

ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS DOS MUNICÍPIOS DE UNIÃO DA VITÓRIA – PR E PORTO UNIÃO - SC⁴³

Francieli Ulbinski⁴⁴

Juliane Boiko Bohone⁴⁵

Mayara Ananda Gauer⁴⁶

Vanessa Moro Valcanover⁴⁷

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal avaliar as características físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas de poços artesanais do município de União da Vitória - PR e Porto União – SC, comparando-as com os padrões de potabilidade preconizados pela legislação vigente. O desenvolvimento do presente trabalho iniciou-se pela pesquisa bibliográfica, realizada por meio da consulta a livros, artigos científicos, normas técnicas, legislações, entre outros materiais. Posteriormente à fundamentação teórica foram realizadas coletas e análises da água de cinco poços artesanais distintos, distribuídos ao longo da malha urbana das cidades de União da Vitória e Porto União. Os parâmetros analisados foram pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura, turbidez, condutividade, coliformes totais e coliformes fecais (representados pela *Escherichia coli*). Para a determinação dos coliformes fecais e *Escherichia coli* utilizou-se o método Colilert®. Os demais parâmetros foram avaliados empregando-se sonda multiparamétrica (Horiba). Os resultados obtidos demonstraram que os parâmetros físico-químicos avaliados respeitaram os padrões de potabilidade nas campanhas realizadas. No entanto, em algumas campanhas de amostragem, verificou-se que os padrões bacteriológicos foram excedidos. Dessa forma, conclui-se que, de modo geral, as águas analisadas podem ser consumidas pela população, sendo necessário apenas uma descontaminação bacteriológica em alguns dos pontos.

Palavras-chave: Poço artesiano. Água subterrânea. Meio ambiente. Qualidade da água.

⁴³Este trabalho faz parte do Programa de Incentivo à Pesquisa Acadêmica – PIPA do Centro Universitário de União da Vitória e se iniciou no mês de agosto de 2014.

⁴⁴Acadêmica do 10º semestre do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de União da Vitória – UNIUV.

⁴⁵Doutoranda em Química Analítica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Mestre em Química Aplicada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), licenciada em Química pela Faculdade Estadual de Filosofia Ciências e Letras de União da Vitória (FAFI – UV). Professora dos cursos de Engenharia Ambiental, Civil e de Produção da Uniuv e do ensino médio no Colégio Técnico (Coltec). Membro do Conselho Editorial da Uniuv.

⁴⁶Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Professora dos cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Civil da Uniuv. Membro do Conselho Editorial da Uniuv.

⁴⁷Acadêmica do 8º semestre do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de União da Vitória – UNIUV.

A STUDY ON THE QUALITY OF WATER OF ARTESIAN WELLS IN THE CITIES OF UNIÃO DA VITÓRIA-PR AND PORTO UNIÃO-SC

Francieli Ulbinski
Juliane Boiko Bohone
Mayara Ananda Gauer
Vanessa Moro Valcanover

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physical-chemical and bacteriological characteristics of groundwater from artesian wells of the cities of União da Vitória - PR and Porto União - SC, comparing them to the potability standards recommended by law. The development of this study started through bibliographical research in books, scientific papers, technical standards, laws, and other materials. After the theoretical basis, we collected water from five separate wells distributed throughout the cities of União da Vitória and Porto União, and these samples were then analyzed. The parameters analyzed were PH, total dissolved solids, temperature, turbidity, conductivity, total coliforms and fecal coliforms (represented by *Escherichia coli*). For the determination of fecal coliforms and *E. coli* the Colilert® method was used. The other parameters were evaluated with a multiparameter probe (Horiba). The results showed that the physico-chemical parameters assessed comply with the potability standards in the campaigns. However, in some sampling campaigns, it was found that the bacteriological standards have exceeded. Thus, we concluded that, in general, the water that was analyzed can be consumed by the population, but it is necessary to carry out a bacteriological decontamination in some points.

Keywords: Artesian well. Subterranean water. Environment. Water quality.

1 INTRODUÇÃO

A garantia de uma água de boa qualidade para o consumo humano, que atenda aos padrões de potabilidade, é questão de grande relevância para a saúde pública. No Brasil, a norma de qualidade da água para consumo humano, definida na portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, estabelece os valores máximos permitidos para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas para uma água potável (BRASIL, 2011).

O presente trabalho buscou abordar temas relacionados com a qualidade da água, com foco principal naquelas contidas em poços artesianos. Sabe-se que, para se garantir uma água em condições adequadas ao uso humano, é necessário utilizar algumas ferramentas de controle da qualidade, bem como conscientizar a população a preservar esse recurso natural.

O estudo foi desenvolvido nas cidades de União da Vitória – PR e Porto União – SC, pois ambas possuem vários poços artesianos espalhados por seu território. Muitos dos habitantes fazem uso da água desses poços artesianos, seja para consumo, seja para seus afazeres do dia a dia. Por esse motivo, surgiu o interesse de analisar essas águas, para saber se de fato estão em boas condições para consumo. Primeiramente, foram feitos levantamentos bibliográficos, para se obter um maior conhecimento sobre o tema, no qual se buscou, sobretudo, estudos dos padrões de potabilidade da água e de seus parâmetros de qualidade. Em seguida, teve início a etapa experimental de investigação das características da água.

