústria (Almeida 2014).

Os problemas ambientais envolvendo a contaminação das águas como esgoto doméstico ou industrial, a contaminação do ar pela liberação de gases de veículos automotores, emissões de atividades industriais, da queima de lixo, da destruição de áreas verdes, a deposição e acumulação de sedimentos em cursos d'água, impactam de forma importante a qualidade de vida da população, afetando, entre outros aspectos, a saúde e/ou as condições econômicas das pessoas, por exemplo, doenças pulmonares decorrente da péssima qualidade do ar, proliferação de doenças causadas pela água. As perdas relacionadas a contaminação da água afeta também a economia, como o desaparecimento dos peixes, retirando renda dos pescadores, Ainda pode

ocorrer acidentes devido ao soterramento por deslizamentos em áreas sob condições de risco geológico (Marques 2007).

A Comissão Mundial da Água (World Commission on Water), financiada pela ONU e Banco Mundial, estima que o crescimento da população nos próximos 25 anos irá necessitar de 17% de aumento de consumo de água para irrigação e 70% para abastecimento urbano. Estes aumentos associados aos demais usos da água deverá representar um aumento de 40% no consumo total de água. A comissão avalia também que será necessária a duplicação nos investimentos mundiais para tratar a água, como objetivo de atender a demanda crescente e reduzir o número de pessoas sem água potável no mundo (cerca de um bilhão de pessoas) (Vitó 2016).

O Brasil, como é um país subdesenvolvido, apresenta baixa taxa de cobertura dos serviços de saneamento. Ainda existem cidades, vilas e pequenos povoados sem abastecimento d'água potável, totalizando 40 milhões de pessoas, e 80% sem coleta de esgoto. O país enfrenta um dos principais problemas ambientais e de saúde que são causados pela infraestrutura precária e pela má gestão dos recursos públicos. Cerca de 38% dos grupos familiares que ganham até dois salários mínimos por mês não tem acesso a abastecimento d'água, enquanto que entre as famílias de maior renda, superior a dez salários mínimos, é menor que 1% (Ramos 2007).

### 3.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNDO E NO BRASIL

As águas subterrâneas são um recurso fundamental para o abastecimento e vários outros usos no Brasil. Apesar disso, as políticas públicas e as leis ainda ignoraram essa fonte hídrica e sua conexão com as águas superficiais. Essa lacuna é denominada na literatura como hidroesquizofrenia, pois a maior reserva hídrica potável disponível para a humanidade foi excluída, ou não foi contemplada adequadamente, pelos governos, gestores e atores sociais. (Ana 2014).

As reservas subterrâneas brasileiras se encontram em fase de mapeamento e avaliação, sendo sua disponibilidade estimada em 11.430 m<sup>3</sup>/s (reserva explorável), número consideravelmente inferior à disponibilidade superficial de 91.300 m<sup>3</sup>/s. Elas não representam a solução da crise hídrica, mas é uma fonte importante para o abastecimento público. Apesar da pouca quantidade de dados, se considera que a maioria dos aquíferos se mantém preservada. Porém, falta muito para uma exploração segura ou uma gestão eficiente que os proteja da exploração exagerada, poluição, erosão e impermeabilização das áreas de

absorção (Bertolo *et al.* 2015).

Para a exploração das águas subterrâneas é necessária a obtenção de liberação de uso de recursos hídricos perante o órgão competente. Por meio desse instrumento, o Poder Público condiciona ao interessado, público ou privado, o direito de utilizar o recurso hídrico por um período determinado e segundo as leis estabelecidas. No caso de usos isentos de outorga (art. 12, § 1º da Lei 9.433/1997), a legislação de cada estado exige que o proprietário cadastre seu poço no órgão competente o qual certifica para o uso (Ana 2013).

Apesar das exigências, os dados sobre a extração das águas subterrâneas são precários. Segundo a Ana (2014) há cerca de 225.870 poços cadastrados, porém se estima que existam pelo menos o dobro, 476.960 de poços. A maioria dos usuários está em condição irregular, pois não possui a documentação de uso desses recursos hídricos ou declaração de uso isento. A diferença entre os poços cadastrados e a realidade é significativa e implica em admitir que o Brasil não sabe o quanto de água subterrânea extrai, nem os efeitos desse uso para os próprios usuários, para os mananciais superficiais e nem para o ecossistema.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos depende de regulamentação nas bacias hidrográficas estaduais (Ana 2013), ou seja, cada estado possui a legislação própria de regulamentação, e os usuários que se apropriam de um recurso de domínio público sem licença está ferindo a lei. E quando existe a cobrança irregular pela retirada de água de poços clandestinos a infração é mais grave. Se houvesse efetiva aplicação da lei isso permitiria obter recursos para investir na fiscalização, produção de dados fidedignos ou em obras de infraestrutura relacionadas às águas, como na melhoria no sistema de saneamento.

Por fim, a crença na qualidade superior dos recursos subterrâneos desestimula os usuários a fazerem análises de qualidade da água. A água subterrânea também apresenta problemas de qualidade seja contaminação pelo homem ou pelo próprio ecossistema (proveniente da interação rocha e água), podendo então sua ingestão acarretar problemas de saúde pública (Rebouças 2006).

### **3.2.1 Contaminação de Águas Subterrâneas**

A água subterrânea, nos dias atuais, vem sofrendo um grande aumento de sua exploração em algumas regiões, desperdício em outras, presença de poços irregulares e de casos de poluição e de contaminação por todo o país (Bozza 2010).

A legislação existente e a Agencia Nacional de água verificaram que as águas subterrâneas vêm sofrendo com diversas fontes de contaminação via solo em todo o

país. Comprometendo a sua qualidade e disponibilidade (Ana 2014).

É importante destacar que dependendo do contaminante, ainda não existem técnicas para proceder à descontaminação do aquífero e, em alguns casos, as técnicas existentes são muito caras, impossibilitando sua utilização e condenando o aquífero ou parte dele. A fragmentação obriga o órgão ambiental a fechar todos os poços que exploram essas águas do aquífero condenado (Silva 2012).

O uso destas águas condenadas podem ser deletérias para a saúde humana, sendo as fontes de poluição/contaminação dos aquíferos originadas de atividades realizadas no solo, que alcançam até as águas subterrâneas. As medidas devem ser efetivadas para um maior controle do uso do solo, daí a importância de integração do estado com os municípios, por possuírem a competência constitucional de orientar quanto o uso do solo. Diversamente do que muitos afirmam, a federação possui papel fundamental na proteção da qualidade das águas no Brasil. Juntamente com os órgãos técnicos ambientais, capazes de identificar e analisar as áreas vulneráveis dos aquíferos que podem ser contaminadas e o uso do solo deve ser orientado pelo Município tendo em vista atividades de baixo impacto ambiental nestas áreas de risco.

### 3.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARA ÁGUA

#### 3.3.1 Parâmetros da qualidade da água

Em dezembro de 2011 o Ministério da Saúde publicou no Diário Oficial da União a Portaria nº 2.914 sobre os parâmetros de qualidade da água. Trata-se da atual lei que rege sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água potável para consumo humano e seu padrão de qualidade (Cabral 2011). A revisão que ocorreu teve como objetivo, assimilar e realizar novas atualizações tanto na questão do tratamento com novos métodos técnicos como na dos termos para controle e tratamento da água (Roncon 2013).

Destacam-se pela nova portaria as obrigações específicas dos responsáveis pelo sistema ou solução alternativa de abastecimento de água potável para consumo humano (Cabral 2011):

- ✓ A obrigação da garantia do controle da qualidade da água;
- ✓ Levar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água, conforme o modelo estabelecido por cada autoridade.

É importante ressaltar que compete aos responsáveis pelo fornecimento de água para

consumo humano ter laboratórios de análises próprios e ter parcerias com outros laboratórios para realização das análises dos parâmetros estabelecidos nesta Portaria, sendo que os sistemas e as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para uso humano devem contar com responsável técnico (CABRAL 2011).

A Portaria MS nº 2.914 do MS de 2011 regulamenta 87 substâncias químicas presentes na água que representam risco a saúde humana. Ressalta os parâmetros de observação obrigatória para a análise e garantia do padrão microbiológico de qualidade da água, inclusive estabelecendo padrões para produtos químicos que apresentam risco à saúde. Considerando a importância das alterações trazidas por esta portaria, ficaram estabelecidos prazos obrigatórios para a adequação (Brasil 2011).

- ✓ Prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data da publicação, para que os órgãos e entidades implicados à esta Portaria realizem as adequações necessárias ao seu cumprimento, no que se refere ao monitoramento dos dados de gosto e odor, saxitoxina, cistos de *Giardia* spp. E oocistos de *Cryptosporidium* spp (Brasil 2011).
- ✓ Prazo de 4 (quatro) anos para cumprimento, contados da data de publicação desta Portaria mediante o cumprimento das etapas previstas no § 2º do art. 30 desta Portaria, do atendimento ao valor máximo de 0,5 uT para filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) (Brasil 2011).
- ✓ Prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria, para que os laboratórios referidos no art. 21 desta Portaria promovam as adequações necessárias para a implantação do sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/IEC 17025:2005.

Foram feitas também algumas mudanças na lei que afetam diretamente o Controle de Qualidade da água. Segundo Brasil (2011) Não será mais necessário realizar análises de flúor na Rede de Distribuição. Somente os resultados da produção serão suficientes para a Vigilância Sanitária. Para a Sabesp isso representa uma redução de aproximadamente 55 mil ensaios por ano desse parâmetro. A portaria vigente deixa claro que, para parâmetros físicos e químicos, é necessário considerar o histórico de resultados para avaliar se a água está atendendo ou não aos padrões da portaria. Anteriormente qualquer resultado unitário fora dos padrões já poderia desclassificar a potabilidade da água, mas a frequência mínima exigida de visitas a sistema de produção por poços reduziu de diária para duas vezes por semana.

Foram inseridos monitoramento, orgânicos e agrotóxicos. Tornando obrigatório o ensaio de *Cryptosporidium* e *Giardia* para captações que apresentem resultados de *E. coli* acima de 1000/100 ml, considerando uma média geométrica annual (Brasil 2011).

É importante salientar ainda que como essa Portaria que é de abrangência bem específica e os conhecimentos científicos e dinâmicos, a mesma poderá ser revisada futuramente.

A Resolução CONAMA nº 420/2009 estabelece que o catálogo das águas subterrâneas será realizado por aquífero, conjunto de aquíferos ou porções desses, na profundidade onde estão presentes as captações para o uso, devendo ser considerado a caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica, a descrição da vulnerabilidade e dos riscos de poluição, o cadastramento de poços existentes e em operação e a ocupação do solo. A viabilidade técnica e econômica do uso, a localização das fontes de possíveis poluidores e a qualidade natural da água, devem ser analisadas e parametrizadas (Conama 2009).

A classificação dos aquíferos é feita em seis classes. Nessa classificação, as águas subterrâneas da classe especial devem ter sua qualidade natural mantida. Os padrões das classes 1 a 4 deverão ser estabelecidos com base nos Valores de Referência de Qualidade – VRQ, determinados pelos órgãos competentes, e nos Valores Máximos Permitidos – VMP, para cada uso, observados os Limites de Quantificação Praticáveis – LQPs, descritos na resolução. Para a classificação da água subterrânea na classe 5 fica estabelecido que a mesma esteja em aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses, que apresentem valores de Sólidos Totais Dissolvidos superiores a 15.000mg/L (Conama 2009).

As classes deverão ser escolhidas também em função dos usos, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios técnicos definidos pelo órgão competente. Dentre os parâmetros analisados, deverão ser considerados, Sólidos Totais Dissolvidos - SDT, nitrato e coliformes termotolerantes (Conama 2009).

A resolução também estabelece que os órgãos competentes deverão monitorar os dados necessários da condição de qualidade da água subterrânea, com base no pH, turbidez, condutividade elétrica e medição do nível de água. A periodicidade inicial do monitoramento deverá ser no mínimo semestral e definida em função das características naturais dos aquíferos, das fontes de contaminação e do uso dessa água, podendo ser reavaliada após um período menor de tempo. De acordo com essa nova resolução, a disposição de efluentes e de resíduos no solo deverão levar em consideração as exigências e os critérios definidos pelos órgãos competentes e não poderão conferir às águas subterrâneas características que estão em desacordo com o seu enquadramento na lei (Ramos *et al* 2010).

Os órgãos ambientais juntamente com os órgãos gestores dos recursos hídricos deverão implementar nas Áreas de Proteção de Aquíferos e Perímetros de Proteção de Poços de Abastecimento a proteção da qualidade da água subterrânea. Para locais onde seja necessária a restrição do uso ou da retirada da água, para proteção dos aquíferos, da saúde humana e dos

ecossistemas, os órgãos ambientais, com os órgãos gestores dos recursos hídricos e da saúde, deverão realizar a implementação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da Água Subterrânea, em caráter temporário. Tais restrições deverão estar presentes no licenciamento ambiental, no zoneamento econômico-ecológico e na realização dos demais instrumentos de gestão ambiental (Bozza 2010).

### 3.4 PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Nascimento (2016), quando se fala em qualidade da água, é imprescindível relatar, que termo presente, não se refere principalmente a questão de pureza, mais se leva em consideração suas características químicas, físicas e biológicas. Portanto, deve-se estabelecer a adoção de medidas que traça a manutenção de suas propriedades mais puras, de forma que seja adequadamente própria para o consumo diário.

O estado dos corpos hídricos em relação a ação do homem pode ser avaliada através de parâmetros que visam mensurar a qualidade da água, que consiste em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, na qual variam conforme seus diversos fins (Ramos 2007).

#### 3.4.1. pH

O pH representa a intensidade da condição ácida ou básica de um determinado meio. A maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 5,5 e 8, no entanto, pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais básicos (Payne 1986).

Quanto às alterações de pH, essas podem se originar na natureza (na forma de dissolução de rochas ou fotossíntese) ou antropogênica (descartes de lixo domésticos e industriais). Os índices aceitáveis de pH, para a adequação perfeita da vida aquática devem ficar entre 6 e 9,5 pela portaria do MS. (Brasil 2011).

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais de grande importância, e é uma muito difícil de interpretar. Tal complexidade é resultante de vários fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a fontes de poluição difusa ou pontual (Lima 2001).

### **3.4.2 Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**

A condutividade elétrica apresenta características importantes, pois, através deste parâmetro obtêm-se informações essenciais sobre os ecossistemas aquáticos e sobre os processos que podem estar ocorrendo na bacia de drenagem. Através dela podem-se indicar fontes de poluição nos sistemas aquáticos.

Assim, a condutividade elétrica expressa à capacidade de um meio de transmitir a corrente elétrica, estando diretamente relacionada com o número e tipo de íons que a água contém (Cetesb 2009).

Na portaria do Ministério 2.914/2011 não define valores mínimos e nem máximos para CE.

### **3.4.3 Temperatura ( $T^{\circ}\text{C}$ )**

A temperatura da água é regulada pela radiação solar, exercendo maior influência nas atividades biológicas e no crescimento (Ufpa 2009).

A temperatura da água é um parâmetro significativo para o ecossistema, uma vez que as reações químicas e bioquímicas, a solubilidade dos gases dissolvidos e processos biológicos, principalmente, são diretamente influenciados pela temperatura. Altas temperaturas estimulam o metabolismo dos microorganismos enquanto baixas temperaturas em baixo metabolismo bacteriano (Cetesb 2009).

Segundo Von Sperling (1996), aumento da temperatura eleva a taxa das reações químicas e biológicas e diminui a dissolução dos gases, assim como eleva a taxa de transferência dos gases que, dependendo da substância dissolvida pode, ocasionar mau cheiro.

### **3.4.4 Oxigênio Dissolvido (OD)**

Segundo Cetesb (2009) o oxigênio dissolvido (OD) é essencial para organismos aeróbios. Durante a estabilização de matéria orgânica, as bactérias utilizam o oxigênio nos seus processos químicos, podendo causar redução da sua concentração no meio. Se o oxigênio for totalmente consumido, têm-se condições anaeróbias, como consequência, maus odores. Para Libânio (2010) esse é o fator mais importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático. A redução do OD pode ocorrer por razões naturais principalmente pela respiração dos organismos presentes no ambiente aquático, mas também por perdas da atmosfera,

mineralização da matéria orgânica e oxidação de íons. Braga *et al.* (2005) afirmam que o percentual de oxigênio dissolvido na água ocorre em função da atividade fotossintética dos organismos autótrofos, presentes nos corpos d'água.

### **3.4.5 Dureza**

O termo “dureza” é usado em tratamento de água, para expressar o teor de íons de cálcio e magnésio que estão combinados a carbonatos e bicarbonatos, podendo estar também combinado com sulfatos e cloretos (Apha 2012). Usualmente se expressa pela quantidade equivalente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>).

A principal fonte de dureza nas águas é a sua passagem pelo solo (dissolução da rocha calcárea pelo gás carbônico da água). Desta forma, é muito mais frequente encontrar-se águas subterrâneas com dureza elevada do que as águas superficiais (Libânio 2010).

