

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JULIANA NINOV  
MARIA CRISTINA SCARPARI

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA  
DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO  
MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA  
2017

JULIANA NINOV  
MARIA CRISTINA SCARPARI

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA  
DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO  
MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Antônia Bartolomeu Agostini

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Orssatto

MEDIANEIRA  
2017



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em  
Gestão Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR

Por

**Juliana Ninov**

**Maria Cristina Scarpari**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 13:30 h do dia 27 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em gestão ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Marcia Antônia Bartolomeu  
Agostini  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Fábio Orssatto  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Coorientador)

---

Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

---

Profa. Dra. Dangela Maria Fernandes  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

## RESUMO

NINOV, Juliana. SCARPARI, Maria Cristina. **Análise da qualidade de água de poços sedimentados nas comunidades rurais do município de São Miguel do Iguaçu-PR.** 2017, 50 pág, Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

A água é muito importante para a humanidade, pois é considerada o combustível da vida. O presente estudo teve por objetivo analisar a qualidade microbiológica e físico-química das águas de poços sedimentados das comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu. Foram coletadas duas amostras de cada comunidade, uma no ponto próximo ao poço e outra no ponto mais distante. Foram realizadas duas campanhas sendo uma no início do inverno, no mês de junho e outra no mês de setembro, início de primavera. Aferiu-se nas amostras os parâmetros coliformes totais e termotolerantes, cor, condutividade, pH, temperatura e nitrato. Na primeira coleta, observou-se contaminação microbiológica por coliformes totais em ambas as amostras coletadas, e contaminação físico-química por elevados índices de nitrato em todos os pontos das comunidades A, B e C. As análises de pH e cor se encontraram em conformidade com a legislação 2914/11 em todos os pontos, condutividade teve mínima encontrada de  $185,9 \mu\text{S cm}^{-1}$  e máxima de  $280,8 \mu\text{S cm}^{-1}$  e temperaturas das amostras mínima de  $16,7 \text{ }^\circ\text{C}$  e máxima de  $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na segunda coleta, detectou-se contaminação por coliformes totais em todas as comunidades e contaminação por coliformes termotolerantes nas comunidades B e C, como também contaminação por elevada concentração de nitrato em quase todos os pontos, o pH sofreu considerável elevação em todas as amostras, e a condutividade teve uma diminuição, sendo na de  $111,7 \mu\text{S cm}^{-1}$  e máxima de  $193,1 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Já as análises de cor se encontraram dentro dos parâmetros da portaria 2914/11 em todas as amostras, e a temperatura das amostras teve um aumento em todos os pontos. Constata-se, que as águas subterrâneas destas localidades estão contaminadas segundo as comparações aos parâmetros da Portaria 2914/2011 contaminação estas, de origem antropogênica em ambas as comunidades, por meio da agricultura e agropecuária, indicado assim, a urgência de um tratamento químico, como a adição de cloro diário, assim como a necessidade de investigações mais minuciosas sobre os impactos das atividades do meio rural sobre as águas subterrâneas.

**Palavras-chave:** Coliformes. Águas subterrâneas. Contaminação. Abastecimento rural.

## ABSTRACT

NINOV, Juliana. SCARPARI, Maria Cristina. **Analysis of the water quality of sedimentated wells in rural communities of the County of São Miguel do Iguaçu-PR.** 2017, 50 pág, Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

Water is very important to mankind because it's considered the fuel of life. The present study had the aim to analyze the microbiological and physicochemical quality of the sedimentated wells of the communities of the interior of the County of São Miguel do Iguaçu. Two samples were collected from each community, one at the point near the well and another at the farthest point. Two campaigns were carried out, one at the beginning of winter, the month of June and the other in September, the beginning of spring. The total and thermotolerant coliform parameters, color, conductivity, pH, temperature and nitrate were measured in the samples. In the first collection, it was observed microbiological contamination by total coliforms in both samples collected, and physico-chemical contamination by high nitrate levels in all points of communities A, B and C. The pH and color analyzes were found to be in compliance with 2914/11 legislation at all points, conductivity had minimum found of  $185.9 \mu\text{S cm}^{-1}$  and maximum  $280.8 \mu\text{S cm}^{-1}$  and samples temperatures of at least  $16.7^\circ \text{C}$  and maximum of  $18.5^\circ \text{C}$ . In the second collection, contamination by total coliforms in all communities and contamination by thermotolerant coliforms in communities B and C was detected, as well as contamination by high concentration of nitrate in almost all points, pH was elevated in all samples, and the conductivity decreased with  $111.7 \mu\text{S cm}^{-1}$  and  $193.1 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Already the color analyzes were within the parameters of the 2914/11 in all the samples, and the temperature of the samples had an increase in all the points. It is observed that the groundwater of these localities are contaminated according to the comparisons to the parameters of the ordinance 2914/2011 contamination of these, of anthropogenic origin in both communities, through agriculture and agriculture, thus indicated, the urgency of a chemical treatment, such as the addition of daily chlorine, as well as the need for more detailed investigations into the impacts of rural activities on groundwater.

**Keywords:** Coliforms. Groundwater. Contamination. Rural supply.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização espacial das comunidades estudadas na pesquisa. ....	21
Figura 2 – Uso e ocupação do solo. (A) e (C) cultivo de grãos, soja e milho; (B) criação de gado leiteiro e de corte. ....	23
Figura 3 – Teste presuntivo para coliformes totais. ....	24
Figura 4 – Teste confirmativo para coliformes totais e termotolerantes. ....	26
Figura 5 – Teste confirmativo para coliformes fecais, <i>E. coli</i> . ....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atividades agrícolas praticadas nas comunidades analisadas. ....	22
Tabela 2 – Índice de NMP para Coliformes Totais em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR.....	30
Tabela 3 – Dados pluviométricos (mm) na região de Medianeira-PR, do mês de abril a setembro de 2017. ....	32
Tabela 4 – Índice de NMP para Coliformes Totais e termotolerantes em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR. ....	33
Tabela 5 – Índice de NMP para Coliformes Termotolerantes E.C em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR. ....	35
Tabela 6 – Índice físico-químico para o parâmetro de cor (UC), em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR. ....	37
Tabela 7 – Índice físico químico para condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR. ....	38
Tabela 8 – Índice físico químico para pH, em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR.....	39
Tabela 9 – Índice físico-químico para temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR. ....	41
Tabela 10 - Concentração de nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ), em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR. ....	42

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
<i>E. C</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>E. COLI</i>	<i>Escherichia coli</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ND	Não detectável
NMP	Número mais provável
NPK	Nitrogênio, Fósforo, Potássio
ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial Hidrogeniônico
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.....	12
2.2 DISPONIBILIDADE E CONSUMO DA ÁGUA NO BRASIL.....	12
2.3 FORMAS DE ABASTECIMENTO .....	13
2.4 QUALIDADE E POTABILIDADE DA ÁGUA.....	14
2.5 INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO.....	15
2.5.1 Indicadores Físico-Químicos.....	16
2.5.1.1 Nitrato.....	16
2.5.1.2 pH.....	17
2.5.1.3 Condutividade elétrica.....	17
2.5.1.4 Cor.....	17
2.5.1.5 Temperatura das amostras .....	18
2.5.2 Indicadores Microbiológicos.....	18
2.5.2.1 Coliformes totais e termotolerantes.....	18
2.6 DOENÇAS VINCULADAS À ÁGUA .....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1 LOCAIS DE COLETA .....	21
3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA.....	23
3.2.1 Coleta das Amostras de Água .....	23
3.2.2 Teste Presuntivo para Coliformes Totais e Termotolerantes .....	24
3.2.3 Teste Confirmativo para Coliformes Totais.....	25
3.2.4 Teste Confirmativo para Coliformes Termotolerantes.....	26
3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA .....	27
3.3.1 Cor.....	27
3.3.2 Condutividade Elétrica .....	28
3.3.3 pH.....	28
3.3.4 Temperatura .....	28
3.3.5 Nitrato.....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
4.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	30
4.1.1 Coliformes Totais .....	30
4.1.2 Coliformes Termotolerantes.....	33
4.1.3 <i>Escherichia coli</i> .....	34

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	36
4.2.1 Cor.....	36
4.2.2 Condutividade Elétrica .....	38
4.2.3 pH.....	39
4.2.4 Temperatura .....	40
4.2.5 Nitrato.....	41
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O planeta é constituído em sua maioria por água, porém apenas 3% deste montante equivale à água doce e potável, sendo o restante, água salgada do mar e não potável. Um agravante se dá, uma vez que 2,5% se encontra congelada em forma de geleiras na Antártica, não está assim disponível para o uso humano. Deste modo, toda vida do planeta terra incluído a do próprio homem dependente dos 0,5% de água doce disponível no planeta. (ANA, 2009).