Nesse cenário, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar as características físico-químicas e bacteriológicas de águas subterrâneas em poços artesianos do município de União da Vitória - PR, e Porto União – SC, comparando-as com os padrões de potabilidade preconizados pela legislação vigente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CUIDADOS COM O MEIO AMBIENTE E QUALIDADE DA ÁGUA

Vasconcelos e outros (2006) relatam que as águas subterrâneas representam aproximadamente 22% de toda massa aquática doce no planeta, estimada em 3%.

Ainda, segundo Vasconcelos e outros (2006), com a população aumentada em seis vezes nos últimos 50 anos, elevou-se o consumo de água doce no planeta. Os autores ressaltam que esse valor de consumo foi triplicado, fazendo com que os recursos hídricos disponíveis tivessem sua qualidade comprometida e aumentasse a utilização das águas das reservas subterrâneas. Pelo fato de a água subterrânea se encontrar sob uma camada de material filtrante não saturado, esse manancial encontra-se mais bem protegido dos agentes de poluição que afetam a qualidade da água dos rios. Entretanto sabe-se que com esse crescimento da urbanização e industrialização, nem mesmo as águas subterrâneas estão livres da contaminação.

As cidades de União da Vitória – PR e Porto União – SC são exemplos de cidades em que parte da população opta por utilizar águas provenientes de fontes alternativas. Hennrich (2010) lista alguns dos principais motivos que levam os moradores a consumirem esse tipo de água. São eles: falta de saneamento básico em suas residências; por não haver em suas residências água encanada e tratada pela Companhia de Saneamento; por acharem que essa água é mais pura e limpa do que a água tratada pela Companhia de Saneamento; por concluírem que essa água é milagrosa, segundo a crença do Monge João Maria; por considerarem mais saudável que a água tratada; entre outros fatores desconhecidos ainda. Para tanto, requer-se o monitoramento dessas águas, o que até pouco tempo não era considerado relevante (NEIRA et al., 2008).

A maior causa da poluição comumente observada em águas subterrâneas está associada às práticas de saneamento em áreas que não dispõem de rede de esgoto, ao lançamento de efluentes líquidos

industriais em corpos de água (ou diretamente no solo), às práticas convencionais de cultivo agrícola e, também, à presença de cemitérios (MATOS, 2001).

Várias atitudes podem ser tomadas com relação à qualidade da água e cuidados com os poços artesanais. Para Campos (2007), além da legislação, é importante a conscientização da população com relação à proteção, limpeza e desinfecção da água de poços, também de cuidados por parte dos cemitérios, no sentido de conhecer a qualidade do nível freático e sua potabilidade, que devem conduzir a um monitoramento hidrogeológico periódico.

Pode-se definir como água potável aquela que pode ser consumida sem riscos à saúde humana e sem causar rejeição ao consumo por questões organolépticas, ou seja, aquelas relacionadas com sabor e odor (HELLER; PÁDUA, 2006, p.208).

A portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências (BRASIL, 2011). Sendo assim, é de responsabilidade da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios a adoção das medidas que visem à melhoria e ao cuidado com a água.

Segundo a portaria nº 2.914/11 a água potável é considerada a água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido pela portaria, e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011). Para a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2009), a água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal tradicionalmente aceitos pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli*.

A FUNASA (2009) ainda afirma que a determinação desse grupo de bactérias como indicadoras de contaminação da água deve-se ao fato de que:

- a) estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos;
- b) sua presença na água possui uma relação com o grau de contaminação fecal;
- c) são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples;
- d) são mais resistentes que as bactérias patogênicas intestinais e não se multiplicam no ambiente aquático;
- e) são mais resistentes à ação de agentes desinfetantes do que os microrganismos patogênicos.

2.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2004). A presença de coliformes na água pode representar perigos à saúde, além de indicar a possível presença de outros microrganismos causadores de doenças. Por isso, a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde recomenda que as águas usadas para consumo humano tenham ausência de coliformes totais e ausência de coliformes fecais (BRASIL, 2011).

Um dos padrões de potabilidade da água é o padrão de aceitação para consumo humano, que é estabelecido com base em critérios de ordem estética e organoléptica da água, e visa a evitar a rejeição ao consumo, que levaria a busca de outras fontes de água, eventualmente menos seguras do ponto de vista sanitário (HELLER; PÁDUA, 2006, p.208).

Dados da Portaria 2914/11 estabelecem que a água para ser considerada potável, os seus parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos devem atender ao padrão de potabilidade e não ofereça riscos à saúde.

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. O valor do pH varia de 0 a

14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina (e a água com pH igual a 7 é neutra) (FUNASA, 2009). Para a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde recomenda-se que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (BRASIL, 2011).

Outro parâmetro de grande importância é a turbidez. A turbidez da água pode ser caracterizada devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e outros materiais resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2009). Von Sperling (2005) também comenta que o principal inconveniente da turbidez é que as partículas podem abrigar microrganismos patogênicos.

A Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido (VMP) é de 1,0 uT⁴⁸ para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta. Para água resultante de filtração lenta o VMP é de 2,0 uT, e em qualquer ponto da rede de distribuição. Já para consumo humano o padrão de aceitação é de 5,0 uT.

A temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH e com a desinfecção (FUNASA, 2009). A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando a influência de uma série de variáveis físico-químicas (CETESB, 2014).

Em saneamento, os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra, a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (CETESB, 2014). Dados da portaria 2.914/2011 afirmam que o valor estipulado para consumo humano é de 1000mg/L de Sólidos Totais Dissolvidos (BRASIL 2011). A CETESB (2009. p.3) aborda que:

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais, principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos).

Outro parâmetro de grande importância para análise da água é a condutividade. Segundo CETESB (2011), a condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água representando uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100S/cm (Siemens por centímetro) indicam ambientes impactados.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente, na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta, à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2014).

⁴⁸ Unidades de turbidez.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada a esta pesquisa compreendeu três etapas:

- a) levantamento bibliográfico;
- b) trabalho de campo (coleta de amostras);
- c) ensaios de laboratório.

O levantamento bibliográfico foi realizado durante todo o período de atividade do projeto e compreendeu a consulta a sites técnicos e de pesquisa, artigos de periódicos, livros, dissertações e normativas.

As coletas de amostras obedeceram aos procedimentos constantes nas Normas Brasileiras (NBRs) 9897 e 9898, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987a, ABNT, 1987b). A coleta em campo seguiu também as recomendações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, em seu guia publicado em 2011 (CETESB, 2011), o qual indica os tipos de frascos a serem usados e as etapas e processos de desinfecção e preparação das torneiras para retirada das amostras.

Realizaram-se análises dos seguintes parâmetros: pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura, turbidez, condutividade, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Foram escolhidos cinco pontos distintos para a coleta de amostras de água dos poços artesianos nos municípios de União da Vitória – PR e Porto União – SC. O critério de escolha dos pontos se deu a partir de observações iniciais daqueles poços que possuem uma maior utilização pela comunidade. Os pontos foram nomeados da seguinte maneira: 1, 2, 3, 4, e 5. Esses pontos estão localizados relativamente distantes entre si, com exceção do 4 e 5 que se encontram mais próximos.

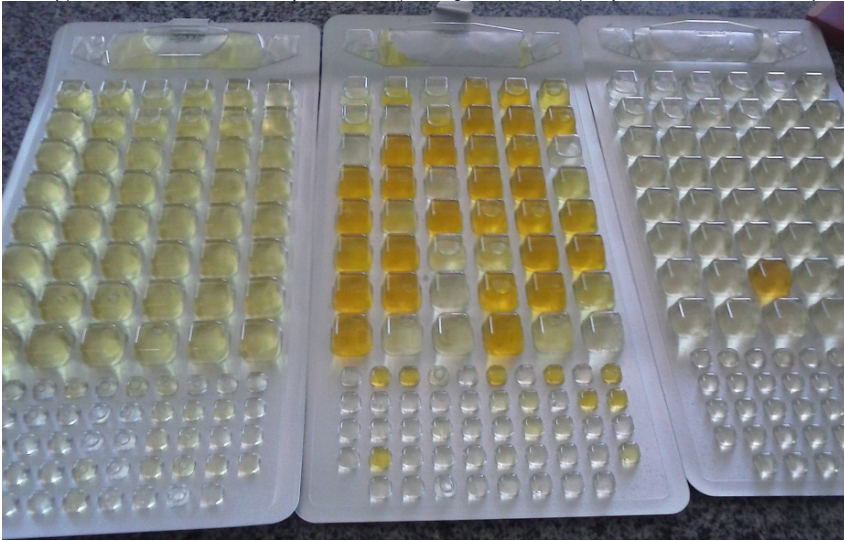
Foram realizadas seis coletas em cada um dos cinco pontos pré-estabelecidos. As amostras foram armazenadas em frascos de polipropileno devidamente esterilizados. Destaca-se que em cada ponto (e em cada campanha de amostragem) foram coletadas amostras em duplicata, para o devido tratamento estatístico dos resultados.

Os poços artesianos possuem sistemas de bombeamento, dessa forma a água foi coletada em torneiras próximas da saída de poços. Antes das amostras serem recolhidas nos frascos, deixou-se a água escorrer pela torneira dos poços por 4 segundos. No ponto 1 a água foi coletada da torneira da cozinha (cabe ressaltar que antes de a água chegar à torneira ela passa por um filtro de carvão ativado). As amostras dos demais pontos foram colhidas em torneiras diretamente ligadas ao poço artesiano.

A etapa desenvolvida no laboratório foi conduzida com base em análises físico-químicas e microbiológicas das amostras coletadas. Os testes realizados foram definidos a partir de consulta a materiais bibliográficos e às normas regulamentadoras que definem os padrões de potabilidade da água.

Para identificação e quantificação de coliformes totais, usou-se o método Colilert®. Nesse caso, em 100mL de cada amostra dissolveu-se o substrato cromogênico. Posteriormente, as amostras foram transferidas para as cartelas de quantificação Quanti Tray (figura 1). Em seguida, as cartelas com as amostras foram seladas e incubadas a 35°C por 24 horas. Após esse período realizou-se a contagem dos “quadrados” grandes e pequenos (das cartelas) que adquiriram coloração amarela intensa. Esse resultado foi avaliado com a utilização de tabela inerente ao método. Nela são relacionados os “quadrados” grandes com os pequenos (interseção) a qual conduz a um resultado de concentração de coliformes totais (em NMP/100mL⁴⁹) (figura 2). Destaca-se que essa mesma técnica foi utilizada por Silva e outros (2008), que afirmam que o Colilert® é um meio de cultura destinada à detecção qualitativa e quantitativa de coliformes totais e *Escherichia coli* na água. O presente teste permite detectar a presença de coliformes em 24 horas.