A portaria que rege a qualidade da água para consumo humano estabelece limites de dureza, de até 500 (mg/L). Águas de grande dureza possuem efeitos laxativos e sabor desagradável. Na indústria essa água apresenta restrições de consumo, tendo então a necessidade de remoção Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, em técnicas conhecidas como abrandamento (Apha 2012).

### **3.4.6 Alcalinidade total (CaCo3)**

A alcalinidade de uma água representa a capacidade de neutralizar ácidos (Sawyer et al., 1984). Em águas subterrâneas, a alcalinidade total é devida principalmente a bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, sendo que este último é raro na maioria das águas naturais, pois ocorre geralmente em águas com pH superior a 10. Em águas naturais, valores de alcalinidade na faixa de 300 a 500 mg/l são considerados normais, permitindo sua utilização como manancial de abastecimento (Branco 2010).

A alcalinidade das águas não representa risco potencial à saúde pública. Provoca alteração no paladar e a rejeição da água em concentrações inferiores àquelas que eventualmente pudessem trazer prejuízos mais sérios. A alcalinidade não se constitui em padrão de potabilidade, ficando este efeito limitado pelo valor do pH (Cetesb 2009).

Os principais componentes da alcalinidade são os sais do ácido carbônico, ou seja, bicarbonatos e carbonatos, e os hidróxidos. Outros sais de ácidos fracos inorgânicos, como boratos, silicatos, fosfatos, ou de ácidos orgânicos, como sais de ácido húmico, ácido acético,

etc., também conferem alcalinidade às águas, mas seus efeitos normalmente são desconsiderados por serem pouco representativos (Cetesb 2009).

### **3.4.7 Turbidez (uT)**

A turbidez também é um parâmetro que indica a qualidade estética das águas para abastecimento público. O padrão de potabilidade (Portaria nº 2.914/11) é de 5,0 UT (unidade de turbidez).

A turbidez é um parâmetro da água devida à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde grandes objetos a pequenos coloides. Outro fator que influencia é grau de turbulência da água. A presença dessas partículas provoca a dispersão e diminui a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente não desejável e potencialmente perigosa (Lopes 2008).

A turbidez pode ser originada por uma variedade de materiais: partículas inorgânicas (argila, lodo, areia, silte) e descarte de esgoto doméstico ou industrial. Segundo Pereira (2011), a turbidez também é causada por detritos orgânicos como algas, bactérias e plânctons. Não é possível tentar correlacionar a turbidez como peso da matéria em suspensão. Quanto mais dividida a substância mais elevada será a sua turbidez (SANTANA 2009).

### **3.4.8 Nitrato ( $\text{NO}_2^-$ )**

O nitrogênio perfaz cerca de 80% do ar que respiramos, sendo um componente essencial das proteínas, onde é encontrado nas células de todos os organismos vivos. O nitrogênio inorgânico pode existir no ar em estado livre como gás nitrito, nitrato e amônia (Ufpa 2009) sendo continuamente reciclado pelas plantas e animais. Sua presença em determinada região indica que a matéria orgânica foi oxidada, representando o produto final da mineralização da matéria orgânica nitrogenada, por via aeróbia. O nitrogênio se faz presente no ambiente aquático sob várias formas, dentre elas os nitratos (Esteves 1998).

Nos aquíferos, ou dentro dos grupos inorgânicos, nocivos à saúde, que podem ser encontrados na água, o nitrato é aquele que apresenta a ocorrência mais presente e problemática, devido a sua alta solubilidade e estabilidade nos sistemas aeróbios de águas subterrâneas (Esteves 1998). Conforme ressalta Von Sperling (1996), em um corpo d'água, a análise da parcela predominante de nitrogênio pode fornecer informações sobre o grau da poluição.

O íon de nitrato ocorre em águas naturais vindas de rochas ígneas, de áreas de drenagem e da decomposição de matéria orgânica. Suas concentrações variam e podem ser aumentadas por despejos industriais, de esgotos domésticos e pela agricultura com o uso de fertilizantes (Barros 2008) os nitratos ocorrem em teores abaixo de 5mg/l e os nitritos, como a amônia, são ausentes devido ao rapidamente consumo deles pelas bactérias.

Uma pequena quantidade de nitrito e amônia é sinal de poluição orgânica recente (Ufpa 2009). Segundo o padrão de potabilidade da portaria N° 518/04, a água destinada ao consumo humano não pode apresentar mais do que 10mg/l de NO<sub>3</sub> - (Brasil 2004).

### **3.4.9 Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

O nitrogênio nas águas pode se apresentar nas formas de nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio molecular e nitrogênio orgânico, sendo que níveis aumentados de nitratos indicam poluição. Essa poluição pode estar ocorrendo há algum tempo, por se tratar de produtos finais da oxidação do nitrogênio (Macêdo 2012).

A toxicidade aguda provocada por estes compostos em seres humanos e animais está associada à transformação de nitrato a nitrito, que por sua vez oxida o ferro da hemoglobina, transformando em Fe<sup>+++</sup> e formando a metahemoglobina, que não transporta oxigênio às células. (Macêdo 2012).

Amostra de água que apresenta concentração acima de 3,0 mg. L<sup>-1</sup> de NO<sub>2</sub>-N indica a probabilidade de contaminação por resíduos provenientes de atividades antropogênicas, devendo ser monitorada (Prado 2010).

### **3.4.10 Cálcio (Ca<sup>++</sup>)**

O cálcio (Ca) é um dos principais cátions presentes na maioria das águas naturais, pois todas as rochas praticamente são fontes de Ca. Nas regiões formadas por rochas calcárias a oferta é maior ainda (Oliveira 2014).

Cálcio e magnésio são os principais responsáveis pela dureza na água, que dificulta a produção de espuma pelo sabão devido a ação desses cátions metálicos divalentes. Ao reagirem com sabão formam precipitados com alguns ânions presentes na água resultando em crostas. Em canalizações com água quente formam incrustações, sendo este o seu principal inconveniente (Silva 2001).

### 3.4.11 Magnésio ( $Mg^{++}$ )

A principal fonte de magnésio (Mg) nas águas subterrâneas são as rochas, por exemplo, magnesita, dolomita, micas, piroxênios, entre outras. Mas, podem ser originados também de efluentes industriais, já que esse mineral é muito usado em processos produtivos. A concentração de Mg que é analisada sempre aparece menor que a de Ca. Em se tratando de potabilidade, à medida que a sua concentração vai aumentando, surge um sabor desagradável, além de efeito diurético e catártico, bem antes de se tornar tóxico (Oliveira 2014).

### 3.4.12 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

São consideradas como sólidos numa água, todas as partículas orgânicas ou minerais presentes em suspensão ou em solução, sedimentáveis ou não. A determinação da quantidade total destas partículas em uma amostra de água é chamada de sólidos totais dissolvidos. De acordo com os valores de STD, as águas analisadas podem ser classificadas em doces, salobras ou salgadas. As águas doces apresentam valores de STD de 0 a 500mg/L, as águas salobras contêm de 500 a 1500 mg/L e as salgadas apresentam valores elevados de 1500 mg/L. Como padrão máximo de permissão para o consumo humano, a portaria nº 2914/11 estabelece o valor de 1.000 mg L<sup>-1</sup> de STD na água (Amaral *et al.* 2003).

## 3.5 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Libânio (2010) afirma que as características biológicas, das águas contaminadas são constituídas de diversos microrganismos capazes de transmitir doenças e agir na transformação da matéria orgânica (ciclos biogeoquímicos o nitrogênio, por exemplo).

As bactérias do grupo coliforme fecais são os principais indicadores de contaminação da água, caracterizando o quanto está contaminada e a potencialidade para transmissão de doenças (Sperling 2005 & Branco 2010). O grupo dos coliformes é constituído por bactérias encontradas no trato intestinal dos animais homeotérmicos. Sendo classificados como: coliformes totais e termotolerantes.

Essas bactérias englobam diversos grupos, pertencentes a diversos gêneros (*Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobacter*), originando-se dos esgotos e da massa fecal produzida. Para que a água esteja contaminada por coliformes termotolerantes é necessário haver matéria fecal no local ou nas proximidades (Branco 2010).

A legislação do MS nº.2.914/2011 estabelece os procedimentos e responsabilidades referentes ao manejo e vigilância do padrão de potabilidade da água para consumo, regulamentando que toda água de boa qualidade deverá atender os valores permitidos pelo padrão estando as amostras de água isentas de coliformes fecais (Brasil 2011).

### **3.5.1 Coliformes totais**

Os coliformes fecais totais (COL<sub>totais</sub>) são enterobactérias, bacilos Gram-negativos, não esporulantes, oxidase-negativas, anaeróbicas facultativas em meio de cultura contendo sais biliares e móveis. São capazes de metabolizar a lactose produzindo gás, no período de 24 a 48 horas, a 35°C. Nesse grupo encontram-se bactérias originárias do trato gastrointestinal humano e de outros animais endêmicos, como a *Escherichia coli*, e também bactérias não entéricas, como dos gêneros *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Serratia*, dentre outras (Brasil 2011), provenientes do solo, de vegetais ou outras fontes.

Essa análise é importante para identificar a presença de organismos vivos na água. Portanto sua presença é tolerada para amostras originadas de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem tratamento da água, desde que analisada a ausência de *Escherichia coli*. Mas, no caso de sistemas de tratamento de água, onde já houve uma desinfecção completa da água, a presença de coliforme total é um indício de contaminação externa durante a sua distribuição (Brasil 2004).

### **3.5.2. Coliformes termotolerantes(*E.coli*)**

As bactérias coliformes termotolerantes (COL<sub>termo</sub>) são um subgrupo dos coliformes totais, caracterizados por metabolizar a lactose em 24 horas, sob temperatura de 44,5 a 45,5 °C, produzindo gás. Possuem como representante a *Escherichia coli*, que é de origem exclusivamente fecal (humanos, mamíferos e aves). Mas, embora o grupo dos coliformes termotolerantes inclua outros gêneros de origem não fecal (*Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*) é a determinação de *Escherichia coli* apresentada como o melhor método. O seu uso é aceitável e muito utilizado para avaliação da qualidade microbiológica da água e sendo recomendado também pela legislação brasileira para águas superficiais destinadas ao abastecimento, irrigação e indústria. Um corpo d'água receptor de dejetos fecais pode conter diversos agentes transmissores de doenças, disseminados por agentes poluidores eventualmente portadores de microrganismos patogênicos. Mas esse fato não gera impacto significativo na

biota aquática, apenas prejudica o uso da água para abastecimento, recreação e irrigação (Von Sperling 2007).

### 3.6 FATORES DE RISCO QUE PREDISPÕEM AS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Leal (2008) relata o desequilíbrio entre os fatores que compõem o saneamento ambiental sugere de forma geral, riscos à saúde pública, devido, estar associado aos sistemas constituintes por uma infraestrutura física e uma estrutura educacional, legal e institucional, que abrange os seguintes serviços:

- ✓ Abastecimento de água às populações, com a qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto;
- ✓ Coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura de águas residuárias (esgotos sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícolas);
- ✓ Acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos provenientes das atividades doméstica, comercial e de serviços, industrial e pública);
- ✓ Coleta de águas pluviais e controle de empoçamentos e inundações;
- ✓ Controle de vetores de doenças transmissíveis (insetos, roedores, moluscos, etc.);
- ✓ Saneamento dos alimentos;
- ✓ Saneamento dos meios de transportes;
- ✓ Saneamento e planejamento territorial;
- ✓ Saneamento da habitação, dos locais de trabalho, de educação, de recreação e dos hospitais;
- ✓ Controle da poluição ambiental – água, ar, solo, acústica e visual.

Entende-se, como salubridade ambiental o estado de higidez (estado de saúde normal) em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas (que diz respeito ao clima e/ou ambiente) favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar (Philippi 2004).

De acordo com o Ministério da Saúde o abastecimento de água de boa qualidade constitui uma forma de medida importante na prevenção e no controle de doenças de veiculação

hídrica, como a febre tifoide, cólera, entre outras. A sua providência terá reflexo na higiene pessoal, no preparo de alimentos e no seu consumo (Brasil 2013).

As autoridades vinculadas à saúde pública necessitam alcançar metas para garantir o fornecimento de água de boa qualidade, adotando medidas de qualidades adequadas para o destino dos dejetos, principalmente em áreas endêmicas ou quando da ocorrência de surto, de modo que se impeça a ocorrência de novos casos da doença (Marques 2007).

O abastecimento com água de boa qualidade é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das sociedades modernas, estando diretamente relacionado ao controle e eliminação de doenças, bem como ao aumento da qualidade de vida das populações, com isso, existem métodos de purificação da água, tais como das estações de tratamento e métodos convencionais domésticos (Amaral 2003).

O saneamento é considerado como uma política que fornece melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida. No Brasil onde a oferta de serviços de saneamento básico e abastecimento de água são bastante desiguais entre as regiões, existe uma identificação de desigualdade, o que tem refletido no perfil de adoecimento da população (Mendes 2008).

A água, no seu uso indispensável à vida do ser humano, pode ser também responsável por transmitir doenças. As principais doenças de veiculação hídrica são: amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, cólera entre outras (Brasil 2011).

Caracterizando estudos sobre doenças de vinculação hídrica, em que a água é o meio de risco e transporte de agentes patogênicos, são liberados geralmente pela ação do homem através de seus dejetos e poluentes químicos e radioativos. Esses tipos de doenças acontecem através de ingestão de água contaminada, vias fecal-oral, causando infecções intestinais, variando de bacteriana a viral (Yamaguchi *et al.* 2013).

### **3.6.1 Hepatite A**

Um agente transmitido pelas vias fecal – oral, um vírus de RNA resistente ao calor, ácido, pertence ao gênero *Hepato-vírus* e família picornavírus, perante disso a sua propagação pode se intensificar através da higiene pessoal, além disso, são atribuídos produtos contaminados, como alimentos, água, leite, frutas (Longo & Fauci 2014).

Lanford (2011) cita que o vírus A da hepatite (VHA) é um Picornaviridae, do gênero Hepatovirus. O RNA viral é de fita simples, com sentido positivo, portanto, pronto para a tradução. O RNA genômico está associado covalentemente à proteína VPg na extremidade 5' não codificante, tendo esta papel importante na iniciação da transcrição (forma o sítio de entrada

do ribossoma). O RNA genômico e algumas proteínas não estruturais associadas são envolvidos em um capsídeo com simetria icosaédrica, sem envelope.

São sete genótipos (identidade de 85% ou mais nos nucleotídeos), sendo que três infectam naturalmente primatas não humanos e quatro genótipos que infectam o homem. Os genótipos mais frequentemente encontrados nas infecções humanas são os genótipos I e III (Lanford 2011).

### 3.6.2 Amebíase

A amebíase é uma doença (infecção) causada pelo protozoário *Entamoeba histolytica* que eventualmente habita o intestino grosso do homem, conseqüentemente pode produzir desde colonização assintomática até infecções invasivas graves como a diarreia sanguinolenta e ainda distribui-se para outros órgãos, sendo o tumor hepático amebiano a forma mais frequente de Amebíase extra intestinal, o qual ocasiona morbidade e mortalidade. No Brasil essa infecção varia devido a sua sintomatologia, produzindo uma variação na incidência, devido a sua condição sanitária e sócia econômica (Chaves, Seixas Filho, Dantas 2010).

Os trofozoítos de *E. histolytica* são atendidos por microaerófilos por não possuírem mitocôndrias e citocromos, embora executem a via metabólica clássica, apresentando o sistema de malato desidrogenase e álcool desidrogenase. Eles apresentam uma limitada capacidade de consumir oxigênio, sendo capazes de crescer em uma atmosfera com até 5% de oxigênio. Os parasitos fagocitam bactérias e partículas de alimento e se reproduzem por divisão binária (Silva 2002).

O indivíduo se infecciona ingerindo a forma cística madura contida em alimentos, água ou por qualquer tipo de contato fecal-oral, na qual, também são possíveis formas menos usuais de transmissão, incluindo o sexo anal e oral e equipamentos de lavagem intestinal contaminados, diante disto o diagnóstico da “colite amebiana” pode ser feito pela microscopia de amostras de fezes e da mucosa do cólon de pacientes com diarreia (Cordeiro 2004).

### 3.6.3 Giardíase e Criptosporidiose

A giardíase é uma doença, causada pelo protozoário *Giardia duodenalis* (sinonímia *Giardia intestinalis*/*Giardia lamblia*) e a Criptosporidiose causada por *Cryptosporidium* sp, são parasitoses, muito comuns, manifestadas clinicamente com diarreias, seus agentes são transmissíveis através de contato oral ou fecal, e ate mesmo por formas infestantes como por

alimentos e água contaminadas (Mendes *et al.* 2008).

### 3.6.4 Gastroenterite

A gastroenterite é considerada um conjunto de infecções no aparelho digestivo, com sintomas frequentes de vômito, mal estar, febre e diarreia. A mesma pode ser provocada por vírus, bactérias e parasitas, umas das intoxicações mais comuns encontrada é causada pela *Salmonella*, sendo que alimentos conservados com pouca falta de higiene pode favorecer o acúmulo de micro organismos (Dias *et a* 2010).