Destes 0,5%, aproximadamente 12% se encontra em território brasileiro devido à sua localização geográfica e condições climáticas. Porém, este recurso não está administrado de forma responsável, o país hoje enfrenta inúmeros problemas por conta da má gestão de seus recursos hídricos, pois esta vem se tornando cada vez mais escassa, quando contaminada ou poluída, pode representar um risco à saúde, veículo de inúmeras doenças.

A água pode atuar como veículo transmissor de patologias quando entra em contato com microrganismos patogênicos, tais como alguns gêneros bacterianos dentro do grupo dos coliformes, que são um grupo de bactérias amplamente utilizados para detecção de contaminação da água. Além dos microrganismos, a água pode estar também sendo contaminada por agentes químicos como metais pesados e sais, dentre estes, o nitrato que, segundo estudos, está relacionado a casos de metaemoglobinemia. (CONWAY PRETTY, 1991, apud ALTIERI, 2009).

Conforme Simioni (2002), os recursos hídricos podem ser contaminados através dos escoamentos de dejetos oriundos de fertilizantes utilizados na agricultura. Outra forma de contaminação é por meio de esgotos, como as fossas ou valas sépticas que são construídas de maneira imprópria, principalmente no interior dos municípios. Estas fossas ou valas sépticas podem estar entrando em contato com o lençol subterrâneo e contaminado através dos dejetos nela depositados.

Os riscos à saúde que a poluição ou contaminação hídrica ocasionam trazem a necessidade de estudos, quanto à qualidade da água que se consome, principalmente na forma de abastecimento de água por meio de poços sedimentados como manancial de abastecimento urbano. Esta forma de abastecimento se dá principalmente na área rural devido à logística e distância que dificultam o

abastecimento por meio das estações de tratamento de água, que é o meio mais apropriado.

O uso de poços sedimentados como manancial de abastecimento representa um grande risco à saúde humana. Segundo Rebouças (2003) a população tem a errônea ideia de que as águas subterrâneas estão livres dos riscos de poluição e contaminação e que, segundo estudos, é um grande equívoco, pois os poços sedimentados podem estar sendo contaminados pela lixiviação das chuvas, assim como por dejetos de origem animal e humana, e a falta de estudos, tratamento, e monitoramento desta água aumentam os riscos das pessoas que usam este tipo de abastecimento.

Sabendo-se que a forma de abastecimento humano mais comumente utilizado no meio rural são os poços sedimentados, se faz necessário estudos da qualidade destas águas para obtenção de conhecimentos sobre a situação desta forma de abastecimento, contribuindo assim para a diminuição da ocorrência de doenças e patologias de transmissão hídrica.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da água proveniente de poços sedimentados na zona rural do município de São Miguel do Iguaçu, Paraná.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Investigar a presença de coliformes totais e termotolerantes em água oriunda de poços sedimentados;
- Analisar a condutividade, cor, temperatura, pH e presença de íons de

nitrato, na água proveniente de poços sedimentados.;

- Comparar os resultados obtidos nas análises microbiológicas e físico-químicas com a legislação vigente 2914/11.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A vida surgiu e evoluiu na água e esta evolução deve-se especialmente à capacidade dos organismos vivos de reterem água para seus processos celulares (BRANCO, 2001). Conforme Sizer e Whitney (2003), o ser humano é constituído por cerca de 70% de água e, sua falta, mesmo em pequenas quantidades é ponto determinante para causar desequilíbrio no metabolismo, uma vez que água é responsável por levar cada ingrediente à sua célula específica e por realizar o transporte metabólico nas células, podendo ser, considerada como responsável pela sustentação da vida.

Para Mierzwa (2005), a água pode ser empregada nas mais diversas e variadas atividades, como no processamento de alimentos, geração de energia, transporte de mercadorias, assim como na forma de recreação através de piscinas e açudes, e pode ainda assim, ser empregada como corpo receptor de efluentes gerados pelas indústrias e populações.

### 2.2 DISPONIBILIDADE E CONSUMO DA ÁGUA NO BRASIL

Mediante a sua localização e condições climáticas, o Brasil é privilegiado quanto à disponibilidade de água (TEIXEIRA, 2003). Conforme Bicudo et al. (2010), o país contém em seu território 14% de toda a água doce do planeta, e apesar da grande quantidade deste recurso, o Brasil possui muitos problemas de gestão hídrica.

O Brasil é detentor de uma reserva de água subterrânea de aproximadamente 112 mil km<sup>2</sup>, considerando a profundidade de 1000 metros, comum volume de reabastecimento de 3.500 km<sup>3</sup> anuais (REBOUÇAS, 1997). A distribuição deste grande montante subterrâneo, seguindo a tendência da água superficial, há locais de grande volume, como a região do aquífero Guarani, e áreas pobres em águas subterrâneas,

como é o caso de regiões de rochas cristalinas, no semiárido brasileiro. (MMA, 2007).

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA) (2009), a distribuição da água no Brasil se dá em 68% na região norte, 16% região centro-oeste, 7% região sul, 6% sudoeste e 3% na região nordeste. Como detentor de uma grande parcela de água potável, o Brasil possui uma grande responsabilidade na preservação e uso racional deste recurso, responsabilidade esta a nível mundial.

No Brasil, para Tucc (2009 apud BICUDO, 2010), por conta da expansão industrial e da agricultura no último século, o consumo de água triplicou e sua demanda ficou seis vezes maior, acarretando na diminuição da qualidade da água disponível no país, esta diminuição é resultado do mau uso do solo e da água. Em confirmação a estas afirmações, está a forma de distribuição da água utilizada no Brasil, sendo 68% na agricultura, 14% pela indústria e 18% destinada ao abastecimento público.

## 2.3 FORMAS DE ABASTECIMENTO

O ciclo hidrológico é caracterizado pelo movimento da água. Este movimento se dá através da ação da gravidade e do sol, que provoca a evaporação da água para a atmosfera em forma de nuvens, que por sua vez quando carregadas provocam a precipitação. A água advinda da precipitação percola e infiltra no solo ou rochas, formando reservatórios subterrâneos, que voltam a ressurgir na atmosfera em forma de nascentes, ou como manancial de alimentação de rios e lagos. (MMA, 2007).

Nesse ciclo, a água pode ser encontrada na natureza através de duas formas, a primeira através de rios e lagos, e a segunda em reservatórios subterrâneos. A água pode se apresentar de forma variada na natureza, pode oscilar entre superficial, como em um rio, e subterrânea, como em um lençol freático, e assim variar ao longo de quilômetros. É na sua forma superficial, que a água é considerada mais adequada para o abastecimento público nas cidades, porém apenas 5% de toda a água doce existente, se encontra na forma superficial, sendo o resto encontrado na forma de reservatórios subterrâneos. (GUIMARÃES, CARVALHO; SILVA 2007).

De acordo com Guimarães, Carvalho e Silva (2007), as águas subterrâneas

são denominadas como lençóis livres ou lençóis confinados. Os lençóis livres, também conhecidos como lençóis freáticos estão localizados abaixo do subsolo impermeável, e os lençóis artesianos ou confinados, localizados entre duas camadas da crosta terrestre.

Segundo MMA (2007), as águas subterrâneas possuem diversas vantagens quando comparadas às águas superficiais, vantagens estas quanto à quantidade, por esta ser bem superior em termos de volume disponível, e à qualidade, por esta possuir um alto teor de qualidade.

Tendo em vista o abastecimento público, mediante Portaria 518 do Ministério da Saúde de 2004, são consideradas águas para abastecimento e consumo, as águas destinadas para o abastecimento público, com a água potável produzida e canalizada sob a responsabilidade do poder público e, são consideradas soluções de abastecimento alternativas, toda a modalidade de abastecimento coletivo de água, distinta do abastecimento público de água e consumo, como os poços sedimentados. Conforme Jouralmev (2004), cerca de 49% dos municípios brasileiros são abastecidos parcialmente de poços sedimentados, rasos ou profundos.

### 3.4 QUALIDADE E POTABILIDADE DA ÁGUA

Os padrões referentes à qualidade da água são parâmetros e limites de concentrações de substâncias, na qual as determinações de uma amostra são comparadas à qualidade da água para um determinado fim. Já os padrões referentes à potabilidade, são parâmetros ou limites de concentrações de substâncias ou índices de coliformes, que devem ser atendidos pela água destinada para o consumo humano. (CASARINI et al., 2004).

Conforme Ministério da Saúde, Portaria 518 de 2004, qualquer água que esteja destinada para o consumo humano, deve estar de acordo com os padrões de potabilidade, e está sujeita à vigilância da água. A água é considerada potável quando esta atende aos padrões químicos, microbiológicos, físicos e radioativos.

Conforme Reis e Hoffman (2006), de toda a água existente no mundo, apenas 1% é considerada pura e adequada para o consumo humano, para saciar as



necessidades básicas sem causar danos, porém nos dias atuais, esta água também está relacionada como veículo transmissor de muitas patologias que representam riscos à saúde. Para Brasil (2007), a água pode servir como veículo de patógenos derivados de excreções humanas e animais.