Figura 1 - Cartelas de quantificação Quanti Tray (depois de incubadas)



Fonte: das autoras, 2015.

Figura 2 - Tabela usada para quantificação de coliformes

IDEXX Quanti-Tray[®]/2000 Tabella MPN

# Pozzetti	# Pozzetti piccoli positivi																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
0	23.5	26.4	27.4	28.4	29.9	30.5	31.9	32.6	33.8	34.7	35.7	36.8	37.8	38.9	40.0	41.0	42.1	43.1	44.2	45.3	46.3	47.4	48.5	49.5
1	20.0	27.7	28.7	29.8	30.8	31.9	32.9	34.0	35.0	36.1	37.2	38.2	39.3	40.4	41.4	42.5	43.6	44.7	45.7	46.8	47.9	49.0	50.1	51.2
2	27.9	29.9	30.9	31.9	32.2	33.2	34.3	35.4	36.5	37.6	38.6	39.7	40.8	41.9	43.0	44.0	45.1	46.2	47.3	48.4	49.5	50.6	51.7	52.8
3	29.3	30.4	31.4	32.5	33.6	34.7	35.8	36.8	37.9	39.0	40.1	41.2	42.3	43.4	44.5	45.6	46.7	47.8	48.9	50.0	51.1	52.2	53.3	54.4
4	30.7	31.8	32.9	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6	42.7	43.8	44.9	46.0	47.1	48.2	49.3	50.4	51.5	52.6	53.7	54.8	55.9
5	32.1	33.2	34.3	35.4	36.5	37.6	38.7	39.8	40.9	42.0	43.1	44.2	45.3	46.4	47.5	48.6	49.7	50.8	51.9	53.0	54.1	55.2	56.3	57.4
6	33.5	34.7	35.8	36.9	38.0	39.2	40.3	41.4	42.5	43.7	44.8	46.0	47.1	48.3	49.4	50.6	51.7	52.9	54.1	55.2	56.4	57.6	58.7	59.9
7	35.0	36.2	37.4	38.6	39.8	40.9	42.1	43.2	44.3	45.4	46.5	47.6	48.8	50.0	51.2	52.3	53.5	54.7	55.9	57.1	58.3	59.4	60.6	61.8
8	36.5	37.7	38.9	40.1	41.2	42.3	43.5	44.7	45.9	47.0	48.2	49.4	50.6	51.8	53.0	54.1	55.3	56.5	57.7	58.9	60.1	61.4	62.6	63.8
9	38.1	39.3	40.5	41.8	42.9	44.0	45.2	46.4	47.6	48.8	50.0	51.2	52.4	53.6	54.8	56.0	57.2	58.4	59.7	60.9	62.1	63.4	64.6	65.8
10	39.7	40.9	42.1	43.3	44.5	45.7	46.9	48.1	49.3	50.6	51.8	53.0	54.2	55.5	56.7	57.9	59.2	60.4	61.7	63.0	64.2	65.4	66.7	67.9
11	41.3	42.5	43.7	44.9	46.1	47.3	48.5	49.7	50.9	52.1	53.3	54.5	55.7	56.9	58.1	59.4	60.7	62.0	63.2	64.5	65.8	67.1	68.4	69.7
12	43.0	44.1	45.2	46.3	47.4	48.5	49.6	50.7	51.8	52.9	54.0	55.1	56.2	57.3	58.4	59.5	60.6	61.7	62.8	63.9	65.0	66.1	67.2	68.3
13	44.7	45.8	46.9	48.0	49.1	50.2	51.3	52.4	53.5	54.6	55.7	56.8	57.9	59.0	60.1	61.2	62.3	63.4	64.5	65.6	66.7	67.8	68.9	70.0
14	46.5	47.6	48.7	49.8	50.9	52.0	53.1	54.2	55.3	56.4	57.5	58.6	59.7	60.8	61.9	63.0	64.1	65.2	66.3	67.4	68.5	69.6	70.7	71.8
15	48.3	49.4	50.5	51.6	52.7	53.8	54.9	56.0	57.1	58.2	59.3	60.4	61.5	62.6	63.7	64.8	65.9	67.0	68.1	69.2	70.3	71.4	72.5	73.6
16	50.2	51.3	52.4	53.5	54.6	55.7	56.8	57.9	59.0	60.1	61.2	62.3	63.4	64.5	65.6	66.7	67.8	68.9	70.0	71.1	72.2	73.3	74.4	75.5
17	52.1	53.2	54.3	55.4	56.5	57.6	58.7	59.8	60.9	62.0	63.1	64.2	65.3	66.4	67.5	68.6	69.7	70.8	71.9	73.0	74.1	75.2	76.3	77.4
18	54.1	55.2	56.3	57.4	58.5	59.6	60.7	61.8	62.9	64.0	65.1	66.2	67.3	68.4	69.5	70.6	71.7	72.8	73.9	75.0	76.1	77.2	78.3	79.4
19	56.1	57.2	58.3	59.4	60.5	61.6	62.7	63.8	64.9	66.0	67.1	68.2	69.3	70.4	71.5	72.6	73.7	74.8	75.9	77.0	78.1	79.2	80.3	81.4
20	58.2	59.3	60.4	61.5	62.6	63.7	64.8	65.9	67.0	68.1	69.2	70.3	71.4	72.5	73.6	74.7	75.8	76.9	78.0	79.1	80.2	81.3	82.4	83.5