O autor Guandalini (2000) descreve que a gastroenterite é problema bastante corriqueiro durante o período da infância entre as crianças pequenas. Crianças até aos 3 anos têm em média 1 a 2 episódios por ano, com um pico de incidência entre os 6 e os 23 meses.

Entretanto Guandalini (2000) a diarreia tem habitualmente duração média de  $5,0 \pm 2,2$  dias. A etiologia da GEA varia entre os países, dependendo de fatores como a localização geográfica, fatores socioeconômicos e clima. Cerca de 40% dos casos de diarreia nos primeiros 5 anos de vida devem -se ao Rotavírus, e 30% a outros vírus, nomeadamente Norovírus e Adenovírus.

Em 20 a 30 % são identificados agentes bacterianos (*Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolítica*, *E. coli* enteropatogénica ou *Clostridium diffi cile*), sendo que nos países do Norte da Europa o *Campylobacter* é o agente mais frequente enquanto no Sul prevalece a *Salmonella* (Guandalini 2011).

### 3.6.5 Febre tifóide e parasitifoide

A febre tifóide é uma doença bacteriana aguda, de gravidade variável que se caracteriza por febre, mal-estar, dores de cabeça, náusea, vômito e dor abdominal, podendo ser seguida de erupção cutânea, além do mais é considerada uma doença endêmica em muitos países em desenvolvimento, particularmente no Subcontinente Indiano, na América do Sul Central e África (Pecora 2013).

A sintomatologia clínica clássica consiste em febre alta, cefaleia, mal-estar geral, dor abdominal, falta de apetite, bradicardia relativa (dissociação pulso-temperatura), esplenomegalia, manchas rosadas no tronco, obstipação intestinal ou diarreia e tosse seca, considerando que o quadro clínico completo é de observação importante, sendo mais frequente

um quadro em que a febre é a manifestação mais expressiva, acompanhada por alguns dos demais sinais e sintomas citados (Brasil 2010).

Diante dos fatos citados acima, o Ministério da Saúde ainda afirma que em crianças, o quadro clínico é menos grave do que nos adultos, a diarreia é mais repetida, considerado que a doença tem uma evolução gradual, embora seja uma doença aguda. A pessoa afetada é muitas vezes medicada com antimicrobianos, simplesmente por estar apresentando uma febre de etiologia não conhecida, caracterizando que o quadro clínico não se apresenta com clareza e a doença deixa de ser diagnosticada precocemente (Brasil 2013).

### 3.6.6 Cólera

É uma doença infecciosa que causa dores intestinais aguda, sendo seu agente causal *Vibrio cholerae*, que provoca nos casos graves, diarreia e vômitos intensos. Em decorrência das diarreias e dos vômitos, a pessoa perde grande parte dos líquidos de seu organismo, causando uma severa desidratação em passo acelerado (Copasa 2011).

Entretanto, Brasil (2010), afirma que suas manifestações clínicas acontecem de formas variadas, desde infecções irreparável ou assintomáticas, tendo assim casos como uma diarreia abundante, a qual causa uma desidratação rápida, acidose e colapso circulatório devido a grandes perdas de água e eletrólitos corporais em poucas horas, caso tais perdas não sejam restabelecidas de forma imediata.

“Seu agente etiológico é o *Vibrio cholerae* O1 toxigênico ou, bacilo gram-negativo, com flagelo polar, aeróbio ou anaeróbio facultativo, isolado por Koch no Egito e na Índia, em 1884, inicialmente denominado de *Kommabazilus* (bacilo em forma de vírgula)” (Brasil 2010 p. 56).

A cólera, hoje, é considerada grande problema de Saúde Pública mais recente colocado no país, traz uma característica de miséria e ausência de infraestrutura urbana. Trata-se de doença que somente ocorre, sob a forma epidêmica, em áreas com precárias condições de vida (Waldman 2008).

### 3.6.7 Verminose

Verminose é uma doença considerada crônica, podendo ser causada pelo verme *Schistosoma mansoni*, que se manifesta através das veias do fígado e do intestino, sendo ainda

um problema de ampla disseminação em comunidades de baixa renda, cujo sistema sanitário seja precário, constando como significativo fator na avaliação da qualidade de saúde pública (Copasa 2011).

Diante disto o Ministério da Saúde afirma que sua transmissão ocorre de forma fecal-oral, água e alimentos contaminados com ovos embrionados e através de poeira. A prevenção consiste em Saneamento básico, higiene pessoal e desinfecção de verduras e frutas com hipoclorito de sódio. Os sintomas mais frequentes são cólicas abdominais, vômitos (biliosos e feculosos) anemia; perda de peso; apendicites agudas e vermes expelidas pela boca e ânus (Brasil 2009).

Entretanto Chieffi (2003) afirmam que a verminose por muitas vezes não se manifesta, podendo apresentar alterações do apetite, diarreia, enjoo, insônia, perda de peso, irritação, dor abdominal, fadiga e fraqueza, permitindo que pessoas contaminadas transmitem para outros indivíduos, através da liberação de ovos do parasita em suas fezes e urina, quando estas são depositadas em rios, córregos e outros ambientes de água doce; ou quando chegam até estes locais pelas enxurradas.

### **3.6.7.1 Esquistossomose (xistosa)**

Conforme o Ministério da Saúde a Esquistossomose é uma doença parasitária, causada pelo trematódeo Agente etiológico *Schistosoma mansoni*, cuja sintomatologia clínica depende de seu estágio de evolução no homem. A fase aguda pode ser assintomática ou apresentar-se como dermatite cercariana, caracterizada por micropápulas eritematosas e pruriginosas, até cinco dias após a infecção. Com cerca de 3 a 7 semanas após a exposição, pode ocorrer a febre de Katayama, caracterizada por linfadenopatia, febre, anorexia, dor abdominal e cefaleia. Esses sintomas podem ser acompanhados de diarreia, náuseas, vômitos ou tosse seca, ocorrendo hepatomegalia (Brasil 2010).

Siste (2016) ressalta que a esquistossomose mansoni é uma doença endêmica, conhecida popularmente pelos brasileiros como barriga d'água, xistosa ou doença do caramujo. Seu agente etiológico é o *Schistosoma mansoni* e apresenta formas agudas ou crônicas, com sintomatologia variada, mas com predominância intestinal. A doença é caracterizada, na forma mais grave pelo aumento do fígado e do baço.

Segundo o Ministério da Saúde somente após seis meses de infecção, há risco do quadro clínico evoluir para a fase crônica, cujas formas clínicas são: Hepatointestinal; Hepática; Hepatoesplênica compensada; Hepatoesplênica descompensada (Brasil 2010).

### 3.6.7.2 Ascaridíase (lombrigas ou bichas)

O *Ascaris Lumbricoides* é um parasita de classificação cosmopolita conhecido popularmente como lombrigas ou bichas, causador da doença denominada ascaridíase, que é, portanto uma infecção extremamente disseminada que pode levar a quadros clínicos sumamente graves e até mesmo, fatais. O parasito é encontrado em quase todos os países do mundo e ocorre com frequência variada em virtude das condições climáticas, ambientais e principalmente do grau de desenvolvimento sócio econômico da população. O homem é capaz de infectar-se ao ingerir água ou vegetais crus contaminados com ovos contendo a forma larvária infectante, as crianças frequentemente são mais infectadas que os adultos (Lima 2011).

De acordo com o Ministério da Saúde a Ascaridíase é uma doença parasitária do homem, ocasionada por um helminto. Habitualmente, não causa sintomatologia, mas pode manifestar-se por dor abdominal, diarreia, náuseas e anorexia. Quando há grande número de parasitas, pode ocorrer quadro de obstrução intestinal. Em situações do ciclo pulmonar da larva, alguns pacientes apresentam manifestações pulmonares, com broncoespasmo, hemoptise e pneumonite, caracterizando a síndrome de *Löffler*, que cursa com eosinofilia importante. Quando há grande número de parasitas, pode ocorrer quadro de obstrução intestinal (Brasil 2010).

### 3.6.8 Teníase (solitária)

O Ministério da Saúde do Brasil (2010), ressalta que o complexo Teníase/Cisticercose é formado por duas entes mórbidas distintas, causadas pela mesma espécie de cestódio, em fases diferentes do seu ciclo de vida. A Teníase é provocada pela presença da forma adulta da *Taenia solium* da *Taenia saginata*, no intestino delgado do homem. A Cisticercose é causada pela larva da *Taenia solium* nos tecidos, ou seja, é uma enfermidade somática. A Teníase é uma parasitose intestinal que pode causar dores abdominais, náuseas, debilidade, perda de peso, flatulência, diarreia ou constipação.

Quando o parasita permanece na luz intestinal, o parasitismo pode ser considerado benigno e só, excepcionalmente, requer intervenção cirúrgica por penetração em apêndice, colédoco ou ducto pancreático, devido ao crescimento exagerado do parasita (Brasil 2010).

A teníase observa-se o verme adulto - *Taenia solium* ou *Taenia saginata* no intestino delgado humano; já na cisticercose humana tem-se a presença acidental da larva metacestódea

de *T. solium* (*Cysticercus cellulosae*) nos tecidos (Iasbik 2010).

Conforme o Ministério da Saúde a infestação pode ser compreendida pela eliminação espontânea de proglotes do verme, nas fezes. Em alguns casos, podem causar retardo no crescimento e desenvolvimento das crianças, e baixa produtividade no adulto. As manifestações clínicas da Cisticercose dependem da localização, do tipo morfológico, do número de larvas que infectaram o indivíduo, da fase de desenvolvimento dos cisticercos e da resposta imunológica do hospedeiro. As formas graves estão localizadas no sistema nervoso central e apresentam sintomas neuropsiquiátricos (convulsões, distúrbio de comportamento, hipertensão intracraniana) e oftálmicos (Brasil 2010).

### **3.6.9 Oxiuríase (Enterobíase)**

De acordo com o Ministério da Saúde a Oxiuríase é também conhecida com Enterobíase trata-se de uma infecção intestinal ocasionada por helminto, que pode se apresentar de maneira assintomática, ou também se expor como característica principal, o prurido perianal, repetidamente no período noturno, que causa irritabilidade, desassossego, desconforto e sono intranquilo (Brasil 2010).

As escoriações provocadas pelo ato de coçar podem resultar em infecções secundárias em torno do ânus, com congestão na região anal, ocasionando inflamação com pontos hemorrágicos, onde se encontram, frequentemente, fêmeas adultas e ovos. Sintomas inespecíficos do aparelho digestivo são registrados, como vômitos, dores abdominais, tenesmo, puxo e, raramente, fezes sanguinolentas. Outras manifestações, como vulvovaginites, salpingites, ooforite e granulomas pelvianos ou hepáticos, têm sido registradas, esporadicamente (Brasil 2010).

### **3.6.10 Ancilostomíase (amarelão)**

O Ministério da Saúde relata que a ancilostomíase (amarelão) é causada por uma infecção intestinal ocasionada por nematódeos, que nos casos de infecções leves, pode apresentar-se assintomática. Apresentações clínicas importantes, como um quadro gastrointestinal agudo caracterizado por náuseas, vômitos, diarreia, dor abdominal e flatulência, também pode ocorrer. Em crianças com parasitismo intenso, pode ocorrer hipoproteinemia e atraso no desenvolvimento físico e mental. Com frequência, dependendo da intensidade da infecção, acarreta anemia ferropriva (Brasil 2015).

### 3.9 POPULAÇÕES DE ASSENTADOS RURAIS

O êxodo rural, ao longo da história e nas diversas regiões geográficas, trouxe pontos facilitadores e de dificuldade para a população rural, sobretudo na Europa. Mudanças na distribuição espacial do crescimento da população em outras partes do mundo tornou menos precisa a divisão entre áreas rurais e urbanas. Em 2012, os dados da Luta pela Terra no Brasil registraram 9.070 assentados rurais, com 933.836 famílias cadastradas. A região Centro-Oeste ocupava a terceira posição do ranking nacional, com 1.237 assentados e 137.636 famílias cadastradas. Em Goiás, eram 441 assentados rurais, com 22.697 famílias cadastradas (Brasil 2012).

No planejamento do espaço rural pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), faz-se necessário que atenda sua comunidade de forma integral para que haja participação no processo de seu desenvolvimento. Haja vista que ambas as áreas (rural e urbana) são unidades que concomitantemente se influenciam, devendo, assim, agirem com sintonia (Brandão *et al.* 2014).

Apesar do decréscimo do número de habitantes na zona rural, consequência do êxodo rural iniciado na década de 1950, políticas de redistribuição de locais produtivos propostas pelo movimento da reforma agrária e outros incentivos governamentais para produção agrícola têm favorecido a manutenção do número de habitantes das populações do campo nas últimas décadas (Santos; Ribeiro; Santos 2011).

As populações rurais são caracterizadas pelo estilo campestre de vida, com predominância acentuada na produção e reprodução social, relacionado ao uso da terra para obtenção de subsídios que assegurem a sobrevivência no ambiente rural. Fazem parte dessa parcela os agricultores familiares, os trabalhadores assentados ou acampados, indivíduos que residem ou apenas trabalham no campo e comunidades quilombolas (Brasil 2013).

O termo assentamento refere-se a uma unidade de produção criada por veredito do poder público e judiciário. Trata-se de um local de moradia e labor dos moradores, portanto, território fundamental de produção da sociedade, das redes sociais, identidades e posse, no qual se verifica mudanças nas posições sociais e desdobramentos conforme um padrão de sociabilidade (Santos & Hennington 2013).

Os assentamentos rurais são territórios humanos, onde há predomínio de atividades de produção agrícolas encadeadas ao modo de recursos naturais, com melhor rentabilidade associada à vinculação dos serviços disponibilizados nas zonas urbanas (Brandão *et al.* 2014).

Mesmo priorizando um território de reprodução, os assentados enfrentam constantemente situações desfavoráveis, sendo considerados sujeitos subjugados em posição de subalternidade quando comparados com a população da zona urbana, vivendo em situação de miséria acentuada, em precárias condições de trabalho e com dificuldades no atendimento oferecidos pelos serviços de saúde (Scopinho 2010).

A situação de desfavorecimento da população rural no Brasil em relação à urbana requer a criação de políticas públicas justas e inadiáveis que resgatem a gigantesca dívida social, cultural, ambiental e sanitária com as populações do campo (Pinheiro *et al.* 2009).

A Reforma Agrária (RA), instituída pela Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, Vide Decreto nº 55.891, de 1965, surgiu para descrever um sistema de atividade entre o homem, a propriedade rural e o uso da terra, com objetivo de gerar o progresso, a justiça social, o bem-estar do trabalhador rural e o incremento econômico do país por meio do desenvolvimento rural sustentável e elevação de produção. Em consonância ao processo da modernização da agricultura, da transição política devido às mudanças no campo em virtude do capitalismo, surge o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) (Severo & Ros 2012).

O MST, Criado na década 70 e oficializado no ano de 1984 impulsionou metodizar os movimentos sociais rurais, no sentido de garantir terras aos integrantes. Sendo o maior movimento social brasileiro e se encontra entre as principais organizações dessa categoria em nível latino-americano. Tendo como lema central: a terra, o movimento social e a reforma agrária (Santos 2006).

A composição dos assentados rurais decorre das manifestações e pressões dos trabalhadores rurais sem-terra e é considerada como uma das formas utilitárias de se realizar uma reforma agrária (Brandão *et al.* 2014). No princípio, o MST baseava-se na contextualização e relativização de assentados rurais, com fundamentos de produção, especialização, integralização e coletividade dos bens. As reivindicações vão além da questão da produção, abarcam dimensões sociais, 24 políticas organizativas e ambientais, com a finalidade de garantir aos assentados sua reiteração social enquanto membros de um grupo (Borsatto& Carmo 2013).

Apesar de a RA e o MST desejarem a redução das injustiças sociais, objetivando à integralidade e ao bem-estar do indivíduo, família e sociedade rural ou urbana, à reforma política, as quais estão relacionados, apresentam ações desintegradas e desarticuladas (Bergamaschi *et al.*, 2012).

O que se assiste são populações rurais com condições de saúde desfavoráveis ao serem equiparados aos moradores da área urbana (Santos; Hennington, 2013).

Com o propósito de diminuir essas e outras desigualdades, além de minimizar as dificuldades para manter o contexto de saúde, a melhoria dos parâmetros de saúde e melhor qualidade de vida dessa população, o Ministério da Saúde (MS), por meio da Portaria do Gabinete do Ministro (GM) nº 2.866, de 2 de dezembro de 2011, instituiu a Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta (PNSIPCF) (Brasil, 2011). Essa Portaria substituiu a Portaria MS/GM nº 2.460, de 12 de dezembro de 2005, conhecida como Grupo da Terra no MS.