As transformações sociais, como o implemento de novas tecnologias que facilitaram e modernizaram a vida humana, trouxeram como consequência inúmeros problemas ambientais como a destinação imprópria de dejetos industriais e esgotos sanitários, na causa de riscos de saúde a população. (SOUZA, 2008).

Para FUNASA (2006), a causa principal de doenças infecciosas de veiculação hídrica, são os sistemas de abastecimento de água derivados de poços sedimentados. Para Casali (2008), o aumento do uso das águas subterrâneas, como forma de abastecimento, se deve por conta da contaminação e redução da disponibilidade das águas superficiais, aliada ao desenvolvimento de tecnologias, que tornaram mais viável financeiramente a exploração de poços sedimentados.

Conforme Coelho et al. (2007), 80% das doenças veiculadas à água ocorrem em países em desenvolvimento. De acordo com dados da ONU e do Banco Mundial, de ponto de vista geral, a problemática do saneamento básico está completamente relacionada à questão da pobreza, onde o pior indicador de saneamento básico está relacionado às partes mais pobres do mundo. No Brasil, os piores indicadores de saneamento básico estão presentes nas regiões norte e nordeste, e especialmente nas regiões periféricas e no meio rural, e muitas das doenças que atingem as populações mais pobres estão veiculadas à água.

Além da questão sanitária estar ligada à pobreza, é importante ressaltar a ligação da poluição das águas pela agricultura como um agente poluidor das águas subterrâneas, uma vez que os fertilizantes e pesticidas atingem os mananciais e contaminam as águas superficiais e subterrâneas. (MAGALHÃES, 2016).

## 2.5 INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO

Atesta-se a contaminação da água por meio de elementos denominados de indicadores que podem ser desde substâncias químicas a microbiológicas, a

contaminação microbiológica, atestada pela presença de bactérias como as do gênero *Escherichia coli*, do grupo termotolerantes, e a contaminação química pela análise quantitativa de íons de nitrato e cloreto. (BARRELI et al., 2002; BRASIL, 2007).

## 2.5.1 Indicadores Físico-Químicos

### 2.5.1.1 Nitrato

Dentre os contaminantes inorgânicos, o principal preocupante para as águas subterrâneas é o íon nitrato, que é comum em aquíferos de zonas rurais e suburbanas. As fontes de íon nitrato ocorrem principalmente de quatro formas, fertilizantes com nitrogênio em sua fórmula, plantações e cultivo do solo, do esgoto humano depositado em sistemas sépticos e da deposição atmosférica. (BAIRD; CANN, 2011).

De todas as principais origens da contaminação de íon nitrato, vale destacar o uso de fertilizantes que mundialmente estão sendo aclamados pela sua suposta causa de maior produtividade de grãos na agricultura, porém estas colheitas possuem custos muitas vezes desconhecidos, onde o fertilizante que não é aproveitado pela cultura acaba no meio ambiente, principalmente nas águas subterrâneas e superficiais. (CONWAY; PRETTY, 1991; ALTIER, 2009).

A contaminação de aquíferos por nitrato é generalizada e atinge níveis graves e perigosos nas regiões rurais em todo o planeta Terra. Há estudos que relacionam a absorção de nitrato como causa da doença metahemoglobina em crianças, e nos adultos a absorção de nitrato se relaciona a casos de câncer de bexiga, estômago e esôfago. (CONWAY; PRETTY, 1991; ALTIERI, 2009).

Um estudo na China, aponta que em comunidades com elevados níveis de nitrato na água potável, a mortalidade em homens por câncer gástrico atinge de 120 a 147 pessoas a cada 100 mil habitantes. (FILHO et al.,1999).

### 2.5.1.2 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma das ferramentas mais importantes para análise de água, sendo uma grandeza de variabilidade entre 0 a 14, que mede a intensidade, onde 7 indica neutralidade, valores acima de 7 a alcalinidade, e abaixo de 7 a acidez de uma solução aquosa.

O pH influencia diretamente os ecossistemas aquáticos atuando sobre a fisiologia das espécies e por meio indireto, dependendo da medida do pH este contribui para a precipitação de metais pesados. (PIVELI; KATO, 2005; EMBRAPA, 2011).

### 2.5.1.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica refere-se à capacidade que uma solução aquosa possui de conduzir corrente elétrica. A capacidade de condução de uma amostra aquosa depende exclusivamente da presença de íons, valência, mobilidade, temperatura e da concentração total.

A condutividade de uma solução é expressa por  $\mu\text{S cm}$  (microsiemens) ou  $\text{mS cm}$  (milisiemens), e esta medição está associada ao índice de mineralização da água, e é usado como indicador rápido de variações na concentração de minerais dissolvidos. (CLESSERI et al., 1999; EMBRAPA, 2011).

### 2.5.1.4 Cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica e de metais como o ferro, assim como de resíduos industriais, esta é esteticamente indesejável para o abastecimento público. Uma cor elevada causa rejeição por parte do consumidor, o

leva a procurar novas fontes de abastecimento, sendo assim sua análise é de suma importância para o abastecimento público. (FUNASA, 2006).

#### 2.5.1.5 Temperatura das amostras

A temperatura de uma amostra de água está estritamente relacionada ao aumento do consumo de água, com a fluoretação, a ionização das substâncias coagulantes, solubilidade, mudanças de pH, com a desinfecção entre outras. (FUNASA, 2006).

#### 2.5.2 Indicadores Microbiológicos

##### 2.5.2.1 Coliformes totais e termotolerantes

As bactérias coliformes são encontradas no solo e nas águas naturais, residuais domésticas, no próprio intestino humano e de outros animais de sangue quente, possui este grupo, bactérias de origem fecal e ambiental. (COMISSÃO ESPECIALIZADA DE QUALIDADE DE ÁGUA, 2013).

As bactérias do grupo coliforme são seres aeróbios ou anaeróbios facultativos, bacilos gram negativos, não formadores de esporos, capazes de se desenvolver na presença de sais biliares, que fermenta a lactose a  $35 \pm 0,5$  °C em 24 à 48 horas, com produção de gás e ácido. Dentro do grupo coliforme, existe um subgrupo de bactérias chamadas coliformes termotolerantes, onde a espécie mais encontrada é a *Escherichia coli*, uma espécie exclusivamente de origem fecal. (FUNASA, 2013).

Para Funasa (2013), a bactéria da espécie *Escherichia coli* fermenta a lactose, com produção de gás e ácido à temperaturas de  $44,5 \pm 0,2$  °C em 24 horas, sendo sua presença, indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de

patógenos. É inquestionável a bactéria *Escherichia coli* ser de origem fecal, o que valida sua precisão como indicador de contaminação das águas.

## 2.6 DOENÇAS VINCULADAS À ÁGUA

Segundo o Centro de Vigilância Epidemiológica (2009), doenças de veiculação hídrica são derivadas da contaminação das águas, por meio de dejetos humanos e animais, através do contato da água com esgotos. São diversos os agentes contaminantes como microrganismos, produtos químicos e metais pesados.

As doenças causadas pela contaminação da água por esgotos são a cólera, febre tifoide, e hepatite A, além de doenças causadoras de diarreia, derivadas de bactérias, como a *Shighella sp.*, *Escherichia coli*, e parasitas, como a Ameba e Giárdia, as bactérias *Compylobacter*, *Escherichia coli* e *Vibrio cholerae* podem causar quadros graves, e até óbito em determinados grupos mais vulneráveis, como gestantes, crianças, e pessoas imunocomprometidas, causando danos nos órgãos vitais. (CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 2009).

Além dos riscos microbiológicos, a contaminação de poços sedimentados representa um risco por parte da poluição química, como as elevadas concentrações de íons de nitrato presentes na água.

O nitrato está relacionado aos casos de metaemoglobinemia, doença que causa a má oxigenação celular, ocorrendo principalmente em crianças e idosos. Além disso, o excesso de nitrato no organismo humano pode estar relacionado aos casos de câncer estomacal. (CONWAY; PRETTY, 1991 apud ALTIERI, 2009).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAIS DE COLETA

Este estudo foi realizado na cidade de São Miguel do Iguaçu, Paraná, na zona rural do município, em três diferentes comunidades (A, B e C) com as respectivas coordenadas geográficas: 25°22'29.58" S, 54°16'20.29" O – na comunidade A; 25°18'50.59" S, 54°12'20.48" O – na comunidade B; e na comunidade C, 25°22'22.65" S, 54°14'24.07" O. Onde foram coletadas amostras de água para a realização de análises microbiológicas e físico-químicas.



Figura 1 – Localização espacial das comunidades estudadas na pesquisa  
Fonte: Google Earth (2017).

As amostras de água foram coletadas em duas diferentes épocas do ano, uma no início do inverno, no mês de junho, e outra no início da primavera, no mês de setembro de 2017.