21	60.3	61.4	62.5	63.6	64.7	65.8	66.9	68.0	69.1	70.2	71.3	72.4	73.5	74.6	75.7	76.8	77.9	79.0	80.1	81.2	82.3	83.4	84.5	85.6
22	62.5	63.6	64.7	65.8	66.9	68.0	69.1	70.2	71.3	72.4	73.5	74.6	75.7	76.8	77.9	79.0	80.1	81.2	82.3	83.4	84.5	85.6	86.7	87.8
23	64.8	65.9	67.0	68.1	69.2	70.3	71.4	72.5	73.6	74.7	75.8	76.9	78.0	79.1	80.2	81.3	82.4	83.5	84.6	85.7	86.8	87.9	89.0	90.1
24	67.2	68.3	69.4	70.5	71.6	72.7	73.8	74.9	76.0	77.1	78.2	79.3	80.4	81.5	82.6	83.7	84.8	85.9	87.0	88.1	89.2	90.3	91.4	92.5
25	69.7	70.8	71.9	73.0	74.1	75.2	76.3	77.4	78.5	79.6	80.7	81.8	82.9	84.0	85.1	86.2	87.3	88.4	89.5	90.6	91.7	92.8	93.9	95.0
26	72.3	73.4	74.5	75.6	76.7	77.8	78.9	80.0	81.1	82.2	83.3	84.4	85.5	86.6	87.7	88.8	89.9	91.0	92.1	93.2	94.3	95.4	96.5	97.6
27	75.0	76.1	77.2	78.3	79.4	80.5	81.6	82.7	83.8	84.9	86.0	87.1	88.2	89.3	90.4	91.5	92.6	93.7	94.8	95.9	97.0	98.1	99.2	100.3
28	77.8	78.9	79.9	81.0	82.1	83.2	84.3	85.4	86.5	87.6	88.7	89.8	90.9	92.0	93.1	94.2	95.3	96.4	97.5	98.6	99.7	100.8	101.9	103.0
29	80.7	81.8	82.9	84.0	85.1	86.2	87.3	88.4	89.5	90.6	91.7	92.8	93.9	95.0	96.1	97.2	98.3	99.4	100.5	101.6	102.7	103.8	104.9	106.0
30	83.7	84.8	85.9	87.0	88.1	89.2	90.3	91.4	92.5	93.6	94.7	95.8	96.9	98.0	99.1	100.2	101.3	102.4	103.5	104.6	105.7	106.8	107.9	109.0
31	86.8	87.9	89.0	90.1	91.2	92.3	93.4	94.5	95.6	96.7	97.8	98.9	100.0	101.1	102.2	103.3	104.4	105.5	106.6	107.7	108.8	109.9	111.0	112.1
32	89.9	91.0	92.1	93.2	94.3	95.4	96.5	97.6	98.7	99.8	100.9	102.0	103.1	104.2	105.3	106.4	107.5	108.6	109.7	110.8	111.9	113.0	114.1	115.2
33	93.1	94.2	95.3	96.4	97.5	98.6	99.7	100.8	101.9	103.0	104.1	105.2	106.3	107.4	108.5	109.6	110.7	111.8	112.9	114.0	115.1	116.2	117.3	118.4
34	96.4	97.5	98.6	99.7	100.8	101.9	103.0	104.1	105.2	106.3	107.4	108.5	109.6	110.7	111.8	112.9	114.0	115.1	116.2	117.3	118.4	119.5	120.6	121.7
35	100.0	102.0	104.0	106.0	108.0	110.0	112.0	114.0	116.0	118.0	120.0	122.0	124.0	126.0	128.0	130.0	132.0	134.0	136.0	138.0	140.0	142.0	144.0	146.0
36	105.0	108.0	112.0	116.0	120.0	124.0	128.0	132.0	136.0	140.0	144.0	148.0	152.0	156.0	160.0	164.0	168.0	172.0	176.0	180.0	184.0	188.0	192.0	196.0
37	110.0	114.0	118.0	122.0	126.0	130.0	134.0	138.0	142.0	146.0	150.0	154.0	158.0	162.0	166.0	170.0	174.0	178.0	182.0	186.0	190.0	194.0	198.0	202.0
38	115.0	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0
39	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0
40	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0
41	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0
42	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0
43	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0
44	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0
45	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0
46	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0	270.0
47	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0	270.0	275.0
48	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0	270.0	275.0	280.0
49	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0														