A portaria é um reconhecimento das condições e dos determinantes sociais do campo e da floresta no que tange o processo saúde/doença, ao incluir as diversidades e especificidades da saúde dessas populações. Ou seja, um marco histórico na saúde ao garantir o acesso aos serviços públicos de saúde por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), instituído pela Lei nº 8080, de 19 de Setembro de 1990, em respeito aos três pilares fundamentais de equidade, universalidade e integralidade (Brasil, 2013).

Considerando que a saúde sofre ingerência direta das condições sociais, econômicas e culturais, nessa conjuntura, um dos grandes desafios para o SUS é promover de forma adequada o direito à saúde para as populações do campo, e a Estratégia Saúde da Família (ESF) revela-se como a principal política para contribuir nesse processo. No contexto rural em que se inserem as famílias, em especial os assentados, o déficit encontrado no sistema de captação de água, energia, saneamento, transporte e moradia lideram os fatores responsáveis pela baixa qualidade de vida dos assentados (Scopinho 2010, Santos, Hennington, 2013).

As vulnerabilidades de saúde presenciadas nessas condições estão relacionadas com o contato no dia a dia com ambiente evidenciado com os episódios de diarreias, dermatites, pequenas lesões, contaminação por parasitas e resfriados. Vários fatores contribuem para a qualidade de vida das pessoas que vivem no campo, a cultura alimentar, manejo errado de agrotóxicos, uso incorreto de equipamentos de proteção individual, pulverização aérea, falta de lazer, falta de transporte e uso de drogas lícitas e ilícitas. No que tange ao acesso aos serviços de saúde, alguns assentamentos têm acesso à Unidade Básica de Saúde (UBS), entretanto o funcionamento destas, por diversas vezes, é dificultado devido à escassez de profissionais e condições precárias para o atendimento, levando os assentados a procurar por unidades de saúde na área urbana. Nesse contexto, o acesso aos serviços de saúde se restringe pelas condições de vida neste ambiente, associadas à escassez de acesso aos serviços públicos, seja atendimento médico, seja segurança pública, devido à distância das áreas rurais, más condições das estradas e/ou ausência de transporte para a locomoção (Brasil, 2014).

### 3.10 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental possui um caráter participativo e democrático. A fim de melhorar a sua convivência com o planeta e com a sociedade, assegurando o seu envolvimento responsável pela sua vida e pela vida do outro. Nesta perspectiva, a Educação Ambiental pode ser considerada uma ação educativa que trata de valores éticos e de solidariedade por meio de políticas públicas participativas. Requer a prática social, pois é política.

Nasce das interrelações humanas, desenvolve-se nos grupos sociais e ganha força em comunidade. Pois a Educação Ambiental inspira transformação, como apontam os documentos de Brasil (1999; 2012).

Segundo Quintas (2008) a Educação Ambiental pode ser vista como um instrumento de participação ou, como afirma Trein (2008), pode ser incentivadora da participação social.

A Educação Ambiental, segundo Loureiro (2004), está sempre em movimento de construção, reconstrução e desconstrução, e sendo ela participativa se destaca por dialogar com a pesquisa, pois segundo Quintas (2008) e Trein (2008), este diálogo pode ser o ponto de partida para a vinculação das metodologias participativas com a Educação Ambiental. Mas, para entender um pouco o percurso percorrido pela Educação Ambiental é preciso retroceder um pouco na história para entender quando as preocupações com as questões ambientais apresentaram real importância para a humanidade, pois atualmente, devido à negligência de épocas remotas e que ainda ocorre na sociedade, acaba corroborando de modo negativo para o agravamento da crise ambiental global.

Foi na época de pós-segunda guerra mundial que realmente se iniciou uma preocupação ambiental que desafiou a humanidade a gerar ações educativas ambientais para o entendimento e para a tentativa de tomada de consciência dos indivíduos sobre a crise ambiental (Paraná 2013). Antes disso a mentalidade do homem estava voltada às descobertas e às invenções que se abriam para o conforto e o deleite da civilização. No entanto, a humanidade acreditava que os recursos naturais fossem inacabáveis, sendo que ao mesmo tempo silenciosamente este pensamento colaborava para a destruição das matas, para a poluição dos rios, do ar, para a extinção de espécies animais e vegetais, para as alterações do clima e entre outras degradações.

A partir deste contexto, as preocupações com o ambiente aumentaram gradualmente até se transformarem em ações educativo-ambientais, que foram globais gerando reflexos em todos os cenários, no internacional, no nacional, no estadual e no municipal. Por meio de documentos

destes cenários, como a Deliberação n.º04/13 do Estado do Paraná (2013) e nas Diretrizes curriculares para a educação municipal de Curitiba (2012), pode-se entender um pouco do desenvolvimento da Educação Ambiental e das ações que foram empreendidas ao longo dos anos.

Após a segunda guerra mundial, no cenário internacional, surgiram as preocupações com os acidentes ambientais que ela tinha provocado, e partindo disso aconteceram muitos debates e manifestações, que geraram uma construção lenta de uma nova concepção ambiental, pautada na educação. Os movimentos desencadeados a partir das constatações científicas que apontaram para a relação entre a produção industrial e os problemas ambientais viraram marcos históricos da Educação Ambiental internacional, nacional, estadual e municipal.

Os principais eventos que ocorreram no âmbito internacional, foram: A Conferência Internacional de Fontainebleau, na França em 1951; A publicação do livro de Raquel Carson, Primavera Silenciosa em 1962; A Conferência de Educação da Universidade de Keele no Reino Unido, Inglaterra em 1965, que pronunciou pela primeira vez o termo Educação Ambiental; O Simpósio Internacional sobre Educação em Matéria de Conservação, na Suíça em 1966; já em 1968 criou-se o Conselho para Educação Ambiental; A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo em 1972; O Encontro Internacional sobre Educação Ambiental em Belgrado em 1975; A Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental em Tbilisi em 1977; O Congresso Internacional da UNESCO – PNUMA sobre Educação e Formação Ambiental em Moscou em 1987 (Paraná 2013).

As ações mais significativas no Brasil foram: a Lei Federal nº 6938/81, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA e o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNEA em 1981, estabelecendo a Educação Ambiental a todos os níveis de ensino e capacitando a comunidade para a participação em torno da defesa do meio ambiente; O I Seminário Universidade e Meio Ambiente, Brasília em 1986; A Constituição Federal em 1988 - Art. 225, § 1º, inciso VI, a Educação Ambiental aparece pela primeira vez em um texto constitucional e é determinada a promover a conscientização social em defesa do meio ambiente, sendo-a considerada dever do poder público; A Criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA e o I Encontro Nacional sobre a Educação Ambiental no Ensino Formal em 1989 (Paraná 2013).

Em 1991, o Ministério da Educação e Cultura – MEC – por meio da Portaria MEC nº 678/91, estabeleceu a obrigação de a Educação Ambiental constar no currículo escolar em todos os níveis de ensino; Em 1992 foi criado nacionalmente o Ministério do Meio Ambiente – MMA e estadualmente os Núcleos Estaduais de Educação Ambiental – NEAS, do Instituto Brasileiro

do Meio Ambiente – IBAMA, o II Fórum Brasileiro de Educação Ambiental, no qual se criou a Rede Brasileira de Educação Ambiental – REBEA; A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Eco 92, no Rio de Janeiro, Brasil, que deu origem a Carta da Terra, as convenções da Biodiversidade, da Desertificação e das Mudanças Climáticas; A Declaração de princípios das florestas, a Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21; A criação do Programa Nacional de Educação Ambiental – PRONEA em 1994; A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB nº 9394/96 sancionada em 1996; A I Conferência Nacional de Educação Ambiental em 1997, Brasília em 1997; A Política Nacional de Educação Ambiental - Lei Federal nº 9795/99, regulamentada pelo Decreto Federal nº 428, DOU de 25/06/02, dirigida pelo MEC e MMA, que, em 1999, determinou a obrigatoriedade da inserção da Educação Ambiental, em todos os níveis de ensino, de modo transversal, contínuo e permanente; O Ministério do Meio Ambiente – MMA instituiu a Comissão Intersetorial de Educação Ambiental – CISEA, em 2003; O V Fórum Brasileiro de Educação Ambiental – Goiânia em 2004; A Resolução CNE/CP nº 02/12, de 15/06/12, regulamentou as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental, e gerou a Política de Educação Ambiental – PNEA em 2012 (PARANÁ, 2013).

Enquanto isso no cenário do Estado do Paraná os reflexos da Educação Ambiental nacional incentivaram os movimentos sociais e as ações locais, como: o II Fórum Brasileiro de Educação Ambiental no qual foram instituídas a Rede Brasileira de Educação Ambiental – REBEA e a Rede de Educação Ambiental do Paraná – REA/PR em 1992; A difusão da Agenda 21 Global, brasileira em 2001, se consolidou no Estado do Paraná em 2004; E no mesmo ano de 2004 aconteceu a Consolidação do Fórum da Agenda 21 do Paraná, por meio do Decreto Estadual nº 2547, DOE de 04/02/04; A constituição do Grupo de Trabalho - GT de Educação Ambiental, no Conselho Estadual de Meio Ambiente - CEMA/PR, para a construção da Política Estadual de Educação Ambiental, a elaboração do Projeto de Lei da Política e encaminhamento dele ao Governo do Estado, em 2010; A participação no evento Cenários Metropolitanos – Oficina de Educação Socioambiental por Bacia, realizado no Parque Barigui em Curitiba, em 2011, A Formação dos Grupos de Trabalho; A Criação da Rede Paranaense de Pesquisa em Educação Ambiental por Bacia Hidrográfica – PPRPEA e o Seminário de Educação Ambiental por bacia hidrográfica, na data de 23/11/12, no Salão de Atos do Parque Barigui, em Curitiba em 2012 (Paraná 2013).

E no cenário municipal de Curitiba, a Educação Ambiental já era uma preocupação anterior às legislações, pois o tema já havia composto diversos programas e secretarias ao longo da década de 80; já no início da década de 90, foram implantados, pela Secretaria Municipal da

Educação, os Centros de Educação Integral (CEIs), com espaços próprios para o trabalho com Educação Ambiental; A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n.º 9.394/96 reforçou a importância de inserir a Educação Ambiental nos currículos escolares em 1996; Os Parâmetros Curriculares Nacionais, em 1997, apontaram o meio ambiente como tema transversal para ser trabalhado de forma articulada em todas as áreas do conhecimento; A Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação instituiu a Resolução n.º 02, das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental em 1998; O Programa Alfabetização Ecológica foi lançado pela Secretaria Municipal da Educação – SME em 2000; nesse mesmo ano foram produzidos os Cadernos Pedagógicos de Alfabetização Ecológica, contendo temas relativos às questões socioambientais; Ainda em 2000 as Diretrizes Curriculares da Rede Municipal de Ensino - RME de Curitiba registravam a preocupação com a preservação do Planeta e consideravam o modelo de sociedade vigente como a causa dos problemas socioambientais; Só em 2000 é que a Agenda 21 foi elaborada nas escolas levando em consideração a realidade local; Houve a Educação para o Desenvolvimento Sustentável em 2005; Aconteceu também a terceira MOP (Meeting of Parties), Reunião das Partes do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, e a 8.ª COP – CDB, Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica em 2006 e, promulgou-se a Lei Orgânica do Município de Curitiba, e o art. 190, inciso II, que instituiu a promoção da Educação Ambiental para a conscientização pública e preservação do meio ambiente (Curitiba 2012).

Portanto, o setor que ficou encarregado de promover os cuidados com o meio ambiente foi o educacional que embora seja um processo lento, foi designado como o mais eficaz para a tomada de consciência dos cidadãos, como afirmam Layrargues (2002), Mousinho (2003) e Sorrentino *et al.* (2005).

Loureiro (2004) concorda com a visão dos autores acima, porém ele alerta para a falta de percepção produzida pelo reflexo do movimento histórico sobre a Educação Ambiental como processo educativo, pois ao longo do tempo foram produzidas práticas descontextualizadas, que buscavam soluções superficiais que impossibilitavam reflexões e discussões sobre as questões sociais que seriam o centro da teoria educacional.

Neste contexto, Loureiro (2004) define a crise ambiental, como uma crise civilizatória antecipada por uma crise ética, ou seja, uma ausência de valores morais que banalizam as ações humanas e sua integridade com a natureza. Enquanto Tozoni-Reis (2004), preocupou-se como essa crise ambiental foi retratada quando relacionada à profecia apocalíptica, ou seja, visão que interpretava a natureza como vingativa, pois os seus argumentos filosófico-políticos desencadeavam atitudes autoritárias de controle social que afetavam a escola com ideologias

racionalistas e antidemocráticas.

No entanto, a educação e a Educação Ambiental podem ser vistas como instrumentos valiosos, pois “instrumentalizam o sujeito para a prática social” que pode ser tão democrática quanto às relações sociais construídas por uma sociedade também democrática (Tozoni-Reis 2004 p.145).

E neste caso, a Educação Ambiental em termos legislativos está bem delineada e embasada por diversos estudiosos e por meio de diversos eventos que reuniram vários países para a construção de princípios e leis. Porém, conforme Loureiro (2004), a preocupação é quando as leis ficam depositadas no papel, pois elas tornam-se insuficientes para serem cumpridas pela escola pública se essa não tiver autonomia, pois o controle social do Estado limita o desenvolvimento dos processos participativos e educativos que instrumentalizam a comunidade e solidarizam os indivíduos em relação às questões ambientais. Pois o Estado até apoia a participação, conforme Demo (1999), porém ele não apoia a descentralização do poder e a perda do controle social.

Tanto Loureiro (2004) como Tozoni-Reis e Maia (2014) reconhecem que a Educação Ambiental já carrega consigo a essência de ser educação. E o que colabora com a crise é o fator de a escola ensinar que cada cidadão deve fazer sua parte, o que Loureiro (2004) não recrimina, pois até entende ser muito louvável essa ação, porém ele reconhece que é insuficiente para uma transformação social se for pensar no sistema econômico que permeia o Brasil.

Nesse contexto, a crítica remontada sobre a educação pública, por parte de Agudo e Tozoni-Reis (2014), está em deixá-la ao dever integral do Estado, que a domina e a transforma em prestadora de serviços e não em um local de embates políticos, reflexões sociais e formação de cidadãos democráticos e críticos.

Porém uma das potencialidades da escola está na possibilidade de transformar-se, a partir do momento que a escola se abre para ouvir a comunidade e a comunidade se propõe a ouvir a escola. Com isto a Educação Ambiental, segundo Loureiro (2004 p. 31) pode ser considerada “uma práxis educativa, fundamentalmente política, formativa e emancipadora, portanto transformadora das relações sociais existentes”.

Há nisso um forte contraponto nas funções entre o Estado e a educação emancipadora, pois o Estado centraliza o poder, capitaliza tornando tudo em mercadoria e serviços prestados, já a educação emancipadora descentraliza o poder, dá voz a comunidade e valoriza a participação e a formação crítica do cidadão. Agudo e Tozoni-Reis (2014) concordam com Loureiro (2004) quando ele diz que uma educação emancipadora é aquela que é feita no espaço escolar pela coletividade dos cidadãos, ou seja, a partir da reflexão coletiva, dos debates e

discussões, na qual possa haver um diálogo respeitoso e uma tomada de consciência de todos os envolvidos sobre as questões ambientais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados de precipitação pluviométrica evidenciaram duas estações climáticas bem distintas durante o período de estudo para a região norte do Estado do Tocantins. Uma época, de chuvas, compreendida entre os meses de novembro e março e a outra, de seca, abrangendo o período deste estudo, ou seja, de maio a setembro, típica pela precipitação baixa ou quase nenhuma.

A tabela 03 mostra os aspectos meteorológicos observados durante o período de 16 a 20 de Outubro de 2017 no assentamento Palmares, Araguaatins (TO), durante o período de cinco dias de coleta.

Tabela 03- Aspectos meteorológicos observados durante o período seco no assentamento palmares nos cinco dias de coleta.

Dias	Observações	Poço aberto	Poço Fechado
16	Chuva de véspera	NÃO	NÃO
	Ventos	SIM	SIM
	Nebulosidade	NÃO	NÃO
17	Chuva de véspera	NÃO	NÃO
	Ventos	SIM	SIM
	Nebulosidade	NÃO	NÃO
18	Chuva de véspera	NÃO	NÃO
	Ventos	SIM	SIM
	Nebulosidade	NÃO	NÃO
19	Chuva de véspera	NÃO	NÃO
	Ventos	SIM	SIM
	Nebulosidade	NÃO	NÃO
20	Chuva de véspera	NÃO	NÃO
	Ventos	SIM	SIM
	Nebulosidade	NÃO	NÃO

Fonte - Autora

#### 4.2 ASPECTOS GERAIS DOS PONTOS DE COLETA

A Tabela 04 mostra alguns aspectos gerais dos pontos de coleta, estudados, durante o período de 16 a 20 de outubro de 2017.

Tabela 04- Aspectos gerais dos pontos estudados no assentamento Palmares Araguatins (TO, Brasil), durante o período de 16 a 20 de Outubro de 2017.