Foram coletadas amostras em dois diferentes pontos em cada comunidade rural, sendo que um dos pontos se localizava o mais próximo possível do poço ou da

caixa d'água do poço sedimentado indicado pelo ponto número 1, e o outro ponto, o mais distante possível do poço, indicado por número 2.

Na Comunidade A 50 famílias são abastecidas pela água do poço sedimentado; 30 famílias na Comunidade B, e também fornece água para o salão da comunidade; já na Comunidade C são abastecidas 21 famílias.

A seguir é apresentada a tabela 1, contendo as atividades agrícolas praticadas em cada comunidade.

**Tabela 1 – Atividades agrícolas praticadas nas comunidades analisadas.**

<b>Comunidades</b>	<b>Avicultura</b>	<b>Cultivo de grãos</b>	<b>Produção leiteira</b>	<b>Suinocultura</b>	<b>Número de famílias</b>
Comunidade A	X	X	X	X	50
Comunidade B	X	X	X	X	30
Comunidade C	X	X	X	X	21

**Fonte: Aatoria própria (2017).**

Nas proximidades dos seis pontos de coleta o uso e a ocupação do solo se dá por meio da plantação de soja e milho, sendo que estas atividades ocorrem principalmente nas comunidades A e C, além da produção leiteira, produção de frango de corte, e suinocultura em todas as comunidades.

Na figura 2 se mostram o uso e ocupação do solo das comunidades analisadas.



**Figura 2 – Uso e ocupação do solo. (A) e (C) cultivo de grãos, soja e milho; (B) criação de gado leiteiro e de corte.**

**Fonte: A autoria própria (2017).**

## 3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA

### 3.2.1 Coleta das Amostras de Água

As análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) de microbiologia e físico-química.

Seguindo a metodologia de amostragem designada pelo Ministério da Saúde (2013) as coletas para análise microbiológica foram realizadas em frascos de vidro estéreis, e por sua vez, para análise físico-química foram utilizados frascos de plástico nunca antes usados.

No momento da coleta, obtive se todos os cuidados de limpeza e desinfecção, por meio da utilização de álcool 70% nas torneiras ou mangueiras utilizadas para a coleta da água, e conforme o material da torneira, a realização da flambagem.

As amostras foram alocadas em uma caixa térmica com gelo logo após a coleta, e já na Universidade estas foram armazenadas na geladeira, foram retiradas apenas no momento do uso destas nas análises.



### 3.2.2 Teste Presuntivo para Coliformes Totais e Termotolerantes

Conforme Silva (2001) adotou-se uma bateria com 15 tubos de ensaio distribuídos de forma igual, contendo o meio de cultura, caldo lauril sulfato triptose (LST). Nos primeiros cinco tubos inoculou-se com pipeta esterilizada, 10 mL da amostra de água a ser examinada, em cada tubo (Diluição 1:1).

Nos dez tubos restantes inoculou-se nos cinco primeiros 1 mL da amostra (Diluição 1:10) e nos cinco últimos tubos, inoculou-se 0,1 mL da amostra, em cada tubo (Diluição 1:100). Após inocular misturou-se bem o caldo com a água e incubou-se a  $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$  durante 24 a 48 horas.

Na figura 3 se demonstra os tubos com resultado positivo para a análise presuntiva para coliformes totais.



**Figura 3 – Teste presuntivo para coliformes totais.**  
Fonte: A autoria própria (2017).

Após às 24/48 horas, aqueles que apresentaram formação de gás dentro do tubo de Duran, considerou-se que o teste presuntivo foi positivo. Com o resultado positivo, realizou-se o teste confirmativo nos tubos que apresentaram formação de gás no teste presuntivo. Nos tubos que não apresentaram formação de gás durante o período de incubação, o exame terminou nessa fase, e o teste foi considerado negativo. (SILVA et al., 2007).

### 3.2.3 Teste Confirmativo para Coliformes Totais

Seguindo a metodologia de Silva (2003), através dos tubos do teste presuntivo que deram positivos (formação de gás) nas 3 diluições 1:1; 1:10 e 1:100. Obteve-se igual o número de tubos, com o meio de cultura Bile Verde Brilhante a 2%. Com a alça de platina, retirou-se de cada tubo positivo uma pequena porção de amostra e inoculou-se no tubo com o meio verde brilhante, procedimento este denominada repicagem.

Após identificação dos tubos incubou-se durante 24/48 horas a  $35 \pm 0,5$  °C. Após o período de 24/48 horas, os tubos em que houveram a formação de gás dentro do tubo de Duran, o teste foi considerado positivo. Já nos tubos que não formaram gás, o teste foi considerado negativo. (SILVA et al., 2007).

Através dos tubos positivos, se possibilitou a determinação do número mais provável, utilizando-se a tabela do Número Mais Provável (NMP). (SILVA et al., 2001).

Na figura 4 se demonstra os tubos com resultado positivo para a análise confirmativa para coliformes totais e termotolerantes.



**Figura 4 – Teste confirmativo para coliformes totais e termotolerantes.**  
Fonte: Autoria própria (2017).

#### 3.2.4 Teste Confirmativo para Coliformes Termotolerantes

Mediante a metodologia de Silva (2001) utilizou-se os tubos do teste presuntivo que apresentaram resultados positivos (formação de gás), nas três diluições (1:1; 1:10 e 1:100). Transferiu-se, com auxílio da alça de platina flambada e fria, uma pequena porção para os tubos de ensaio, contendo o caldo *Escherichia coli* (E.C).

Posteriormente, misturou-se e incubou-se a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante  $24 \pm 2$  horas. Após 24 horas os tubos que apresentaram a formação de gás indicaram a presença de coliformes termotolerantes (Figura 5). Após a conclusão das etapas, calculou-se o NMP, para identificação ou não de *Escherichia coli*. (SILVA et al., 2001).

Na figura 5 se demonstra os tubos com resultado positivo para a análise confirmativa para coliformes termotolerantes *Escherichia coli*.



**Figura 5 – Teste confirmativo para coliformes fecais, *E. coli*.**  
Fonte: Autoria própria (2017).

### 3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

#### 3.3.1 Cor

Analisou-se a cor das amostras, através da metodologia de espectrofotometria, que consiste em uma medida de luz que é absorvida ou emitida por uma espécie química, metodologia está aplicada através do aparelho espectrofotômetro.

Sendo assim através do aparelho espectrofotômetro, da marca HACK científica, modelo DR 2800, aferiu-se a cor nas amostras de água de cada ponto, sendo o aparelho primeiramente calibrado e posteriormente analisado uma amostra de cada vez, sendo a cubeta limpa no intervalo da medição de cada ponto. Após cada análise, os resultados obtidos foram anotados.

### 3.3.2 Condutividade Elétrica

Para a medição da condutividade elétrica de uma amostra, se utiliza o aparelho condutivímetro, que se baseia através da intensidade da corrente elétrica que circula entre os eletrodos localizados nas células de medição. (EMBRAPA, 2011).

Sendo assim, aferiu-se a condutividade das amostras a partir do aparelho denominado condutivímetro da marca HANNA, modelo HL 2300 EC/TDS/NaCl meter, sendo este aparelho primeiramente calibrado, e posteriormente analisado uma amostra, correspondente a cada ponto de coleta, sendo no intervalo de cada medição, o aparelho limpo com água destilada e deionizada. Após as medições os resultados foram anotados.

### 3.3.3 pH

Através do método potenciométrico se analisou o pH das amostras, sendo este o mais preciso e recomendado para análises de água, o aparelho utilizado consiste em um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo de medida potencial. (EMBRAPA, 2011).

Sendo assim, imediatamente após a coleta das amostras, em todos os pontos, através do aparelho denominado peagmetro da marca HANNA pH 21, modelo pH/mv meter, e através do método potenciométrico aferiu-se o pH (potencial hidrogeniônico), das amostras coletadas, onde primeiramente utilizou-se as soluções padrão, com pH 4 e 7, para calibrar o peagmetro, e posteriormente se aferiu o pH de cada amostra, limpando com água destilada os eletrodos após a medição de cada ponto, após cada medição os resultados obtidos foram anotados.

### 3.3.4 Temperatura

No momento da coleta de cada amostra, em cada ponto de coleta aferiu-se no próprio local a temperatura natural da água, por meio do uso do aparelho denominado termômetro digital, após a medição da temperatura os resultados obtidos foram devidamente anotados.

### 3.3.5 Nitrato

Utilizou-se o espectrofotômetro da marca Perkin Elmer, modelo Lambda XLS, para analisar a quantidade de íons de nitrato nas amostras de água coletadas, através da metodologia de determinação de nitrato na região do ultravioleta a 205 nm (nanômetro) (AMERICAN, 1995 apud LUTZ, 2008).