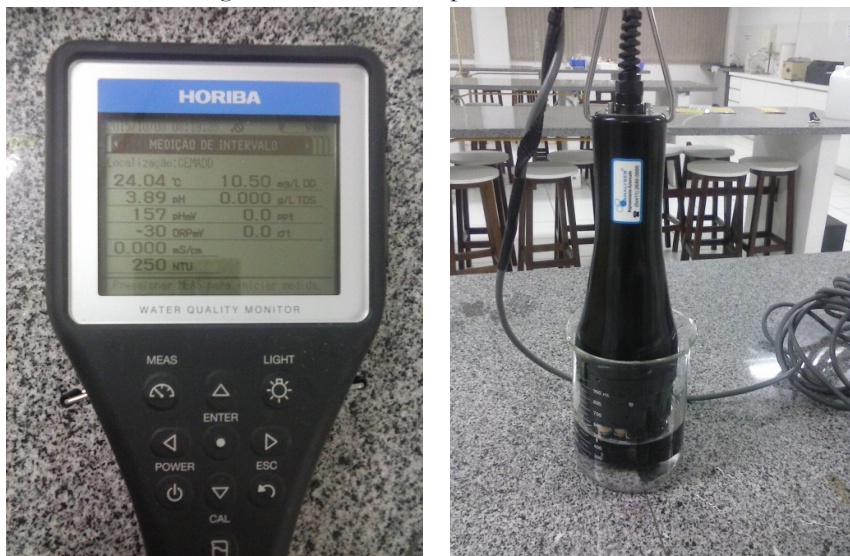
Figura 3 – Exemplo de quantificação do resultado para o teste de coliformes

Fonte: das autoras, 2015

Apenas na última campanha foi possível determinar *Escherichia coli*, pois, para tal é necessário a utilização da Câmara Escura emissora de radiação ultravioleta (que estava com defeito). Para essa avaliação, colocaram-se as mesmas cartelas usadas na determinação de coliformes totais na Câmara Escura e fez-se a contagem de quantos “quadrados” grandes e pequenos mostraram-se com coloração azul fluorescente. Os “quadrados” das cartelas que emitiram fluorescência azul evidenciaram a presença de *Escherichia coli* e foram quantificados, utilizando-se o mesmo método empregado nos coliformes totais.

Os demais parâmetros (pH, sólidos totais dissolvidos, turbidez, condutividade) foram determinados usando-se uma sonda multiparamétrica, marca Horiba (figura 4). A sonda foi programada para realizar a leitura dos dados em intervalos de tempo de 10 segundos. Para cada amostra registraram-se 10 medições. Como as amostragens foram feitas em duplicata em cada ponto, foram obtidos 20 valores de cada parâmetro. Ao final, foi realizada uma média dos resultados obtidos.

Figura 4 - Sonda multiparamétrica utilizada



Fonte: das autoras, 2015.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados médios obtidos para os parâmetros físico-químicos determinados.

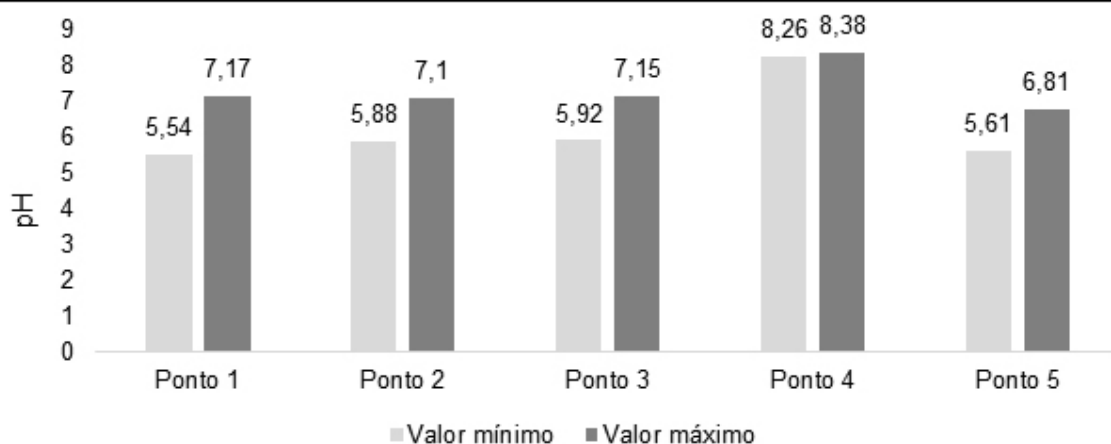
Tabela 1 – Resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos.

PONTO	PARÂMETRO			
	pH	Condutividade (mS.cm-1)	Turbidez (uT)	Sólidos totais dissolvidos (mg.L-1)
1	6,456	0,0836	35,86	54,2
2	6,46	0,0927	0	60,0
3	6,61	0,1334	0,076	86,80
4	7,276	0,186	0,080	121,000
5	6,2870	0,0895	0,0200	58,000

Fonte: das autoras, 2015.