OBERSERVAÇÕES	POÇO ABERTO	POÇO FECHADO
Erosão visível	P	A
Resíduos sólidos	A	A
Tipo de solo	Arg	Arg
Uso do solo	AS	AS

Legenda: vegetação natural (VN); pasto (P); agricultura de subsistência (AS); pecuária extensiva (Pe); Tipo de solo: arenoso (Are); argiloso (Arg); rochoso (R); outros aspectos: presente (P); ausente (A).

Fonte-Autora

#### 4.3 DADOS FÍSICOS E QUÍMICOS DA ÁGUA

Todos os resultados dos parâmetros avaliados foram comparados com os Limites Máximos Permitidos da Portaria no 2.914/2011, do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil. A tabela 05 a seguir mostra os resultados obtidos dos valores de cada parâmetro para os poços aberto e fechado: temperatura da água, pH, NaCl, TDS, turbidez, OD, C.E, nitrito, nitrato, dureza total, dureza de cálcio, dureza de magnésio e alcalinidade total.

Tabela 05- Estatísticas descritivas dos parâmetros físicos e químicos das águas subterrâneas dos poços aberto e fechado, no assentamento Palmares, município de Araguatins (TO), Brasil.

Parâmetros físicos e químicos	Poço aberto					Poço fechado				
	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Temperatura da água (°C)	26,80	27,12	1,16	26,00	29,50	27,40	27,64	1,14	26,00	29,50
pH	8,60	8,86	0,52	8,30	9,60	9,40	9,37	0,15	9,10	9,60
NaCl (mg/L)	316,00	316,73	1,83	315,00	320,00	383,00	382,60	3,91	370,00	386,00
TDS (mg/L)	355,00	353,80	6,95	340	362,00	430,00	419,20	21,91	348,00	432,00
Turbidez (UT)	6,74	6,61	0,87	5,52	8,25	0,33	0,44	0,28	0,12	1,06
Oxigênio Dissolvido (mg/L de O <sub>2</sub> )	0,22	0,47	0,64	0,05	1,86	2,30	2,18	0,68	0,64	3,19
Condutividade elétrica (µS/cm)	580,00	586,07	16,65	565,00	610,00	715,00	703,73	22,07	651,00	722,00
Nitrito (mg/L de NO <sub>2</sub> <sup>-3</sup> )	0,06	0,29	0,26	0,05	0,59	0,06	0,05	0,01	0,05	0,06
Nitrato (mg/L de NO <sub>2</sub> <sup>-2</sup> )	1,43	1,58	0,29	1,28	2,00	1,98	1,68	0,36	1,28	2,01
Dureza total (mg/L)	266,00	266,67	1,23	264,00	268,00	286,00	252,53	41,96	202,00	290,00
Dureza cálcica (mg/L)	140,00	144,67	7,51	136,00	156,00	142,00	136,93	10,02	124,00	148,00
Dureza magnésio (mg/L)	107,54	105,24	7,30	94,08	120,08	117,60	97,14	26,98	63,84	120,96
Alcalinidade total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	220,00	243,33	30,73	218,00	282,00	288,00	253,60	41,46	208,00	292,00

Fonte-Autora

### 4.3.1 Temperatura

As análises mostraram uma variação na temperatura da água entre 26,0 °C e 29,5°C apresentando um  $\Delta t = 3,5$  °C, tanto para o poço aberto quanto para o fechado. A análise da correlação de Spearman entre os parâmetros físicos e químicos das águas subterrâneas do poço aberto e fechado permitiu constatar que houve correlação positiva e significativa entre temperatura e nitrito ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,65$ ); temperatura e dureza total ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,74$ ), temperatura e alcalinidade ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,78$ ). Em consequência, quanto maiores os valores da temperatura maiores foram os valores de nitrito, dureza total, cálcio, magnésio e alcalinidade, que se explica pela maior solubilidade dos sais a maior temperatura.

A análise de variância revelou que não houve diferenças significativas entre os poços aberto e fechado para a temperatura ( $p = 0,20$ ) com nível de confiança de 95%. Não existe na legislação brasileira padrão de potabilidade para este parâmetro. Entretanto, os valores são similares aos encontrados por Medeiros e Dourados (2010) em um estudo de águas subterrâneas na região em estudo.

### 4.3.2 pH

Os valores de pH das águas subterrâneas dos poços aberto e fechado no assentamento Palmares apresentaram ligeiramente alcalinos. O pH médio foram (8.8) e (9.4), respectivamente. As flutuações variaram entre um mínimo de 8.3 e um máximo de 9.6, no poço aberto e 9.1 a 9.6 no poço fechado, em período seco, valores médios na maioria acima do limite máximo estabelecido pela Portaria 2.914/11 do MS. Diferente dos resultados encontrados por Ana (2010) onde o pH variou entre 4,3 mg/L e 8,6mg/L, com valor médio de 7mg/L, indicando águas com tendência à acidez, nessa região.

Isto se explica devido o estudo ter sido feito no período seco e com a falta de chuva, principalmente no poço aberto, era de se esperar um aumento do pH por conta da diminuição do gás carbônico livre cuja principal fonte é a chuva. Por outro lado o aumento do processo fotossintético em função do aumento da temperatura refletiu no aumento do pH. De fato os maiores valores de pH foram no poço aberto (que registraram as temperaturas mais elevadas quando comparado com o poço fechado).

Houve correlação positiva e significativa entre pH e NaCl ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,54$ ); condutividade ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,77$ ); nitrato ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,52$ ) no poço aberto enquanto no poço fechado não houve correlações significativas nem positivas nem negativas para este parâmetro.

### 4.3.3 NaCl (salinidade)

A variação média dos valores de salinidade foram de 316,73 mg NaCl /L para poço aberto e 382,60 mg/L de NaCl para poço fechado. Os valores altos da concentração de NaCl, reflete também nos altos valores de condutividade elétrica encontrados.

A condutividade apresentou correlações significativas positivas com TDS ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,64$ ), como esperado. O efeito inverso (correlação significativa negativa) da condutividade sobre alguns íons sugere que a elevação da temperatura, provocou diminuição da concentração de partículas em suspensão em função da sedimentação.

Observa-se que os valores obtidos tanto para poço aberto quanto para o poço fechado estão acima do Limite Máximo Permitido (LMP) que é de 250 mg NaCl/L estabelecido pela Portaria MS nº 2.914/11 (Brasil 2011).

A concentração de salinidade depende de condições químicas, podendo ser provenientes de depósitos minerais encontrado em águas subterrânea (Heller 1997). Ainda pode ser encontrado em sistemas de abastecimento, onde o processo de cloração, muitas vezes, realizado de maneira incorreta (Assis 2017).

Esse elevado valor, em relação à média, pode estar associado à interação do corpo hídrico com resíduos minerais oriundo de atividades agrícolas, ou mesmo despejos de esgotos ou águas residuais, difusas lixiviadas para o solo, principalmente induzidos pela ação da precipitação (Abreu 2017).

### 4.3.4 Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

O maior valor observado de TDS foi de 432mg/L (poço fechado) e o menor de 335 mg/L (poço aberto). Em época seca (set - out/17), nos dois poços avaliados no assentamento Palmares, os valores registrados de TDS foram menores que 300 mg/L.

Não existe um padrão de qualidade de água para a concentração de STD na legislação brasileira. Alguns autores consideram que “águas claras são aquelas com teores menores que 20,0 mg/L”. Valores acima de 150,0 mg/L poderiam causar preocupações em termos de qualidade de água. Nenhuma das amostras analisadas ultrapassou o valor máximo de 1000 mg /L estabelecido pela Portaria nº. 2.914 de 2011 do Ministério da saúde para consumo humano (anexo I).

Houve uma correlação positiva e significativa entre TDS e condutividade elétrica ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,64$ ), como esperado, em ambos os poços. Os maiores valores de TDS corresponderam aos maiores valores de condutividade. Destaca-se o grande número de correlações negativas e significativa em que participaram os TDS e alguns íons. A análise de correlação de Spearman permitiu constatar correlações negativas TDS e nitrito ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = -0,78$ ); nitrato ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,64$ ); dureza total ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,61$ ); cálcio ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,57$ ); magnésio ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,57$ ) e alcalinidade total ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,72$ ) no poço fechado. Isto pode ser explicado pelo fato de maior concentração de material suspenso maior a assimilação desses nutrientes, pelas algas. Enquanto no poço aberto a análise de correlação não constatou nenhuma correlação significativa negativa, houve apenas uma correção significativa positiva entre nitrato e TDS ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,64$ ).

#### **4.3.5 Turbidez**

Observa-se que os valores médios de turbidez foram muito baixos para poço fechado (0,44 uT), embora que para poço aberto o valor médio foi um pouco maior de 6,61 uT. Quando comparado com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 do MS, verifica-se que apenas para o poço aberto o resultado do valor médio de turbidez encontra-se acima dos padrões permitidos para consumo humano (5 uT).

A análise de correlação múltipla de Spearman permitiu constatar que não houve correlação significativa da turbidez com os outros parâmetros. Isto pode ser explicado devido os baixos valores da turbidez. O parâmetro turbidez corresponde a um indicador sentinela estabelecido pela legislação, que funciona como um sinalizador de ineficiência no tratamento, pois quando se encontra elevada na água tratada indica que alguma operação do processo de tratamento está inadequada (Araujo 2010). Embora possa ter origem natural e não trazendo inconvenientes sanitários, é esteticamente indesejável na água para consumo humano (Souza 2015). Um estudo feito por Schwartz et al (2000) associou os índices de turbidez a admissão hospitalar por doenças gastrointestinais entre a população de idosos de Filadelfia, nos Estados Unidos, no período de 1992 a 1993.

#### 4.3.6 Oxigênio dissolvido (OD)

O ambiente mostrou-se relativamente mal oxigenado, com uma concentração de oxigênio dissolvido oscilando entre 0,05 mg O<sub>2</sub>/L a 1,86 mg O<sub>2</sub>/L no poço aberto e 0,64mg/L a 3,19 mg/L no poço fechado. Estas concentrações além de evidenciarem mal oxigenação, reflete alta concentração de matéria orgânica, visto que a oxidação da matéria orgânica consome oxigênio.

No poço aberto houve diferenças significativas e positiva entre OD apenas com alcalinidade total ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,52$ ). Já no poço fechado houve diferenças significativas negativas apenas entre OD e TDS ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,89$ ). A análise de correlação múltipla de Spearman não constatou a existência de correlações significativas negativas entre os parâmetros, admitindo-se a hipótese nula. O baixo teor de OD ou a inexistência em águas subterrâneas, pode indicar possível contaminação dos lençóis freáticos por material orgânico (Assis 2017).

#### 4.3.7 Condutividade elétrica

De uma maneira geral, os valores de condutividade elétrica foram relativamente altos nos dois poços estudados. Valores mais altos de condutividade elétrica foram registrados no poço fechado quando comparados com o poço aberto. Nesse local, os valores de condutividade atingiram entre 651,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 722  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ambos em época seca. Isto está associado à alta concentração de minerais na água relacionada à decomposição, a compostos dissolvidos e à presença de íons. Em geral, considera-se que, quanto mais poluídas estiverem as águas, maior será a condutividade. No poço aberto, os valores estiveram próximos ao do poço fechado. Não existe um referencial para água potável na Portaria nº 2.914 do MS para este parâmetro.

A condutividade apresentou correlações significativas positivas com TDS ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,64$ ), como esperado. O efeito inverso (correlação significativa negativa) da condutividade sobre alguns íons sugere que a elevação da temperatura, provocou diminuição da concentração de partículas em suspensão em função da sedimentação.

Estas correlações são previstas, já que a condutividade elétrica é um parâmetro que está diretamente relacionado com a presença de íons dissolvidos na água (Manassés 2009).

A CE não indica padrão de potabilidade, mas sugere a presença de íons dissolvidos na água. O lançamento de efluentes associado à própria composição química da rocha que compõe

o solo podem ser os responsáveis pelos altos valores da condutividade elétrica (Frota Júnior *et al.* 2007), visto que em solos argilosos característico na área desse estudo, com maior teor de argila, conseqüentemente conduzem mais eletricidade do que os solos arenosos (Machado *et al.* 2006).

#### 4.3.8 Nitrato

Concentrações de nitrato maiores que 10 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/L (Limite Máximo Permitido pela Portaria nº. 2.914/11), não foram registradas em nenhum dos poços amostrados. O maior valor ocorreu no poço fechado (2,01 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/L) durante o período seco. Este baixo valor de nitrato está relacionado com contaminações antigas e não recentes de matéria orgânica. Houve correlação significativa e positiva entre nitrato e nitrito ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,88$ ). Evidenciam as muitas correlações significativas e positivas que participaram nitrato e íons, podendo ser explicado pela alta solubilidade e saturação deste ânion no solo. Do mesmo modo há também uma forte correlação entre os íons e o nitrito.

Verifica-se correlação entre os parâmetros nitrito e nitrato, o que se explica pelo fato das duas espécies pertencerem ao mesmo ciclo (ciclo do nitrogênio). Neste ciclo, o nitrito sofre oxidação produzindo nitrato com a participação de bactérias autótrofas do grupo nitrobactérias (Silva 2010).

O N-nitrato também tem ação na produção de nitrosaminas e nitrosamidas no estômago do homem, substâncias conhecidas como carcinogênicas. O nitrato tem sido utilizado mundialmente como indicador da contaminação das águas subterrâneas, principalmente porque apresenta alta mobilidade na água subterrânea e persistência, podendo contaminar extensas áreas.

O nitrato é o poluente de maior frequência em águas subterrâneas. Diversos estudos mostram o impacto dos problemas sanitários sobre a qualidade das águas subterrâneas, principalmente pela elevação das concentrações de nitrato e dos indicadores microbiológicos de contaminação. Pois o nitrato é muito solúvel, muito móvel e pode ser removido das camadas superiores do solo para a água (Bower 1978).

#### 4.3.9 Nitrito

Os níveis de nitritos não ultrapassaram o permitido na legislação para consumo humano. Foram encontrados valores médios 0,29 mg/L para poço aberto e 0,05 para poço fechado, valores estes abaixo do limite máximo permitido pelo MS, para consumo humano. Estes baixos

valores da concentração de nitrito está relacionado com pouca contaminação por esgoto ou matéria orgânica, principalmente recente. O nitrito teve uma correção negativa e significativa com TDS ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,59$ ) e com condutividade ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,78$ ). O valor negativo é explicado por seu potencial de solubilização o qual é lixiviado ao invés de permanecerem em suspensão. Como o nitrato evidenciam também as muitas correlações positivas e significativas que participaram nitrito e íons.

Nitrito no sangue humano que por sua vez se liga a hemoglobina, produzindo metahemoglobina, o que resulta na inibição do transporte de oxigênio no sangue (Silva & Araújo 2003).

#### **4.3.10 Dureza Total (dureza de cálcio e dureza de magnésio)**

A dureza total foi relativamente baixa, expressando baixas concentrações dos principais cátions responsáveis pela formação dos sais de cálcio e magnésio. A média dos valores de dureza total (magnésio + cálcio) para as amostras estudadas nos poços aberto e fechado foram relativamente altas, 266,67 mgCaCO<sub>3</sub>/L e 252,53 mgCaCO<sub>3</sub>/L o que classifica água moderadamente dura. Efetivamente, as concentrações de sódio, cloreto, cálcio e magnésio, confirmaram os altos teores destes íons, que já eram previsíveis pela condutividade elétrica. A Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011, estabelece o VMP para dureza total de 500 mg/ L. Estando as amostras de acordo a este estudo (Brasil 2011).

No poço aberto houve correlação positiva e significativa da dureza total apenas com a temperatura. A análise de Spearman não constatou correlações negativas e significativa entre os parâmetros físicos e químico avaliados. Já no poço fechado houve correlações significativas e positivas entre os parâmetros: dureza de cálcio ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,911$ ); Dureza de magnésio ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,89$ ); alcalinidade ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,85$ ) e temperatura ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,83$ ), nitrito ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,78$ ). E nitrato ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,89$ ). Como esperado e o inverso com condutividade ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,61$ ) e TDS ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = -0,57$ ).

#### **4.3.11 Alcalinidade total**

A alcalinidade total foi relativamente alta, expressando altas concentrações de bicarbonatos e carbonatos, assim como dos principais cátions responsáveis pela formação dos sais de cálcio e magnésio. Os valores encontrados para alcalinidade total, flutuou entre uma

média de 243,33 mg CaCO<sub>3</sub>/L para poço aberto e de 253,60 mg CaCO<sub>3</sub>/L para poço fechado.

A alcalinidade total do poço fechado correlacionou-se negativamente com STD ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,64$ ) e com condutividade ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = -0,72$ ); e correlações positivas e significativas positivamente com OD ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,52$ ); nitrito ( $\alpha = 0,05$ ;  $r = 0,64$ ); nitrato ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,90$ ); Dureza total ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,85$ ); dureza de cálcio ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,79$ ); dureza de magnésio ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,85$ ).