Primeiramente preparou-se a curva de calibração utilizando uma solução estoque de nitrato de potássio em  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ , nas alíquotas, 1,2,3,4,5,6 e 7 mL em cada alíquota 1 mL de ácido clorídrico a 1 mol. As medidas de absorbância foram plotadas em função das diferentes alíquotas e através do ajuste linear foi obtida uma equação de reta para determinação das concentrações de nitrato nas amostras de água. (AMERICAN, 1995 apud LUTZ, 2008).

Cada 99 mL da amostra de cada ponto de coleta foi transferida para balões volumétricos de 100 mL, sendo cada ponto etiquetado em seu respectivo balão, e adicionou-se 1 mL de ácido clorídrico em cada balão volumétrico, logo após cada amostra passou por leitura no espectrofotômetro, sendo ainda cada uma destas diluídas em 33% com água ultrapura para que as leituras das amostras estivessem na faixa calibrada.

A diluição se deu através de uma proveta de 50 ml, onde transferiu-se 5 ml da amostra a ser analisada e a completou com 10 ml de água ultrapura, agitou-se e a transferi-o para a cubeta de quartzo, e realizou-se a leitura da absorbância. No intervalo de cada amostra se lavou a cubeta com água ultrapura, e após cada análise se anotou o resultado. (AMERICAN, 1995 apud LUTZ, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

#### 4.1.1 Coliformes Totais

A tabela 2 aponta os resultados das análises para Coliformes Totais realizados nas comunidades rurais no interior do Município de São Miguel do Iguaçu-PR.

**Tabela 2 – Índice de NMP para Coliformes Totais em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR**

Comunidades	1ª Coleta		2ª Coleta	
	Limite Inferior- Superior	Índice de NMP	Limite Inferior- Superior	Índice de NMP
Comunidade A1	3 – 25	9	–	1.600
Comunidade A2	3 – 25	9	–	1.600
Comunidade B1	1 – 17	4	200 – 2.000	1.600
Comunidade B2	1 – 17	4	600 – 5.300	500
Comunidade C1	16 – 65	26	600 – 5.300	1.600
Comunidade C2	1 – 7	4	200 – 2.000	500

**Fonte: Autoria Própria (2017).**

**Nota:** \*NMP: Número Mais Provável.

Adotou-se a denominação de ponto 1 e 2 em cada comunidade, para o ponto mais próximo à caixa d'água do poço indicado como ponto 1, e o ponto mais distante da caixa da água do poço indicado pelo ponto 2, tendo assim como resultado os pontos, A1, A2, B1, B2, C1 e C2.

Na primeira coleta foram obtidos resultados positivos para todas as comunidades analisadas, estando, não-conforme com a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde que determina a ausência de coliformes totais em 100 mL de água.

Na segunda coleta, também foram encontrados resultados positivos para todas as comunidades analisadas com os respectivos índices NMPs 1600,1600, 500, 1600,1600, 500.

Destaca-se que todas as águas analisadas são provenientes de poços sedimentados, que segundo informações coletadas com os moradores das comunidades, não recebem tratamento químico (cloração) o que justifica o resultado positivo para coliformes totais. A presença de coliformes totais representa que a água dessas localidades está em contato com matéria orgânica, sendo o ideal neste caso a aplicação diária de cloro.

O contato de matéria orgânica com os poços analisados na pesquisa, pode ocorrer devido ao contato desses poços com fossas sépticas, de origem doméstica e animal onde constata-se atividades de suinocultura e avicultura.

A contaminação constatada também se dá por meio da lixiviação na qual as águas das chuvas arrastam consigo matéria orgânica, oriunda de dejetos animais, como pela criação de gado de pasto e criação leiteira, possível precursora da contaminação nas águas analisadas, já que se constata a atividade em ambas as comunidades cuja a água foi analisada.

Ainda, o uso de fertilizantes justifica também o salto do índice de contaminação da primeira coleta para segunda coleta, onde nas primeiras análises a água foi coletada às vésperas da colheita de milho, no mês de junho, época bem posterior à aplicação de fertilizantes, que se dá no mês de janeiro; e a segunda análise no momento do plantio de soja, no mês de setembro, época em que se aplica fertilizantes no solo e se faz a aeração, contribuiu assim para a possível contaminação por matéria orgânica dos lençóis subterrâneos e áreas de recarga.

Fernandes (2011) em um estudo realizado em uma propriedade rural do município de Planalto no Rio Grande do Sul- RS, também detectou contaminações em água oriunda de um poço sedimentado em uma propriedade rural que se dedica à agropecuária, o que reforça o impacto da agropecuária na qualidade das águas subterrâneas, como constatado no presente estudo. Paulus (2017), também realizou



estudos da qualidade da água em bebedouros de escolas municipais do município de Missal-PR, e constatou que as águas oriundas de poços sedimentados havia contaminação por meio de coliformes totais.

Aponta-se também nos dados obtidos das análises, que os valores encontrados em ambas as coletas, onde o índice de contaminação em todas as comunidades teve uma elevação da primeira para a segunda coleta, tendo a segunda coleta apresentado valores bem superiores em relação à primeira.

Este fato se deve, por conta de fatores climáticos, já que as primeiras coletas foram realizadas no período do inverno, um período marcado pelo baixo índice pluviométrico e também com temperaturas das águas coletadas encontradas com o valor mínimo, de 16,7 °C, e o máximo de 18,5 °C, onde as temperaturas estavam baixas em relação à segunda coleta, que foram realizadas no início da primavera, estação marcada por grandes índices pluviométricos e quando as temperaturas das águas analisadas se encontravam mais altas, com mínima de 22,8 °C e máxima encontrada de 24,1 °C, tendo assim a temperatura de cada ponto variado para mais de uma coleta para a outra.

Na tabela a seguir contêm dados pluviométricos na região no ano da pesquisa.

**Tabela 3 – Dados pluviométricos (mm) na região de Medianeira-PR, do mês de abril a setembro de 2017.**

<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>
243,9	241,4	86,2	9,1	156,3	40,5	478,3

**Fonte: Autoria própria (2017).**

É possível perceber que no mês de junho o índice pluviométrico geral do mês foi maior que em setembro, tendo o mês de junho apresentado índice pluviométrico de 86,2 mm, e em setembro 40,5 mm, porém ressalta-se que as coletas foram realizadas durante a última semana de ambos os meses, sendo assim, o aumento do índice pluviométrico detectado de uma coleta para a outra nos meses posteriores às coletas, como no mês de julho, onde o índice pluviométrico teve uma diminuída estando em 9,1 mm, valor este mais aproximado ao contexto climático da primeira

coleta, fator este que se repete na segunda coleta através do índice pluviométrico do mês de outubro, que se deu por 478,3 mm, podendo ainda assim concluir a ação das chuvas através da lixiviação como precursor do aumento do índice de coliformes totais na segunda coleta.

Ressalta-se também que a influência da temperatura externa, não é um fator esperado e determinante na análise de águas subterrâneas, devido à localização das águas subterrâneas e estas não estarem em contato com o ambiente externo, sendo assim a diferença de temperatura de uma coleta para a outra ocorreu pelo fato das águas analisadas passarem por um reservatório, ou seja, a caixa d'água do próprio poço, e este sim sofrer influência de temperaturas externas.

#### 4.1.2 Coliformes Termotolerantes

Os resultados para confirmação de coliformes termotolerantes em águas provenientes de poços sedimentados no interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Índice de NMP para Coliformes Totais e termotolerantes em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR.**

Comunidades Pontos	1ª coleta		2ª coleta	
	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP
Comunidade A1	–	Ausente	7 – 46	17
Comunidade A2	–	Ausente	7 – 46	17
Comunidade B1	–	Ausente	9 – 86	23
Comunidade B2	–	Ausente	4 – 29	11
Comunidade C1	–	Ausente	7 – 46	17
Comunidade C2	–	Ausente	3 – 24	24

**Fonte: Aatoria Própria (2017).**

**Nota:** \*NMP: Número Mais Provável.

As primeiras análises apresentaram resultados negativos para a presença de coliformes termotolerantes em todas as comunidades analisadas na presente pesquisa, de acordo com a legislação 2914/11 do Ministério da Saúde.

Já a segunda coleta apresentou contaminação por coliformes termotolerantes em todas as comunidades analisadas, todas não-conforme à legislação, com índices de NMPs de A1,17; A2,17; B1,23; B2,11; C1,17; C2,24 por 100 mL.

A presença de contaminação na segunda coleta, aponta para a interação dos poços sedimentados com matéria orgânica, que é possivelmente oriunda de dejetos humanos e animais. Um fator determinante para a presença de contaminação apenas na segunda coleta, são as condições climáticas, pois a primeira coleta foi realizada em um período de baixa estiagem, no fim do mês de junho, pois o índice pluviométrico está estritamente relacionado com a lixiviação, fenômeno que arrasta consigo matéria orgânica para rios e áreas de recarga dos lenções subterrâneos, como o próprio dia de coleta, que teve influência de estar chuvoso.