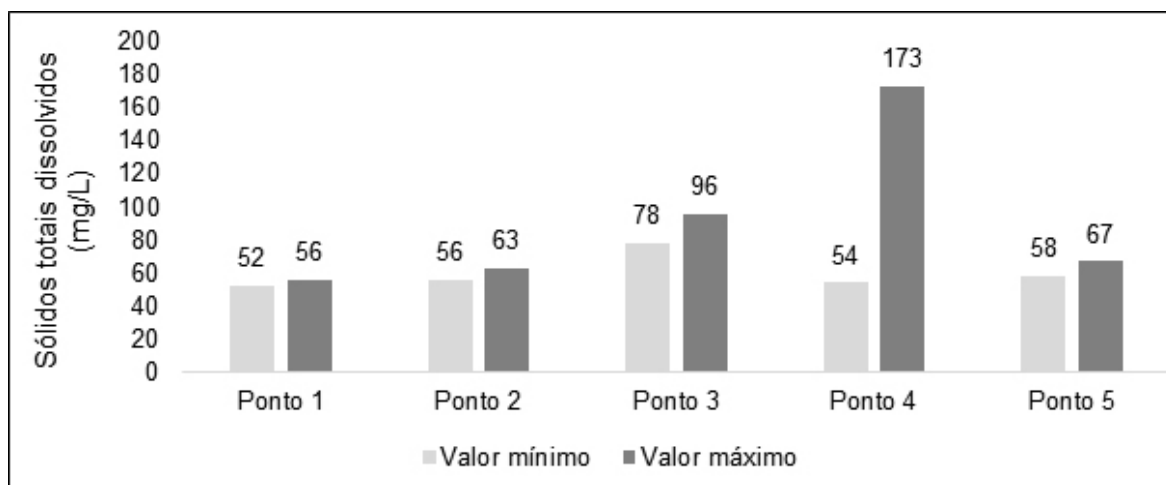
Nos gráficos a seguir (figuras 5, 6, 7 e 8) apresentam-se os valores máximos e mínimos determinados para cada parâmetro em cada ponto.

Figura 5 – Valores máximos e mínimos obtidos para o parâmetro pH



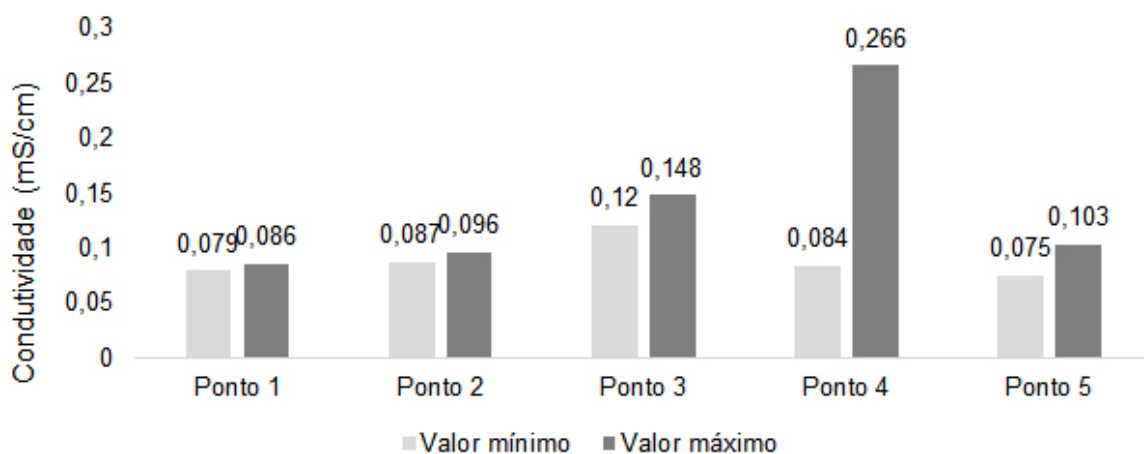
Fonte: das autoras, 2015.

Figura 6 – Valores máximos e mínimos obtidos para o parâmetro sólidos totais dissolvidos (mg.L-1)



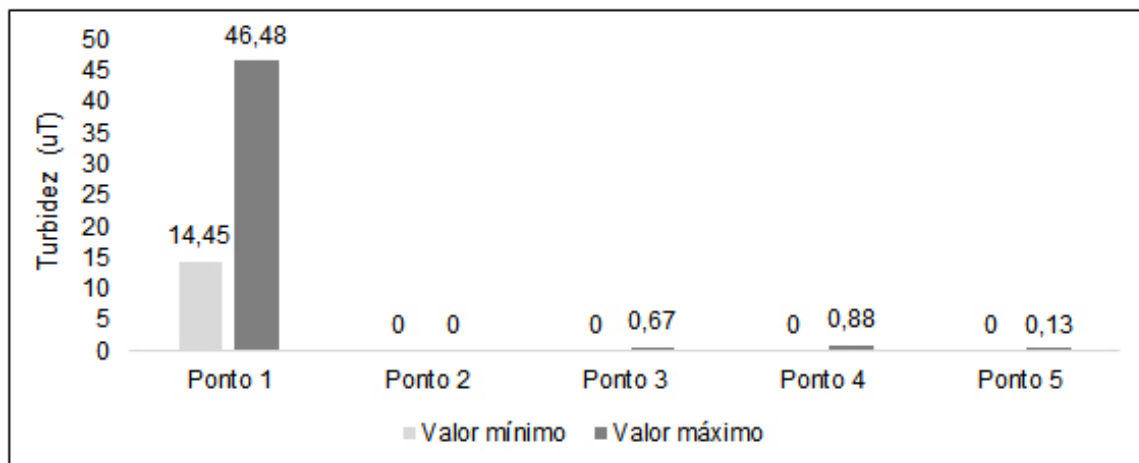
Fonte: das autoras, 2015.