Já no poço aberto houve correlações negativas e significativas de alcalinidade total e nitrito ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,68$ ); alcalinidade total e dureza de magnésio ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,81$ ). Houve correlação positiva e significativa de alcalinidade total apenas com dureza de cálcio ( $\alpha = 0,01$ ;  $r = 0,86$ ). Alcalinidade em concentrações moderadas não possui significado sanitário. No entanto, em níveis elevados, pode ocasionar um sabor desagradável (BRASIL, 2014).

#### 4.4 ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS POÇOS ABERTOS E FECHADOS

A análise comparativa dos valores médios das diferentes concentrações dos parâmetros físicos e químicos do poço aberto e poço fechado foi realizada através do teste de Mann-Whitney. A análise de variância revelou que houve diferenças significativas entre os poços amostrados para os parâmetros; pH ( $\infty = 0,05$ ;  $p = 0,04$ ); NaCl ( $\infty$  TDS, turbidez ( $\infty = 0,05$ ;  $p < 0,001$ ); OD ( $\infty = 0,05$ ;  $p < 0,001$ ), Condutividade ( $\infty = 0,05$ ;  $p < 0,001$ ).

Para os demais parâmetros a análise de variância **não** reconheceu a existência de diferenças significativas entre os dois poços estudados admitindo-se hipótese nula, com nível de confiança de 95% conforme mostra o resumo dos coeficientes da função discriminante (método Mann-Whitney) de cada parâmetro avaliado na tabela 06 a seguir.

Tabela 06- Resultado dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos das águas subterrâneas do poço aberto e do poço fechado.

Parâmetros físicos e químicos			<i>p</i> *
	Poço aberto	Poço fechado	
pH	8,86 ± 0,52	9,40 ± 0,15	<b>0,04</b>
NaCl (mg/L)	316,73 ± 1,83	383,00 ± 3,91	<b>&lt;0,001</b>
TDS (mg/L)	335,93 ± 67,82	430,00 ± 21,91	<b>&lt;0,001</b>
Turbidez (UNT)	6,61 ± 0,87	0,33 ± 0,28	<b>&lt;0,001</b>
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	0,47 ± 0,64	2,30 ± 0,68	<b>&lt;0,001</b>
Condutividade (µS/cm)	586,07 ± 16,65	715,00 ± 22,07	<b>&lt;0,001</b>
Nitrito (mgN/L)	0,29 ± 0,26	0,06 ± 0,01	0,07
Nitrato (mgN/L)	1,58 ± 0,29	1,98 ± 0,36	0,39
Dureza total (mg/L)	266,67 ± 1,23	286,00 ± 41,96	0,62
Dureza calcica (mg/L)	144,67 ± 7,51	142,00 ± 10,02	0,16
Dureza magnésio (mg/L)	102,48 ± 6,78	117,60 ± 26,98	0,54
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	243,33 ± 30,73	288,00 ± 41,46	0,71
Temperatura da Água ( °C)	27,12 ± 1,16	27,40 ± 1,14	0,20

Fonte-Autora.

Para se entender melhor as diferenças entre as águas subterrâneas dos poços aberto e fechado foram calculados os elementos necessários para determinação dos limites de confiança de 95% (Linf e Lsup) das médias de cada conjunto de dados estudados, pelo método Boxplot, o qual indicará se os conjuntos de dados estudados são iguais ou significativamente diferentes.

A figura 04 ilustra os valores médios dos parâmetros onde se observa a diferença dos escores discriminantes entre as águas subterrâneas do poço aberto e do poço fechado.

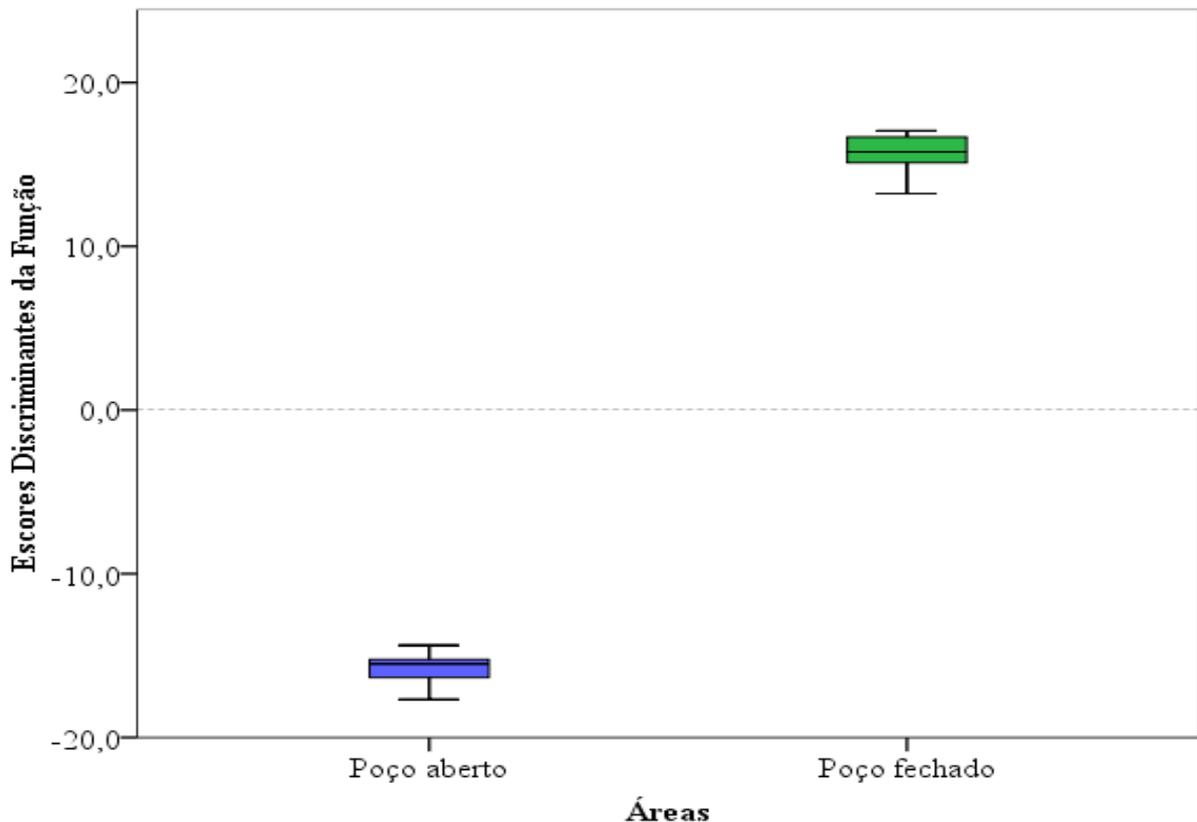


Figura 04- Gráfico Boxplot demonstrando as diferenças dos escores discriminantes entre as águas subterrâneas dos poços aberto e fechado, assentamento Palmeiras, Município de Araguatins (TO), durante o período compreendido entre os dias 16 a 20 de outubro de 2017.

Fonte-Autora.

A figura 04 mostra as médias e limites de confiança de 95% (método Boxplot) das concentrações dos parâmetros estudados nas águas subterrâneas do poço aberto e poço fechado, onde pode ser observado a existência de dois grupos de valores médios entre os poços fechado e aberto. Observa-se também que nesses poços não ocorreram interseções entre os limites o que indica que foram estatisticamente diferentes, mostrando que estatisticamente existem diferenças significativas e os parâmetros NaCl, turbidez e condutividade foram os que apresentaram os maiores coeficientes da função discriminante, conforme constatado através da análise de agrupamento.

Dentre as características físicas e químicas da água, a análise de agrupamento mostrou que as variáveis que tiveram as maiores contribuições na função discriminante foram: NaCl ( $\alpha = 0,05$ ;  $p = 0,533$ ), turbidez ( $\alpha = 0,05$ ;  $p = 0,235$ ) e condutividade ( $\alpha = 0,05$ ;  $p = 0,149$ ) entre o poço aberto e fechado durante o período amostrado (16/10/17 à 20/10/17). Os demais parâmetros não apresentaram estas diferenças conforme pode ser observado pelos resultados

dos testes estatísticos aplicados. A tabela 07 mostra o resumo dos coeficientes da função discriminantes de cada parâmetro físicos e químico da água.

Tabela 07- Coeficientes da função discriminantes de cada parâmetro físico-químico da água.

Parâmetros físicos e químicos	Coefficiente da função discriminante
NaCl (mg/L)	<b>0,533</b>
Turbidez (UT)	<b>0,235</b>
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<b>0,149</b>
TDS (mg/L)	0,099
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,064
pH	0,033
Nitrito (mg/L)	0,031
Dureza cálcica (mg/L)	0,022
Dureza total (mg/L)	0,012
Temperatura da Água ( °C)	0,011
Dureza magnésio (mg/L)	0,010
Nitrato (mg/L)	0,008
Alcalinidade (mg/L)	0,007

Fonte: Autora

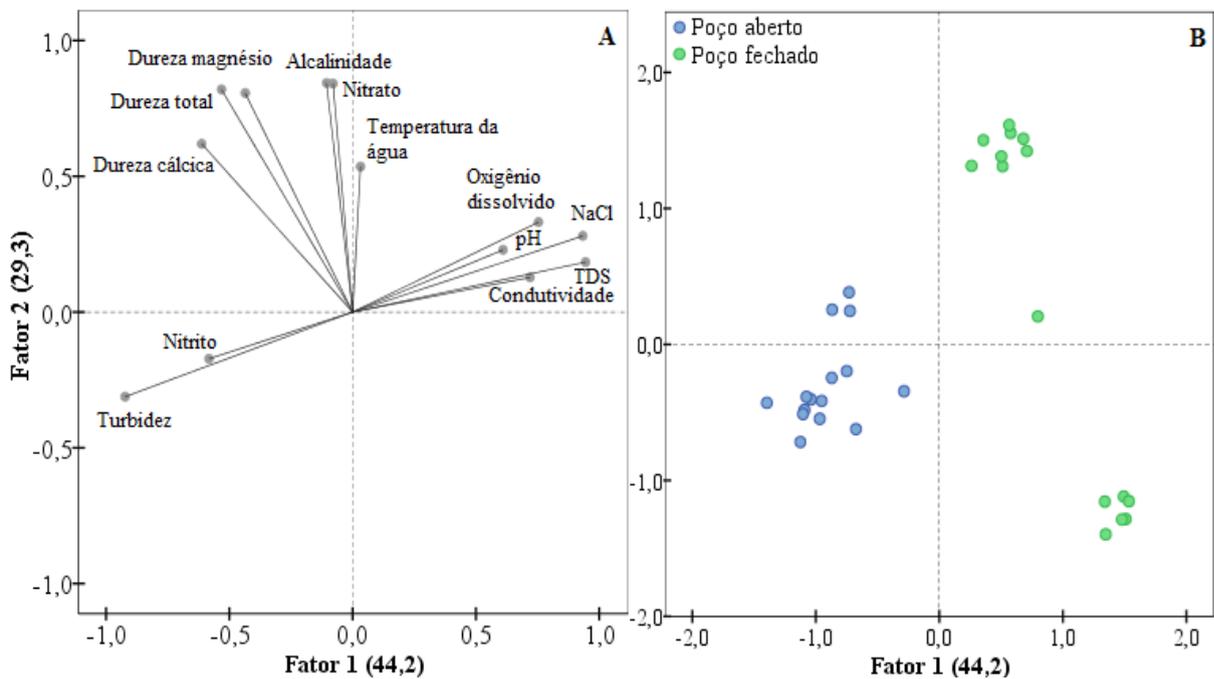


Figura 05- a) Análise dos componentes principais (ACP) dos parâmetros analisados. b) Relação entre o ACP 1 e a ACP 2, pontos agrupados de acordo com as características físicas e químicas das águas subterrâneas do poço aberto e poço fechado.

Fonte- Autora.

A Figura 05 mostra que houve uma separação dos escores associados a dois grupos (poço aberto e poço fechado). O primeiro grupo, de acordo com a análise de componentes principais formado pelos parâmetros: pH, TDS, NaCl, OD, temperatura da água e alcalinidade

tiveram uma relação positiva e o outros uma relação negativa em função da 1ª componente principal (ACP1). Em relação ao 2º componente principal (ACP2) nitrato e turbidez tiveram uma relação negativa.

#### 4.5 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Aliado as análises anteriores, e com o objetivo de realizar um levantamento das condições sanitárias (potabilidade) das águas dos poços aberto e fechado do assentamento Palmares, Araguatins (TO) determinou-se o número de coliformes totais e bactérias termotolerantes (*E coli*).

Esses resultados indicam que a água dos poços e nascentes podem ter sido contaminadas possivelmente com o conteúdo de fossas ou dejetos animais. O manejo inadequado dos dejetos animais ou de fossas sépticas pode levar à contaminação da água por micro-organismos de origem fecal, *Escherichia coli* e enterococos, que podem ser carreados do solo para fontes de água superficiais, como córregos e represas, ou sofrerem percolação, podendo atingir lençóis de água subsuperficial ou pouco profundos, causando contaminação da água, principalmente em época de alta pluviosidade (Cogger 1988).

Em trabalho semelhante ao atual, estudo desenvolvido por Colvara *et al.* (2009), ao avaliar a qualidade de águas subterrâneas de poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul, observou que 100% das amostras estavam contaminadas por coliformes totais e 70% delas apresentavam coliformes termotolerantes. Os autores ressaltaram que vários fatores podem ser responsáveis pela contaminação: falta de manutenção do reservatório; localização inadequada do poço; e falta de cuidado e higiene com a água antes do consumo.

Resultado similar é relatado por Amaral *et al.* (2003) em estudo desenvolvido na região nordeste do estado de São Paulo que, analisando a água para consumo humano em propriedades rurais, verificaram que aproximadamente 96% das amostras de água de poços rasos analisadas apresentavam-se impróprias para o consumo humano, representando fator de risco à saúde, tendo em vista as altas concentrações encontradas.

O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas, que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagens ocupadas por animais. No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante

susceptíveis à contaminação (Rigobelo *et al.* 2017).

#### 4.6 AÇÃO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE AMBIENTAL NOS ASSENTAMENTOS DO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS (TO).

Com resultado do estudo, o retorno dos dados obtidos ao público participante é uma etapa fundamental, principalmente quando se busca a exposição e, conseqüentemente, a resolução dos problemas observados. Assim o diagnóstico de qualidade da água consumida pelas famílias do assentamento Palmares no município de Araguatins(TO) se tornou uma parte importante do trabalho. Isso fica mais expressivo a medida que os problemas relacionados com a qualidade da água são de fácil resolução.

Depois de realizado o diagnóstico da qualidade da água consumida pelas 50 famílias do assentamento, efetuou-se o contato com a secretária de saúde, a fim de apresentar os resultados e discutir medidas mitigadoras e construir estratégias de acordo com as especificidades do assentamento para a melhoria da qualidade da água.



Figura 06- Reunião com a secretária de Saúde Município de Araguatins (TO).  
Fonte- Autora

Após a conversa com a secretária de saúde foi decidido que seria confeccionado um folder informativo com medidas simples de tratamento de água, sua distribuição seria feita pelos agentes comunitários de saúde do município, acompanhado pelo hipoclorito.

**Água tratada contribui para uma melhor qualidade de vida.  
A água que chega até você é tratada?  
Se a resposta for não, utilize o hipoclorito.**

## Saiba utilizar Hipoclorito

O primeiro passo para bebemos a água vinda da torneira, é filtrá-la com um coador, pano limpo ou com um filtro doméstico.

Agora vamos colocar 2 gotas de HIPOCLORITO DE SÓDIO, na água já filtrada. Ah! E não esqueça. São apenas 2 duas gotas para cada 1 litro de água e MISTURE BEM...

... Pronto! Agora é só esperar **30 minutos** e a água já pode ser consumida.

**30 min**

**Realizadores:**



The image is a colorful informational poster for water treatment. It features a yellow background with a blue header. The text is in Portuguese and provides step-by-step instructions for using sodium hypochlorite to treat tap water. It includes illustrations of a farmer, a water filter, a faucet, a person adding drops, and a 30-minute timer. Logos of the organizing institutions are at the bottom.

Figura 07- Informativo com orientações simples para tratamento de água.  
Fonte-Autora, 2018.

Os agentes comunitários de saúde atuam na zona urbana e rural. Na zona rural especificamente nos assentamentos, além de atuarem em importantes iniciativas do ministério da saúde, sendo na maioria das vezes é o único contato da comunidade com assistência a saúde. São atores importantíssimos para desenvolvimento da campanha educativa. No entanto com a grande demanda apresentada pela secretária de saúde, a campanha educativa foi expandida pra todos os 29 assentamentos do município de Araguatins (TO), em razão das características de captação da água consumida por todos os assentamentos.

Foi recomendado que fosse oferecida uma oficina para os agentes comunitários de saúde, os principais atores da extensão desse estudo, com objetivo de capacitá-los e sensibilizá-los sobre a importância da educação ambiental e da campanha educativa que seria desenvolvida junto ao público alvo.