Sendo assim, a presença de coliformes termotolerantes apenas na segunda análise é justificada pela ação das chuvas que ocasionaram a interação de dejetos de origem animal com os reservatórios subterrâneos analisados na pesquisa. Silva et al. (2014), em seu estudo em águas subterrâneas num aquífero freático, na região do Mato Grosso, também constatou o aumento da densidade de coliformes no período de maior precipitação.

Cappi et al. (2006) em seu estudo sobre a influência do uso e ocupação do solo na qualidade química e biológica em águas de poços, no município de Mato Grosso do Sul-MT, também encontrou elevados NMPs em coletas realizadas em períodos chuvosos.

#### 4.1.3 *Escherichia coli*

Os resultados para confirmação de *E. coli* em água proveniente de poços sedimentados no interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR, são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 – Índice de NMP para Coliformes Termotolerantes E.C em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguçu-PR.**

Comunidades	1ª Coleta		2ª coleta	
	Limite Inferior- Superior	Índice de NMP	Limite Inferior- Superior	Índice de NMP
Comunidade A1	–	Ausente	3 – 24	8
Comunidade A2	–	Ausente	7 – 46	17
Comunidade B1	–	Ausente	6 – 35	14
Comunidade B2	–	Ausente	6 – 35	14
Comunidade C1	–	Ausente	–	Ausente
Comunidade C2	–	Ausente	9 – 55	21

**Fonte: Aatoria Própria (2017).**

**Nota:** \*NMP: Número Mais Provável.

Seguindo a tendência da análise de coliformes termotolerantes, as análises de *Escherichia coli* demonstraram ausência em todas as comunidades analisadas na primeira coleta de acordo com a legislação 2914/11 que prevê ausência.

Na segunda coleta todas as comunidades analisadas, com exceção da comunidade C1, apresentaram contaminação por *Escherichia coli*, com índices de A1,8; A2,17; B1,14; B2,14; C1,0; e C2,21 por 100 mL, estando assim as águas dos poços das comunidades A e B contaminadas, e não potáveis.

O fato do ponto C1 não apresentar contaminação pela bactéria e o ponto C2 apresentar, indica que a contaminação de origem fecal na comunidade C provavelmente seja de origem do próprio ponto, como da torneira ou por fissuras na tubulação, não sendo assim a contaminação por dejetos oriunda do poço C, assim esta comunidade em conformidade com a legislação quanto à presença de *Escherichia coli*.

As contaminações nas demais comunidades indicam a interação das águas subterrâneas com dejetos de origem intestinal humana e de outros animais de sangue quente, o que torna esta água inadequada para o consumo humano, por não estar de acordo com os padrões de potabilidade, sendo o seu consumo devido à presença de

*E. coli*, um fator de risco à saúde de seus consumidores.

Os resultados nas comunidades A e B na segunda coleta se justificam pelo fenômeno da lixiviação, fenômeno que ocasionou o contato de dejetos humanos e animais com os lençóis subterrâneos presentes nestas comunidades, acompanham assim os resultados obtidos nas análises de coliformes totais e termotolerantes mencionados, com a água destas comunidades impróprias para o consumo.

Façanha (2016), em um estudo no poço da cidade de Macapá-AP, coletou amostras em períodos chuvosos e secos, e de um total de 52 amostras, no período seco o número de amostras contaminadas por *E. coli* se deu por 61,5%, e no período chuvoso em torno de 97% das amostras contaminadas por *E. coli*, indicando a interferência da lixiviação sobre as águas subterrâneas.

A contaminação por matéria orgânica de origem fecal animal e humana é resultado direto de ações antropogênicas que ocorre principalmente pelo fato dos poços das três comunidades não passarem por um tratamento químico de desinfecção com a adição de cloro diário.

Segundo FUNASA (2014), a desinfecção é importante, pois desativa microrganismos patogênicos que podem estar presentes na água para o consumo, como os encontrados nas águas analisadas, que coloca os moradores dessas localidades em contato com microrganismos perigosos à sua saúde, e sugere-se o tratamento químico diário da água destas localidades.

A própria Funasa (2014) desenvolveu um aparelho de aplicação de cloro simplificado, que pode ser utilizada nas comunidades do estudo, o aparelho consiste em um modelo parecido aos cloradores de pastilha, não exige instalação elétrica e pode ser construído através de material hidráulico.

## 4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

### 4.2.1 Cor

Na tabela 6 estão apresentados os dados obtidos referentes ao parâmetro de cor nas comunidades analisadas.

**Tabela 6 – Índice físico-químico para o parâmetro de cor (UC), em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguçu-PR.**

Comunidade	1ª coleta			2ª coleta			
	Pontos	1	2	2914/11	1	2	2914/11
Comunidade A		ND	ND	15	4	1	15
Comunidade B		ND	ND	15	3	ND	15
Comunidade C		5,5	6	15	1	6	15

**Fonte: Autoria própria (2017).**

**Notas:** \*ND: não detectada.

\*UC: unidade de cor.

Nesta pesquisa o índice de cor na primeira coleta apontou valores muito baixos, e por isso não detectáveis, os valores pelo aparelho espectrofotômetro nos pontos A1, A2, B1 e B2; e apresentando valores de 5,5 na comunidade C1 e 6 na comunidade C2.

A cor está relacionada à presença de matéria orgânica e é um padrão indesejável para águas de consumo humano. Os dados obtidos na primeira análise, para as comunidades A1, A2, B1 e B2 seguem ao que se é esperado para as águas subterrâneas, que é a baixa concentração de cor, devido à sua localização abaixo do subsolo. As comunidades C1 e C2 também apresentaram valores dentro do permitido pela normativa que é de até 15 UC.

Já na segunda coleta as comunidades apresentaram valores de cor 4, 1, 3, nos pontos A1, A2, e B1, respectivamente, tendo o ponto B2 apresentado valores não detectáveis pelo espectrofotômetro e os pontos C1 e C2 apresentado valores de 1 e 6, respectivamente. A Portaria 2914/11 estipula como parâmetro de cor o valor de 15 UC/VMP por VMP, estando assim todas as comunidades analisadas em ambos os períodos de coleta, em conformidade com a legislação.

#### 4.2.2 Condutividade Elétrica

Na tabela 7, apresenta-se os resultados obtidos para as análises de condutividade elétrica.

**Tabela 7 – Índice físico químico para condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguazu-PR.**

Comunidade	1ª coleta (antes)		2ª coleta (depois)	
	1	2	1	2
Comunidade A	213,5	210,6	116,2	120,4
Comunidade B	280,8	278,4	193,1	189,8
Comunidade C	186,1	185,9	125,3	111,7

Fonte: A autoria própria (2017).

Na primeira coleta os dados referentes à condutividade se apresentaram nos pontos coletados  $213 \mu\text{S cm}^{-1}$ ,  $210 \mu\text{S cm}^{-1}$ ,  $280,8 \mu\text{S cm}^{-1}$ ,  $278,4 \mu\text{S cm}^{-1}$ ,  $186,1 \mu\text{S cm}^{-1}$ ,  $185,9 \mu\text{S cm}^{-1}$  nos pontos A1, A2, B1, B2, C1e C2, respectivamente. Já na segunda coleta os valores se deram por  $116,2 \mu\text{S cm}^{-1}$ ;  $120,4 \mu\text{S cm}^{-1}$ ;  $193,1 \mu\text{S cm}^{-1}$ ;  $189,8 \mu\text{S cm}^{-1}$ ;  $125,3 \mu\text{S cm}^{-1}$ ; e  $111,7 \mu\text{S cm}^{-1}$  nos pontos A1, A2, B1, B2, C1e C2, respectivamente.

Se observa a diminuição da condutividade elétrica em todos os pontos da primeira para a segunda coleta, o que representa a diminuição da presença de íons em todos os poços analisados na pesquisa, que se explica pela provável diminuição de sais de uma coleta para a outra nas águas analisadas, já que a condutividade elétrica na água se dá através da presença de íons positivos e negativos denominados cátions e ânions.

A diminuição de sais provavelmente é resultado dos impactos da agricultura nas águas subterrâneas, já que a primeira análise foi realizada em época de véspera de colheita do milho, no final do mês de junho, o que representa a poluição difusa dessas águas pela adição de fertilizantes a base de NPK (nitrogênio, fósforo e

potássio), em um período anterior à coleta, transcorrido o tempo suficiente para seu armazenamento no lençol subterrâneo.

A segunda análise foi realizada em período de preparação do solo para a plantação da soja, no início da primavera, não tendo a aplicação de fertilizantes no solo, que não atingiu o lençol subterrâneo destas comunidades, como na primeira coleta, responsável pela diminuição da condutividade elétrica da primeira para segunda coleta. Outro fator que pode ter contribuído é o aumento do período chuvoso e com ela a lixiviação, pois um maior volume de água no reservatório subterrâneo pode ter diminuído a concentração de íons por cm<sup>2</sup>.

#### 4.2.3 pH

Na tabela 8 estão apresentados os dados obtidos referentes ao pH.

**Tabela 8 – Índice físico químico para pH, em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR.**

Comunidade	1ª coleta			2ª coleta			
	Pontos	1	2	2914/11	1	2	2914/11
Comunidade A		6,93	6,93	6 - 9,5	8,00	7,96	6 - 9,5
Comunidade B		6,79	6,71	6 - 9,5	7,84	7,78	6 - 9,5
Comunidade C		6,80	6,79	6 - 9,5	7,98	7,79	6 - 9,5

**Fonte: Autoria Própria (2017)**

Nas primeiras coletas se apresentam nos pontos analisados pH de 6,93; 6,93; 6,79; 6,71; 6,80; e 6,79 nos pontos A1, A2, B1, B2, C1 e C2 respectivamente, a segunda coleta os valores obtidos foram 8; 7,96; 7,84; 7,78; 7,98 e 7,79, nos pontos A1, A2, B1, B2, C1 e C2 respectivamente, segundo a Portaria 2914/11 recomenda se valores



de pH de 6 a 9,5, e assim está em todos os pontos analisados em ambas as coletas, dentro da faixa estipulada pela portaria.

Apesar de se atender a legislação, o aumento do pH da primeira para a segunda coleta em todos os pontos analisados, todos eles estão próximos de 8 na segunda coleta, se explica também como na condutividade, devido aos impactos causados pela agricultura, já que na segunda coleta se observou a presença de calcário para a preparação do solo na vegetação circundante aos poços analisados.

A adição de calcário no solo ocorre para a correção de um pH baixo, ou seja, ácido, e é muito comum no intervalo de uma colheita para outra, devido ao plantio direto no solo que causa a acidificação do mesmo, tendo o aumento do pH das águas analisadas na pesquisa sido resultado da adição de calcário no solo. Este por sua vez entrou em contato com os lençóis subterrâneos, fato este ocorrido em todas as comunidades analisadas, que se comprova com o aumento do pH em todos os pontos.

O aumento do pH de uma coleta para outra também reforça os resultados microbiológicos, onde houve o aumento da contaminação em praticamente todas as comunidades da primeira para segunda coleta, devido ao fato de o ambiente com um pH maior, como o encontrado na segunda coleta, ser mais propício para o desenvolvimento bacteriológico.

#### 4.2.4 Temperatura

A tabela 9 apresenta os dados para temperatura das águas analisadas, medidas durante a coleta das amostras de água.

**Tabela 9 – Índice físico-químico para temperatura (°C), em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguazu-PR.**

Comunidade	1ª coleta (antes)			2ª coleta (depois)			
	Ponto	1	2	Portaria 2914/11	1	2	Portaria 2914/11
Comunidade A		16,7	17	25	23,1	22,8	25
Comunidade B		16,7	17,8	25	24,1	24	25
Comunidade C		18,5	17,1	25	23,5	23,5	25

**Fonte: Aatoria própria (2017).**

Na primeira coleta, as temperaturas dos pontos se deram por: 16,7°C; 17°C; 16,7°C; 17,8°C; 18,5°C; 17,1°C, nos pontos A1, A2, B1, B2, C1 e C2 respectivamente, e na segunda coleta em: 23,1 °C; 22,8 °C; 24,1°C; 24 °C; 24,1°C; 24,1°C, a portaria 2914/11 não prevê limites para a temperatura da água, porém adota como temperatura padrão em torno de 25 °C.

Observa-se o aumento da temperatura da primeira para a segunda coleta, fator este ocasionado pela mudança de estação, já que a primeira análise foi realizada no início do inverno, e a segunda análise no início da primavera, porém se ressalta que a mudança de temperatura, como a apresentada, não deve interferir muito na temperatura das águas dos poços sedimentados, devido à localização destas águas logo abaixo do subsolo, não tendo assim estas águas contato com o clima atmosférico.

O aumento da temperatura dos poços encontrados neste estudo ocorreu devido à interferência da temperatura atmosférica, que se dá através da água dos poços analisados passarem por um reservatório de armazenamento (caixa d'água do poço), possível interferência pela temperatura atmosférica ambiental, como visto em todas as comunidades.

#### 4.2.5 Nitrato

Na tabela 10 os dados obtidos quanto às concentrações encontradas de íon nitrato nas águas analisadas.

**Tabela 10 - Concentração de nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ), em águas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguçu-PR.**

Comunidade	1ª coleta			2ª coleta		
	1	2	Portaria 2914/11	1	2	Portaria 2914/11
Comunidade A	20	20	10	8,6	14	10
Comunidade B	18	19	10	16,4	14,8	10
Comunidade C	16,9	16,6	10	6,9	6,6	10

**Fonte: Autoria própria (2017).**

As águas coletadas dos poços das comunidades apresentaram valores de nitrato na primeira coleta de 20; 20; 18; 19; 16,9; e 16,6  $\text{mg L}^{-1}$  nas comunidades A próximo e distante, comunidade B próximo e distante e C próximo e distante respectivamente, e na segunda coleta valores de 8,6; 14; 16,4; 14,8; 6,9 e 6,6  $\text{mg L}^{-1}$  respectivamente. A Portaria 2914/11 estipula como padrão do índice de nitrato valores de até 10  $\text{mg L}^{-1}$ , assim todas as comunidades analisadas na primeira e na segunda coleta com exceção dos pontos A próximo, C próximo e distante, não-conforme a legislação.

Se ressalta o fato da comunidade A na segunda coleta ter apresentado uma variação do ponto A1 de 8,6  $\text{mg L}^{-1}$  (próximo ao ponto distante), para o ponto A2 de 14  $\text{mg L}^{-1}$  (o ponto mais distante do poço), o que sinaliza a possibilidade de ter ocorrido alguma perda da amostra durante o procedimento de preparo, ou ainda que uma parte do nitrato encontrado no ponto A distante na segunda coleta deriva da decomposição da matéria orgânica no decorrer da tubulação, já que o íon nitrato é produto resultante dessa decomposição e que se apresentou mais elevado no ponto mais longe do poço.

A grande quantidade de íon nitrato apresentado na seguinte pesquisa é principalmente proveniente da poluição difusa, onde se destaca os impactos da agricultura sobre as águas subterrâneas, principalmente devido à aplicação de adubação por meio de câmaras de aviários, prática esta, muito comum nas comunidades analisadas, pois sabe-se que o adubo oriundo das câmaras de aviário

é rico em presença de amônia, que por sua vez quando na natureza se transforma em nitrato.

Outra origem da presença de nitrato obtida na pesquisa é por meio do uso de fertilizantes no solo em épocas de cultivo de culturas. Oliveira (2011) aponta que fertilizantes têm mais facilidade de se dissolver e atingir os lençóis subterrâneos mais facilmente, e que alguns podem se degradar e outros se manter por tempo indeterminado nas águas subterrâneas.

A aplicação de fertilizantes sintéticos assim como também por meio do adubo oriundo das câmaras de aviário se reforça pela elevada diminuição da concentração de nitrato da primeira para a segunda coleta, onde a primeira coleta foi realizada em um período de véspera de colheita do milho na região da pesquisa, período este em que já haviam sido aplicados fertilizantes a base de nitrogênio, fósforo e potássio, e o adubo orgânico da câmara de aviário, tendo transcorrido o tempo necessário para o seu contato com os poços das comunidades, fato este, que não se repetiu na segunda coleta, que foi realizada em um período que os agricultores faziam a preparação do solo para a plantação da soja.

Assim, apenas a primeira coleta teve o tempo necessário para que ocorresse o contato destes nutrientes em excesso com as águas subterrâneas, e ocasionando assim a elevação da concentração deste íon. Esta hipótese se reforça também pelos resultados da condutividade e pH, que seguiram a mesma tendência do nitrato, demonstrado a forte influência dos impactos da aplicação dos fertilizantes e derivados da agricultura nos resultados obtidos na pesquisa.

Porém, deve-se ressaltar que a presença de nitrato também é produto direto da decomposição da matéria orgânica, e pode indicar contaminação bacteriológica antiga ao período das análises, sendo este fato possível responsável pelo elevado índice de nitrato encontrado na primeira coleta, em ambas as comunidades.

Bigueline e Cumy (2012) em uma análise de nitrato em águas subterrâneas encontraram resultados fora do permitido pela legislação em 32,35% das amostras analisadas, e aponta como responsável a contaminação bacteriológica antiga.

Filho e Castro (1999) em um estudo sobre a influência do uso de fossas sépticas em lençóis subterrâneos concluíram que a oxidação da amônia derivada de fossas sépticas é a principal fonte de contaminação por nitratos das águas subterrâneas analisadas em sua pesquisa.