No dia 22 de Março de 2018 os agentes comunitários de saúde participaram de uma oficina, para sensibilização para a preservação dos recursos hídricos e da importância das ações que serão desenvolvidas por eles nas comunidades os quais atendem. A oficina foi realizada na igreja evangélica assembleia de Deus no Município de Araguatins (TO), uma turma do 9º ano da Escola Estadual Irio de Oliveira Sousa, participaram ACS da zona rural, vereadores, secretária de saúde, secretário de meio ambiente, presidentes de associações de assentamento e agricultores.



Figura 08- Oficina sobre qualidade da água pra consumo humano e conservação de recursos hídricos no Município de Araguatins (TO).

Fonte- Autora

Uma lista com o nome dos participantes da oficina foi preenchida, visando quantificar o público presente (Anexos 2,3,4,5 e 6) e, ao todo, a oficina contou com a participação de um público de aproximadamente 118 ouvintes.

Foi muito importante a participação de representantes da comunidade para que a construção do conhecimento fosse efetiva e para que este estudo sirva de incentivo e que medidas mitigadoras possam ser efetivadas pelo município, para melhorar a qualidade de vida

das famílias que residem nos assentamentos do Município. Assim, o público interagiu, o que foi fundamental para a formação da consciência participativa, além da apresentação oral dialogada, foi realizada com o intuito de que os participantes pudessem fortalecer o entendimento de conceitos tratados na apresentação. Para facilitar a visualização e a interação, foi didado em dois momentos. O primeiro momento foi a apresentação do estudo e de seus resultados. Após a apresentação inicial foram mostradas duas realidades diferentes de manejo das propriedades rurais: uma em relação à preservação da qualidade das águas e outra abordando a não-preservação das águas. Durante a explanação, procurou-se dar ênfase a aspectos relacionados a lavouras, criação de animais, mata ciliar e tipo de sistemas de captação de água.



Figura 09- Apresentação de manejo das propriedades rurais: uma em relação à preservação da qualidade das águas.

Fonte- Autor

Os participantes puderam observar que a proteção da margem dos rios com vegetação dificulta a entrada de poluentes nos mananciais superficiais de água e, conseqüentemente, a fonte de captação de água para consumo humano continuará apta para exploração de água para consumo. Entretanto, caso não seja respeitada a mata ciliar e não seja dado um manejo adequado ao solo, as águas superficiais serão contaminadas por resíduos da agricultura e, concomitantemente, as águas subterrâneas também serão contaminadas.



Figura 10- Apresentação das formas de contaminação da água.  
Fonte- Autora

Segundo momento foi apresentado aos participantes as formas de contaminação da água. O objetivo dessa experiência consistiu em mostrar os diferentes tipos de água, como foram contaminadas e os cuidados que se deve ter para avaliar a qualidade da água. Durante a oficina buscou-se que a boa aparência da água não é sinônimo de qualidade, pois a água pode estar contaminada com substâncias não perceptíveis a olho nu. Em contrapartida, demonstrou-se também que água com detritos em suspensão não é sinônimo de água contaminada, pois muitas impurezas não comprometem a qualidade da água.



Figura 11- Público participante da oficina sobre qualidade da água para consumo humano  
Fonte- Levantamento de dados, 2018.

Para finalizar as atividades, foi distribuído o folder informativo (Figura 07) voltado para as famílias que residem nos assentamentos, que abordava, formas simples de tratamento de água no meio rural. O objetivo desse material foi fornecer, aos presentes, informações sobre o formas simples de tratamento de água no meio rural. A produção desse material didático somente foi possível devido ao auxílio da prefeitura do Município de Araguatins (TO) que custeou a impressão, visto que havia demanda de um grande número de cópias.

## 5 CONCLUSÕES

As pesquisas empreendidas neste trabalho demonstraram que as famílias do assentamento palmares estão consumindo água fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Foi possível observar que o assentamento não é um modelo de gestão ambiental, pois não há adoção de práticas conservacionistas e ambientais. Verificou-se ainda que as áreas agrícolas são mal manejadas e como o solo é naturalmente frágil e essa postura geralmente favorece a erosão e conseqüentemente a perda de solo em época de chuvas.

Em relação a apreciação da qualidade da água dos poços aberto e fechado estudado com relação a Portaria MS, pode-se verificar o seguinte:

Chama a atenção os elevados valores de salinidade (NaCl) cujas concentrações apresentam-se concentrações máximas permitidas pela Portaria 2.914/11 do ministério da saúde.

A análise de variância não reconheceu a existência de diferenças significativas entre as coletas dos valores médios das campanhas amostradas de todos os parâmetros das águas subterrâneas dos poços aberto e fechado estudados, indicando que não houve erros metodológicos, aceitando-se a hipótese nula.

Conforme a Portaria 2.914/11/MS, os resultados obtidos nesse estudo para água, apresentam-se impróprios para consumo humano do ponto de vista bacteriológico e físico-químico. Amostras apresentaram os parâmetros físico-químicos fora dos padrões de potabilidade, indicando contaminação por matéria orgânica. A qualidade microbiológica da água subterrânea do assentamento Palmares está diretamente relacionada ao índice de esgotamento sanitário. Considerando que as águas provenientes de poços são a única fonte de abastecimento para as famílias do assentamento, a elevação do nível de esgotamento sanitário é fundamental na prevenção da transmissão de doenças de veiculação hídrica e, por conseguinte na garantia da potabilidade das águas subterrâneas.

Somente com a execução sistemática de ações ocorrerá a sensibilização da população sobre a necessidade de preservação dos recursos hídricos e sobre os riscos que o consumo de água de baixa qualidade pode acarretar. A parceria com secretaria de saúde, foi importantíssima, os agentes comunitários desenvolverão papel essencial na sensibilização das famílias que residem na zona rural.

## REFERENCIAS

- Almeida C. 2014. Por que está faltando água? *Superinteressante*, setembro, São Paulo, 42-47.
- Cunha. A. C. 2017. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. *Eng Sanit Ambient*, Rio de Janeiro, **11**(3) 22-32.
- Araújo. M.C. S. P. 2010. *Indicadores de vigilância da qualidade da água de abastecimento da cidade de Areia (PB)*. MS Dissertation, Instituto de engenharia civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 110p.
- Assis D. M. S. et al. 2017. Avaliação dos parâmetros físico-químicos da água de abastecimento em diferentes bairros do Município de Salvaterra (Arquipélago do Marajó, PA). *Revista Virtual de Química*, 9(5).
- Amaral L. A. do et al. 2003. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, **37**(1):510-514.
- Associação Nacional de Água (ANA). *Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2014*. Brasília, DF, ANA, 2015. Disponível em: [http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2014\\_inf.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2014_inf.pdf). Acesso: 29 AGO 2017. [anvisa.gov.br/e-legis/](http://anvisa.gov.br/e-legis/)> Acesso em 20 out. 2017.
- Apha.2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, *American Public Health Association*, American Water Works Association, Water.22
- Apha. 2005. Standard Methods For The Examination Of Water And Wasterwater. Washington. *American Public Health Association*. 21.
- Araújo G.F.R de et al. 2011 Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de são Paulo. *O mundo da saúde*, **35**(1):98-104.
- Baccan N. 2005 Química analítica quantitativa elementar. *Rev., ampl. E reest*. São paulo: e. Blucher.
- Barbosa B. V. A. et al. 2014. Análise social dos fatores que influenciam o desenvolvimento e o planejamento de assentamentos rurais: os casos dos municípios de cervantes e gutiriz na galícia. *Dados- revista de ciências sociais*, **57**(3).
- Barros F. M. et al. 2008. *Dinâmica do nitrogênio e do fósforo e estado trófico nas águas do rio Turvo Sujo*.
- Bergamaschi F. P. R. et al. 2012. Reflexões acerca da integralidade nas reformas sanitária e agrária. *Texto & Contexto Enfermagem*, **21**(3): 667-674.
- Bernardin A. M. 2015. Saneamento Ambiental. *Anais da Semana de Ciência e Tecnologia*, **5** (4) 123-131.

- Bertolo R. et al. 2015. Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala. *Revista DAE*, **63**(1):6-18.
- Bordignon S. 2016. *Dessalinização da água do mar como alternativa para obtenção de água potável*. Especialização. Setor de ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 38p.
- Borsatto R. S. CARMO. M. S. do. 2013. A construção do discurso agroecológico no Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, **51**(4):645-660.
- Bower C. E. Bidwell. J. P. 1978. Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH, and salinity. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, **35**(7):1012-1016.
- Bozza A.N. et al. 2010. *Conscientização sobre a Importância da Mata Ciliar Realizada com Alunos do Ensino Fundamental da Escola Sistema Educacional Realidade*, Campinas SP. Disponível em: <http://www.enapet.ufsc.br/anais/pdf>. Acesso em: 17 Set 2017.
- Braga B. 2005. Introdução à engenharia ambiental. *Person Prentice Hall*. São Paulo, E 2.
- Branco S. M. 2010. Água: origem, uso e preservação. São Paulo: *Moderna*. ed 2.
- Brasil Ministério da Saúde. 2013. Secretária de Gestão Estratégia e Participativa. Departamento de Apoio à Gestão Participativa. *Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta*. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www.ms.gov.br/ministeriodasaude>> Acesso 20 Nov 2017.
- Brasil Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2012. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), *INCRA. Cidadania e Reforma Agrária*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/reformaagraria>>. Acesso 14 Out 2017.
- Brasil Fundação Nacional de Saúde. 2014. Manual de cloração de água em pequenas comunidades: utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela FUNASA. *FUNASA: Brasília-DF*.
- Brasil Portaria 2.914 de dezembro de 2011. 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília. DF, 213p. Disponível em: <http://www.ms.gov.br/ministeriodasaude>>. Acesso 20 Nov 2017.
- Brasil Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, que estabelece a *Lei da Educação Ambiental*. D.O.U. de 28 abril 1999. Disponível em: Acesso em 07 Jun. 2018.
- \_\_\_\_\_. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, que estabelece as *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental*. D.O.U. Seção 1, pág. 18 de 15 jun. 2012.

Brito L.T de L. de Moura, M. S. B.; Gama, G. F. B. 2007 Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. *Petrolina: Embrapa Semi-Árido*, 104p.

Cabral C.C. 2011. *Revogada Portaria Ms Nº 518-2004 Que Estabelecia Parâmetros Para O Controle Da Qualidade Da Água Para Consumo Humano*. 92p.

Castro M. A. H. de. 2013. Águas Subterrâneas. In: CAMPOS, N.; STUDART, T. (Org.). *Gestão de Águas: Princípios e Práticas*. Porto alegre: ABR.**12**(1): 169- 180.

Cetesb 2017. *Companhia ambiental do estado de são Paulo Variáveis de qualidade das águas*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 15 Jul 2017.

Cetesb 2014. *Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade*. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-eSanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf>> Acesso em: 12 out 2017.

Cetesb.1997. Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental. *Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais*. São Paulo. 152-4.

Chaves A. C. P. Seixas Filho, J. T. Dantas, M. M. L. 2010.Revisão do mecanismo fisiopatológico da amebíase. *Revista Augustus/ Rio de Janeiro*. **22**(6)14-29.

Chieffi P. P. Amato Neto. V. 2003. Vermes, verminoses e a Saúde Pública. *Ciência e Cultura*. **55** (1): 41-43.

Cogger C. 1988. On-site septic systems: the risk of groundwater contamination. *Journal of Environmental Health*. **51** (1):12-16.

Colvara J. G. Lima. A. S. Silva.W. P. 2009.Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. *Braz. J. Food Technol*, **17** (2):11-14.

Conama Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2009.*Resolução no 420 de 28/12/2009*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 22 Dez 2017.

Conama *Conselho Nacional do Meio Ambiente*.2008. Resolução nº. 396. 2 set. Disponível em: <[http://www.conama.gov.br/ccivil\\_03/resolucao/16938.htm](http://www.conama.gov.br/ccivil_03/resolucao/16938.htm)>. Acesso em: 12 nov 2017.

Copasa. 2011. *Manual Doenças de Veiculação Hídrica* , **28**(2): 10-23.

Cordeiro M.R. 2004. Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços da União; *Poder Executivo*. Brasília, DF, 26 mar.

Costa I.P., Bueno G.V. Milhomem P.S., Silva H.S.R.L., Kosin M.D. 2007. Sub-bacia de Tucano Norte e bacia de Jatobá. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, **15**(2):445-453.

Curitiba Lei orgânica Municipal. *Câmara Municipal de Curitiba*, nov. 2006. Disponível em: Acesso em 12 Jun. 2018.

Demo, P. Participação é conquista. 4. ed. São Paulo: *Editora Cortez*, 1999.

Dourado, J. et al. Escolas Sustentáveis. São Paulo: *Oficina de Textos*, 2015.

Dias D. M. et al. 2010. Morbimortalidade por gastroenterites no Estado do Pará. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, **1** (1):53-60.

Dias G.A. R. Lopes M. M. B. 2013. Educação e saúde no cotidiano de enfermeiras da atenção primária. *Revista de Enfermagem da UFSM*, **3** (3):449-460.

Duarte P. B. 2011. *Microrganismo indicadores de poluição fecal em recursos hídricos*. Monografia (Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Minas Gerais), 96p.

Esteves, F.A. 1996. Fundamentos de Limnologia: *Interdisciplina*, Rio de Janeiro, 180p.

Lacerda L.D., Turcq B., Knoppers B. (ed.). 1992. *Paleoclimatic changes and the carbon cycle*. Rio de Janeiro, SBGq, 114 p. (Geoquímica ambiental, 1).

Freitas D.P. 2000. Projeto Útil. Florianópolis: *Fetesc*. 86p.

Frota Júnior J. I. et al. 2007. Influência antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, **38** (2): 222-260.

Funasa 2014. *Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS*. Brasília, DF. **112**(1).

Funasa. 2013. *Saneamento Rural*. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

Gasparotto F. A. 2011. *Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. PhD Thesis, Universidade Federal de Piracicaba, Piracicaba, 240 p.

Guandalini S. et al. 2000. Lactobacillus GG administered in oral rehydration solution to children with acute diarrhea: a multicenter European trial. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, **30** (1):4-60.

Heller L. 1997. Saneamento e saúde OPS–OMS. *Representação do Brasil*, Brasília-DF, **14**(2): 26-39.

Heller L. Pádua V. L. 2006. Abastecimento de água para consumo humano. *Editora UFMG*.

Iasbik A. F. et al. 2010. Prevalência do complexo teníase-cisticercose na zona rural do município de Viçosa, Minas Gerais. *Ciência Rural*, **40** (7):1664-1667.

Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Tabulação avançada do censo demográfico 2011. *Resultados preliminares da amostra*. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ma> > Acesso 20 Jan 2018.

Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. *Tabulação avançada do censo demográfico. Resultados preliminares da amostra*. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php)>. Acesso em: 22 Dez 2017.

Idexx Laboratories Inc. 2002. *Cartilha explicativa do método Colilert, Tecnologia do Substrato Definido*. Disponível em: < [www.idexx.com.br](http://www.idexx.com.br) > Acesso em: 13 jun. 2017.

Lanford R. E. et al. 2011. Acute hepatitis A virus infection is associated with a limited type I interferon response and persistence of intrahepatic viral RNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108** (27): 11223-11228.

Layrargues, P.P. *Crise ambiental e suas implicações na educação*, 2002.

Loureiro, C. F. B. *Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2004.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. A hegemonia do discurso empresarial de sustentabilidade nos projetos de educação ambiental no contexto escolar: nova estratégia do capital. *Revista Contemporânea de Educação* Nº 14, agosto/dezembro de 2012.

Libânio, M. 2010. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. *Campinas: Átomo*, **10**(3) 444-454.

Libânio M. 2008. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. *Átomo*, **345**(1) 1-345.

Lima C. M. B. L. et al. 2011. Investigação da atividade antiparasitária do *Allium sativum* L. *in vitro e in vivo*. **102** (1) 22-46.

Lima E. B. N. R. 2001. Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá. *Rio de Janeiro*. **102**(1) 1-102.

Lima W. P. 2008. *Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*, **220** (3) 220-345.

Longo D.L. Fauci A.S. 2014. *Gastrenterologia e hepatologia de Harrison*. Porto Alegre, RS, **220**(2) 1-220.

Lopes F. M. F. 2008. *Comparação da flotação por ar dissolvido e sedimentação no tratamento de águas-estudo em escala de bancada utilizando policloreto de alumínio*. **345**(1) 1-345.

Macêdo J.A.B. 2012. Água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Águas & Águas*. Belo Horizonte, **189**(3): 8-14.

Machado, P.L.O A. et al. 2006. Mapeamento da condutividade elétrica e relação com a argila de Latossolo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 419(3).1023-1031.

Manasses F. 2009. *Caracterização hidroquímica da água subterrânea da formação Serra Geral na região sudoeste do Estado do Paraná*. MS Dissertation, Instituto de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 136 p.

Marques M. N. et al. 2007. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, São Paulo. *Química Nova*, **30**(5): 1171-1178.