## 6 CONCLUSÃO

Na primeira coleta foi detectada a contaminação microbiológica por coliformes totais em ambas as amostras coletadas, e contaminação físico-química por elevados índices de nitrato em todos os pontos das comunidades, e tendo as análises de pH e cor em conformidade à legislação em todos os pontos, e a condutividade com mínima encontrada de  $185,9 \mu\text{S cm}^{-1}$  e máxima de  $280,8 \mu\text{S cm}^{-1}$  e temperaturas das amostras da água, mínima de  $16,7 \text{ }^\circ\text{C}$  e máxima de  $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

E na segunda coleta, há a contaminação por coliformes totais em todas as comunidades e contaminação por *E. coli* nas comunidades B e C, como também contaminação por elevada concentração de nitrato em parte dos pontos, e o pH tem uma considerável elevação em todas as amostras, e a condutividade tem uma diminuição, de  $111,7 \mu\text{S cm}^{-1}$  e máxima de  $193,1 \mu\text{S cm}^{-1}$ . E as análises de cor dentro dos parâmetros da legislação em todas as amostras, e a temperatura das amostras tem um aumento para mais em todos os pontos analisados na segunda coleta.

Conclui-se que as águas analisadas nas três comunidades estão impróprias para o consumo humano, segundo os parâmetros da resolução do Ministério da Saúde, Portaria 2914/2011, mediante os indicadores microbiológicos, coliformes totais e termotolerantes e físico-químico.

Portanto, é indicado a remediação desta constatação e, imediatamente o início de tratamento químico através da cloração destas águas de forma diária, além de mais estudos minuciosos sobre os impactos causados pela agricultura, principalmente da prática comum de adição em excesso de fertilizantes e pesticidas aplicados na região da pesquisa.

Por fim, se atesta a vulnerabilidade das águas subterrâneas frente às atividades humanas, assim como também aos riscos à saúde que os moradores destas localidades estão expostos pela ingestão de água contaminada.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Água: Fatos e tendências**. 2009. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao\\_2.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2017.

ALTIERI, Miguel. **Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012, p.34.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookmann, 2011. 844p.

BARRELI, R. et al. **The microbiology of drinking, water, water quality, and public health, methods for examination of waters an associated, materials, environment agency**, 2000. Part 1.

BRASIL. **Manual de saneamento**. 3ª ed. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_saneamento\\_3ed\\_rev\\_p1.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2017.

BRANCO, Samuel M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 2001.

BICUDO, Carlos E.de M.; TUNDISI, José G.; SCHEUENSTUHL, Marcos C. B. (Orgs.). **Águas do Brasil: Análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. 224p.

CASALI, Carlos A. **Qualidade da água para consumo humano ofertadas em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 173f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2008.

CASARINI, Dorothy C. P.; DIAS, Claudio L.; BARBOUR, Elzira D.; TOFFOLI, Fabiano F. **Gestão da qualidade e risco de contaminação dos recursos hídricos**. 2004. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23489/15575>>. Acesso em: 15 out. 2017.

CAPPI, Nanci; CARVALHO, Elisangela M. de.; PINTO, André L. Influência do uso e

ocupação do solo nas características químicas e biológicas em águas de poços da bacia do córrego fundo, Aquidauana, MS. **Anais... 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 2006. Disponível em: <<http://mtcm16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm17@80/2006/12.11.13.29/doc/p29.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. **Doenças relacionadas á água ou de transmissão hídrica**. 2009. Disponível em: <[www.cve.saude.sp.gov.br/](http://www.cve.saude.sp.gov.br/)>. Acesso em: 30 jul. 2017.

COELHO, D. A.; SILVA, P. M. F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em supermercados da cidade de Alfenas, MG. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.21, n.151, p.88-92, maio 2007.

COMISSÃO ESPECIALIZADA DE QUALIDADE DA ÁGUA, **Bactérias coliformes**, 2012/2013. Disponível em: <[http://www.apda.pt/site/ficheiros\\_eventos/201212041542-ft\\_mb\\_02\\_\\_bacterias\\_coliformes.pdf](http://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201212041542-ft_mb_02__bacterias_coliformes.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

EMBRAPA FLORESTAS. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química**. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43042/1/Doc219.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

FAÇANHA, Evellyn B.. **Avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água de poço consumida na cidade de Macapá**. 2016. Disponível em: <<http://www2.unifap.br/cambientais/files/2017/03/TCC-EVELLYN-FA%C3%87ANHA-2012.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

FERNANDES, Maria F. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedade rural no município de Planalto, RS**. 2011. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1150/TCC%20ANGELA%20MARIA%20FERREIRA%20FERNANDES.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 out. 2017.

FILHO. D´A. G, N. CASTRO. D, A Influência das fossas sépticas na contaminação do manancial subterrâneo por nitratos e os riscos para os que optam pelo auto abastecimento como alternativa dos sistemas públicos de distribuição de águas. ABES, Associação Brasileira de Engenharia sanitária e ambiental. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, p.6, 1999.

FORTUNA, J. L.; RODRIGUES, M. T.; SOUZA, S. L.; SOUZA, L. Análise

microbiológica da água dos bebedouros do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF): coliformes totais e termotolerantes. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 103-105, jul. /ago 2007.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 2006. Disponível em: <[saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual-analise-agua-2ed.pdf](http://saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual-analise-agua-2ed.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água** 4ª ed. Brasília 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funasa**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files\\_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2017.

GUIMARÃES, Carvalho e Silva. **Saneamento Básico**. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª ed. digital. 2008. Disponível em: <[www.ial.sp.gov.br/resources/editounplace/ial/2016-3-19/analisedealimentosial-2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editounplace/ial/2016-3-19/analisedealimentosial-2008.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2017.

JOURALEV, Andrei S. **Administración del agua em América Latina em el umbral del solo XXI**. 2004. Disponível em: <[www.upf.br/água/simpósio/html](http://www.upf.br/água/simpósio/html)>. Acesso em: 30 jul. 2017.

MAGALHÃES, Antônio R. **Saneamento básico, saúde e meio ambiente**. 2016. Disponível em: <<http://comissaojusticaepazdf.org.br/wp/wp-content/uploads/2016/02/Saneamento-Basico-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

MIERZWA, José C. **Uso racional e reuso como ferramenta para gerenciamento de água e efluentes na indústria: estudo de caso**. Brasília. São Paulo: USP. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido**. 2007. Disponível em: <[www.mma.gov.br/estruturas/167/-](http://www.mma.gov.br/estruturas/167/-)>



publicação28012009044356.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Orientações técnicas para coleta, condicionamento e transporte de amostras de água para consumo humano**. Brasília, abril de 2013. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/julho/24/Proceds-e-progr-de-coleta-de---gua.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº. 2914/2011**. Disponível em: <[www.sabesp.com.br/site/uplods/files/asabesp\\_doctos/portariaMS291412122011.pdf](http://www.sabesp.com.br/site/uplods/files/asabesp_doctos/portariaMS291412122011.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2017.

MOTA, M. B. R.; MANZANARES, M.D.; SILVA, R. A. L. **Viabilidade de reutilização de água para vasos sanitários**. Revista Ciências do Ambiente [online]. 2006. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/52/32>>. Acesso em: 25 out. 2017.

PAULUS, Andressa E. **Qualidade microbiológica da água de bebedouros para consumo em escolas municipais de Missal-Paraná**. Medianeira, 2017.

TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. C.; FAIRCHILD, T. **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

REIS, J. A.; HOFFMANN, P.; HOFFMANN, F. L. Ocorrência de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais, fecais, e *Escherichia coli*, em amostras de águas minerais envasadas, comercializadas no município de São José do Rio Preto, SP. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 145, p. 109-116, out. 2006.

RENNER, R. M.; BITTENCOURT, S.M.; OLIVEIRA, E.B.; RADOMSKI, M. I. **Comportamento de espécies florestais plantadas**. Colombo-PR: Embrapa Florestas: 2010. 38p.

SERAFIM, A. L.; VIEIRA, E. L.; LINDEMANN, I. L. **Importância da água no organismo humano**. 2004. 148p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 2. ed. São Paulo, 2001.

SILVA, Neusely da; JUNQUEIRA, Valéria C. A.; SILVEIRA, Neliane F. de A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, 2007.

SILVA, R. C. A; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana-BA. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, Debora D. et al. **Falta de saneamento básico em águas subterrâneas em aquífero freático, região do bairro Pedra Noventa, Cuiabá MT**. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n1/1413-4152-esa-19-01-00043.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

SIMIONI, J.; COMIM, J. J.; SEGANFREDO, M. A.; INGANG, R. **XII Congresso Brasileiro de águas subterrâneas**, 2002.

SOUZA, Maria G. L. **Princípios e métodos utilizados em segurança da água para o consumo humano**. 2008. Disponível em: <[http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-ocasionadas-pelo-meio-ambiente/doc/seguranca\\_agua.pdf](http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-ocasionadas-pelo-meio-ambiente/doc/seguranca_agua.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

ZAN, Renato A. et al. **Análise microbiológica de amostras de água de poços rasos localizados no município de Buritis, região do vale do Jamari, Rondônia, Amazônia Ocidental**. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/7293/pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.