Mendes A.C.G. Medeiros. K.R. Farias, S.F. Lessa, F.D.Carvalho, C.N. Duarte, P.C. Sistema de Informações Hospitalares Fonte Complementar na Vigilância e Monitoramento das Doenças de Veiculação Hídrica. *Informe Epidemiológico do SUS*, **9**(2) :111-124

Medeiros G. H. Dourado. J.C. 2010. Análise Da Potabilidade Da Água Subterrânea Da Bacia Do Ribeirão São João, Municípios De Palmas, Porto Nacional E Monte Do Carmo, Tocantins. *Revista Águas Subterrâneas*. **14**(4):230-244.

Mousinho, P. Glossário. In: Trigueiro, A. (Coord.) Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante. 2003.

Nascimento S. A.M. Barbosa J. S.F.2016. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, **35**(4):543-550.

Oliveira K. B. M. Morais F. Bacellar L. A. P. 2014. *Distribuição de parâmetros hidroquímicos das águas subterrâneas na região da Lagoa da Confusão-TO-Brasil*, **10** (1): 281-302.

Paes V.J.C. 1999. *Geologia da quadrícula Alvarenga, MG, e a gequímica: implicações geotectônicas e metalogenéticas*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 144 p.

Payne A. 1986. Ian. The ecology of tropical lakes and rivers.

Pereira A. A. 2011. *Avaliação da qualidade da água: proposta de um novo índice alicerçado na lógica fuzzy*. 2011.

Philippi Jr. A. 2004. Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. *Coleção Ambiental*. Barueri, **35**(4):543-550.

Pinheiro E. G. 2013. *Variação espacial e temporal da qualidade da água de três córregos tributários do Rio Bauru: respostas ao processo de recuperação de nascentes*. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/120585>>.

Pinheiro T.M.G. Silva J.M. Carneiro F.F. Faria H.P.; Silva, E.N. 2009. *Saúde no campo*. In: Conferência Nacional de Saúde Ambiental. Caderno de Textos. Brasília: Abrasco Livros, 25-29. Disponível em: <[http://www5.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/txt\\_7832566.pdf](http://www5.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/txt_7832566.pdf)>. Acesso em: 09 Ago 2017.

Pohling R. 2009. Reações Químicas na Análise de Água. Fortaleza: *Arte Visual*.

Pomiano J. D. 2002. *Manejo del agua como nutriente*. Lima, **31**(4)1-31.

Prado E.L. 2010. *Qualidade da água utilizada por uma população de zona rural de Fortaleza de Minas-MG: um risco à saúde pública*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. PhD Thesis, Universidade Federal De Minas Gerais, Minas Gerais, 340 p.

Paraná. Deliberação n.º04/13, de 12 de novembro de 2013. Normas estaduais para a Educação Ambiental no Sistema Estadual de Ensino do Paraná. *Conselho Estadual de Educação, Curitiba*, PR, 12 nov. 2013. Disponível em: Acesso em: 12 Jun. 2018.

Prüss A. et al. 2002. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environmental health perspectives*, 110(5),537.

Puc-rio. 2015. *Propriedades químicas e físico-químicas estudadas*. Disponível em: <[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0410378\\_06\\_cap\\_03.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0410378_06_cap_03.pdf)>. Acesso em 08 Set 2017.

Ramos M 2007. Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água. Rio de Janeiro: *Fundação Getúlio Vargas*.

Rebouças A. C & Braga B. P. F. Tundisi J. G. 2002. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. *Escrituras*.

Rizzo M. R. 2007. A recomposição das matas ciliares—Um bom exemplo que vem de Pedro Gomes (MS). *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros—Seção Três Lagoas Três Lagoas-MS*, 1 (6).

Rocha G. A. et al. 2011. SÃO PAULO – Secretaria do Meio Ambiente. *Recursos Hídrico*. Disponível em: <<http://www3.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/14-RecursosHidricos.pdf>>. Acesso em: 07 Ago de 2017.

- Roncon B. M. 2013. *Controle de qualidade da água distribuída para consumo em escolas do Município de Cândido Mota*. Trabalho de Conclusão de Curso. Química Industrial. Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA). Assis, **72p**.
- Santana C. R. et al. 2009. *Tratamento de água produzida através do processo de flotação utilizando a Moringa oleifera Lam como coagulante natural*. Dissertação (Mestrado)–PEQ/Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe.
- Santos J. C. B. Hennington E. A. 2013. Aqui ninguém domina ninguém: sentidos do trabalho e produção de saúde para trabalhadores de assentamento do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. *Cadernos de Saúde Pública*, **29**(3):1595-1604
- Santos M. E. L. 2012. A construção do caminho para a conquista da terra: um espaço de transformação do movimento dos trabalhadores rurais sem-terra. *Revista Nera*, **23**(9): 89-112.
- Souza J. A. R. et al. 2015. Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG/Analysis of potability conditions of upwelling water in Ubá, MG. *Revista Ambiente & Água*, **10** (3):614-622.
- Santos R. S. Ribeiro E. M. Santos F. C. S. 2011. O problema administrativo na política de assentamentos do Brasil: o caso da fazenda Cascata na Bahia. *Revista de Administração Pública*, **45**(1): 141-157.
- Sawyer D. T. Beebe J.M. Heineman, W. R. 1984. Chemistry experiments for instrumental methods. *John Wiley & Sons*.
- Schwartz J. L. R. Goldstein R. 2000. Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia. *Journal of Epidemiology & Community Health*, **54** (1):45-51.
- Scopinho R. A. 2010. Condições de vida e saúde do trabalhador em assentamento rural. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, **15**(2): 22-44.
- Severo D. O. Ros M. A. 2012. A Participação no controle social do SUS: concepção do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. *Saúde e sociedade*, **21**(4):177-184.
- Silva A. C. et al. 2010. Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Ji-paraná-ro. *Revista de estudos ambientais*, **11**(2):101-112.
- Silva R. L. B. et al. 2002. Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis consequências para a saúde pública no Município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, **18**(2):1599-1607.
- Silva S. A. Oliveira R. 2001 *Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias*. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 110p.
- Siste C. E. 2016. *Fatores sociais e ambientais associados à ocorrência da esquistossomose no município de Serro, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 105p

Sueiro I. L. P. 2016. *Os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente nos municípios de Itapetininga e Piracicaba-São Paulo*. MS Dissertation, Instituto de Ciências da Terra, Universidade Federal de Piracicaba, Piracicaba, 136 p.

Sorrentino, M. et al. Educação ambiental como política pública. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio-ago. 2005.

Tundisi J. G. 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, 22 (63): 7-16.

Tozoni-reis, M.F.C. et al. A inserção da educação ambiental na educação básica: que fontes de informação os professores utilizam para sua formação? *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 359-377, 2013.

Vasconcelos A. V & Silva M. R. 2012. *Avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água de pequenos laticínios da região de Francisco Beltrão/Paraná*, Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 140p.

Vitó C. V.G. et al. 2016 Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste fluminense. *Acta Biomedica Brasileira*, 7(2):59-75.

Von sperling M. 1996. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. MS Dissertação Editora Universidade Federal de Minas Gerais, 201p.

Waldman E. A. 2008 Elevadas coberturas, equidade e segurança: desafios do Programa Nacional de Imunizações. *Rev Bras Epidemiol*, 11(1):129-32.

Yamaguchi M. U. et al. 2013. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O Mundo da Saúde*, 37(3):312-320.

**ANEXOS**



ANEXO A -Matriz de correlações de Spearman dos parâmetros físicos e químicos de águas subterrâneas dos poços aberto e fechado do assentamento Palmares, Araguatins (TO) durante o período de 16 a 20 a 10/2017.

**Tabela 04:** Resultado da correlação de Spearman entre os parâmetros físicos e químicos avaliados para os poços aberto e fechado.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Poço aberto</b>												
1. pH												
2. NaCl (mg/L)	<b>0,54*</b>											
3. TDS (Mg/L)	<b>0,78**</b>	0,22										
4. Turbidez (UT)	-0,09	0,14	-0,32									
5. Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-0,28	-0,05	-0,28	0,06								
6. Condutividade (µS)	<b>0,77**</b>	0,27	0,51	-0,21	-0,13							
7. Nitrito (Mg/L)	0,04	0,07	<b>0,53*</b>	-0,05	0,02	0,24						
8. Nitrato (Mg/L)	<b>0,52*</b>	0,16	0,22	-0,18	-0,07	<b>0,64**</b>	0,41					
9. Dureza total (mg/L)	-0,11	-0,19	0,06	-0,20	0,29	-0,30	0,14	0,04				
10. Dureza calcica (mg/L)	0,13	0,03	0,15	0,16	-0,01	-0,08	<b>-0,73**</b>	0,03	-0,31			
11. Dureza magnésio (mg/L)	-0,14	-0,09	-0,12	-0,22	0,12	0,00	<b>0,70**</b>	-0,03	<b>0,55*</b>	<b>-0,96**</b>		
12. Alcalinidade (Mg/L)	-0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,13	-0,17	<b>-0,68**</b>	-0,09	-0,31	<b>0,86**</b>	<b>-0,81**</b>	
13. Temperatura da Água (°C)	-0,16	-0,15	-0,04	-0,28	0,09	-0,14	<b>0,65**</b>	0,25	<b>0,74**</b>	<b>-0,67**</b>	<b>0,80**</b>	<b>-0,51</b>
<b>Poço fechado</b>												
1. pH												
2. NaCl (mg/L)	0,16											
3. TDS (Mg/L)	0,32	0,47										
4. Turbidez (UNT)	0,46	-0,41	0,00									
5. Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-0,42	-0,33	<b>-0,89**</b>	-0,13								
6. Condutividade (µS)	0,35	0,43	<b>0,64**</b>	0,13	-0,44							
7. Nitrito (Mg/L)	-0,42	-0,22	<b>-0,59*</b>	-0,35	0,44	<b>-0,78**</b>						
8. Nitrato (Mg/L)	-0,49	-0,10	<b>-0,57*</b>	-0,29	0,46	<b>-0,644**</b>	<b>0,88**</b>					
9. Dureza total (mg/L)	-0,37	0,03	<b>-0,57*</b>	-0,34	0,44	<b>-0,61*</b>	<b>0,78**</b>	<b>0,89**</b>				
10. Dureza calcica (mg/L)	-0,47	-0,19	-0,50	-0,21	0,40	<b>-0,57*</b>	<b>0,82**</b>	<b>0,94**</b>	<b>0,911**</b>			
11. Dureza magnésio (mg/L)	-0,16	0,14	<b>-0,59*</b>	-0,33	0,38	<b>-0,57*</b>	<b>0,78**</b>	<b>0,73**</b>	<b>0,86**</b>	<b>0,67**</b>		
12. Alcalinidade (Mg/L)	-0,47	-0,05	<b>-0,65**</b>	-0,42	<b>0,52*</b>	<b>-0,72**</b>	<b>0,95**</b>	<b>0,90**</b>	<b>0,85**</b>	<b>0,79**</b>	<b>0,85**</b>	
13. Temperatura da Água (°C)	-0,14	0,21	-0,24	-0,38	0,04	-0,40	<b>0,73**</b>	<b>0,79**</b>	<b>0,83**</b>	<b>0,76**</b>	<b>0,78**</b>	<b>0,78**</b>

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

## ANEXOS B e C – Lista de Presença da oficina sobre qualidade da água para consumo Humano

PALESTRANTE: LILIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA

Nº	NOME
01	Maria Ciani E. Pereira
02	Elyonete Andrade de Oliveira
03	Lara Talyson M. Barreira
04	Clayda Alves Rodrigues
05	Thaiane Maria P. da Silva
06	João Pedro Santos Moura
07	Wilson Alves Alexandino
08	Robert marquês de Aguiar
09	Alexandre Alves Dias
10	Kaaron Andrade dos Santos
11	Guilherme Rodrigues Neto
12	Helipe Alves de Sousa
13	Anna Caroline Gomes dos S.
14	Kayme Gabrielle R. Souza
15	M <sup>rs</sup> Kellen Karollyne Pórtel da Cunha
16	Stefan Pereira da Silva
17	Esthane Vitor Sefert Gomes
18	Gabriel Ribeiro Milhomem Ferreira
19	João Emanuel Alves Cardoso
20	Bequer Alves dos Santos
21	Edson Soraiz M. Milhomem
22	José Aldeir H. Araújo da S.

Colégio Estadual Irino Oliveira Souza - + 55 63 3426-1176  
Rua José Soares, 600 Centro, São Sebastião do Tocantins - TO, CEP 77.990-006

Scanned by CamScanner

PALESTRANTE: LILIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA

Nº	NOME
23	Studomilla Carmine dos Santos
24	Melissa Gomes Teixeira Santana
25	Aracé Cristina C. Wesseli
26	Marilla Mayra Nunes de Silva
27	Yvelas Kuter Justina Costa
28	Lily Bernardi L. Brandante
29	Alley Kellen Tavares B. Laurindo
30	Kaullane da Silva Sousa
31	Quely Angelica Alves Costa
32	Kalyne da Costa Silva
33	Kauano Gustavo Rodrigues S.
34	Kaaron Patricio dos Santos
35	Nayla Lirlony Rêdine dos Santos
36	Leonardo Melo Sousa
37	Yanbruen Natália dos Reis Jêlle
38	Wesley Saraiva Barbosa
39	Yarari Santos de A. Tavares
40	Elizabeth Pires da S. Barbosa
41	Sauro Pereira Rodrigues
42	Deniel Martins de Andrade
43	Thaiane Cláudia em Lacerd
44	Gabriella Alexandrina Araújo

Colégio Estadual Irino Oliveira Souza - + 55 63 3426-1176  
Rua José Soares, 600 Centro, São Sebastião do Tocantins - TO, CEP 77.990-006  
colegioirinooliveirasouza@gmail.com

Scanned by CamScanner

## ANEXOS D e E – Lista de Presença da oficina sobre qualidade da água para consumo Humano

PALESTRANTE: LILIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA

Nº	NOME
45	José Carlos de S. Santos
46	Emanuel Saraiva J. J. Milhomem
47	Vassio Ronaldo Cavalcão Ferreira
48	Wallace dos Santos Alves
49	Chimnia Rinaia Oliveira Silva
50	Giláurea A. da Cruz
51	Guemily Larine S. de Sousa
52	Serrana Alves Silva
53	Silvana Alves da Silva
54	Rayhane Ramos de Sousa
55	Eduarda Silva Nogueira
56	Esthella e. maciel
57	Mario Flaro Cortez dos Santos
58	Geuziany dos Santos Teixeira
59	João Victor Silva Barbosa
60	Therônica dos Santos Silva
61	Rudimila Nunes Ferreira
62	Rayane Henrique Teixeira de Sousa
63	Renner Alves dos Santos
64	Carlos Eduardo de Sousa Lima da Silva
65	Isabella Cortez dos Santos
66	Luciene Pereira Santiago

Colégio Estadual Irmão Oliveira Souza - + 55 63 3426-1176  
Rua José Soares, 600 Centro, São Sebastião do Tocantins - TO, CEP 77.990-00  
colégioirmaooliveira@gmail.com

Scanned by CamScanner

PALESTRANTE: LILIAN NATÁLIA FERREIRA DE LIMA

Nº	NOME
89	Dr. Eduardo Silva Santos
90	Ana Karoline Alves dos Santos
91	Geisica Monteiro de Sousa
92	Clevison A. S. RODRIGUES
93	Manoel Rodrigues Pereira
94	Rodrigo Tuiúno dos Santos
95	Yandê Gomes Saraiva Tuiúno
96	Ricardo Cavalcão
97	Renan Andrade da Silva
98	Geisly Soares dos Santos
99	Gabriel Gomes dos Santos
100	Guilherme Sousa Maciel
101	Karyssa B. Vaz Gonçalves
102	Maria Vanete J. T. Santana
103	Amny Adriely da C. Silva
104	Amny Karoline C. Ferreira
105	Isara Danily Martins
106	Quebson Saraiva de Sousa
107	Vitor Alves Salomão
108	Antonio Carlos dos Santos
109	Julio César Fernandes Pereira
110	Ederson Alves da Silva

Colégio Estadual Irmão Oliveira Souza - + 55 63 3426-1176  
Rua José Soares, 600 Centro, São Sebastião do Tocantins - TO, CEP 77.990-00  
colégioirmaooliveira@gmail.com

Scanned by CamScanner

## ANEXO F – Lista de Presença da oficina sobre qualidade da água para consumo Humano

PALESTRANTE: LILIAN NATALIA FERREIRA DE LIMA

Nº	NOME
111	Kauam Alves Bandeira
112	Yara de Alencar Gomes de Sousa
113	Jefferson Soares Nunes
114	Restoniel Conceição Pinheiro
115	Vitor Augusto Sabino
116	João Marcos Roldão Comarço
117	Uziel Carvalho Dos Santos
118	Jacóbia Pereira Silva
119	
120	
121	
122	
123	
124	
125	
126	
127	
128	
129	
130	
131	
132	


 Colégio Estadual Irmã Oliveira Souza - + 55 63 3426-1176  
 Rua José Soares, 600, Centro, São Sebastião do Tocantins - TO, CEP 77.990-000  
 colégioirmoliveirasouza@gmail.com