Figura 7 – Valores máximos e mínimos obtidos para o parâmetro condutividade



Fonte: das autoras, 2015.

Figura 8 – Valores máximos e mínimos obtidos para o parâmetro turbidez



Fonte: das autoras, 2015.

Observa-se que para o parâmetro pH os resultados ficaram, em todas as campanhas, no intervalo entre 6,0 e 9,5 (valores preconizados por Brasil, 2011). Nota-se que houve mais resultados de pH abaixo de 7,0 do que acima desse valor. Isso é uma característica comum quando se trata de água subterrânea. Em estudo similar Paludo (2010) chegou a resultados de pH na faixa entre 7,0 e 7,3. Conforme Moura e outros (2009), o pH das águas de poços geralmente varia de 5,5 a 8,5. Assim, este parâmetro apresentou-se dentro dos limites estabelecidos para potabilidade da água e os resultados foram condizentes com os obtidos por outras pesquisas análogas.

A Portaria nº 2.914/2011 estabelece que o valor máximo permitido de sólidos totais dissolvidos na água para consumo humano deve ser de 1000mg L⁻¹ (BRASIL, 2011). Analisando os resultados mostrados na tabela 1 verifica-se que todos os pontos estão adequados em relação a esse parâmetro, inclusive com valores em torno de oito (ponto 4) a dezoito vezes (ponto 1) menores que o máximo estipulado pela portaria nº 2.914/2011.

Ainda, pela observação das figuras 6 e 7, nota-se uma evidente correlação entre os parâmetros sólidos totais dissolvidos e condutividade. É possível perceber que os aumentos nas concentrações de sólidos totais dissolvidos são seguidos por aumentos na condutividade (para o mesmo ponto considerado). Outros trabalhos consultados, que avaliaram a qualidade da água subterrânea, também constataram esta relação, em que a condutividade cresce linearmente ao aumento da concentração de sólidos totais dissolvidos (MARQUES et al., 2015; MONTEIRO; DINIZ; CORREIA FILHO, 2014; ROCHA, 2008).

Com relação à turbidez todos os pontos, com exceção do 1, mostraram resultados dentro do padrão permitido pela norma. O ponto 1 apresentou um alto valor para turbidez em todas as análises. Isso pode ser devido ao fato de que nesse ponto, a água que vem do lençol subterrâneo passa por um filtro de carvão ativado antes de chegar até a torneira. A limpeza nesses filtros deve ser periódica, caso contrário o processo de filtração pode acabar contaminando a água.

De acordo com Brasil (2011), em sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água que abasteçam populações inferiores a 20.000 habitantes, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo de coliformes totais em 100 mL de amostra. Assim, neste estudo, considerou-se como ideais as situações em que ocorreram ausência de coliformes totais.

Em relação ao parâmetro supracitado, no ponto 1 houve ausência apenas na quarta coleta e sexta coleta. Nas demais, ocorreu em baixa concentração, com 3,1 NMP/100mL na primeira coleta, 3,0 NPM/100mL, na segunda coleta, 1,0 NMP/100mL na terceira coleta e 3,1NMP/100mL na quinta coleta. No ponto 2 houve a presença de 1,0 NMP/100mL na segunda coleta e de 2,0 NMP/100mL na terceira coleta. O ponto 3 constatou-se a presença de coliformes na segunda, terceira e quinta coleta, com 686,7 NMP/100mL, 235,9NMP/100mL e 1,0 NMP/100mL respectivamente. No ponto 4 houve presença na terceira, quarta e quinta coleta, com 290,9NMP/100mL, 37,9NMP/100mL e 1,0 NMP/100mL. O ponto 5 apresentou coliformes totais em todas as coletas, com maior concentração na última coleta, onde houve um resultado de 1299,7NMP/100mL.

Para a apresentação dos resultados de coliformes, não é indicado trabalhar-se com médias aritméticas. Caso se queira calcular a concentração média de coliformes (totais e fecais), é possível usar a média geométrica. Isso porque para variáveis cujos valores variam segundo diversas ordens de magnitude, é mais conveniente o uso da média geométrica em vez da média aritmética (VON SPERLING, 2007). Dessa maneira, apresentam-se na Tabela 2 os resultados obtidos a partir da média geométrica.

Tabela 2 – Resultados médios obtidos para o parâmetro coliformes

PONTO DE AMOSTRAGEM	COLIFORMES TOTAIS (RESULTADOS MÉDIOS)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	333,34NMP/100mL

Fonte: das autoras, 2015.

A portaria nº 2.914/11, em seu Art 1º, ressalta que, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos, até que revelem resultados satisfatórios (BRASIL, 2011). Assim, recomenda-se que novas análises sejam realizadas para confirmar a suposta contaminação das águas avaliadas.

No que se refere ao parâmetro E. coli, apenas o ponto 5 apresentou resultados positivos (1119,9 NMP/100mL). Entretanto ressalta-se que esses dados não são conclusivos, uma vez que, como ressaltado na metodologia, foi possível até a data de publicação deste estudo efetuar apenas uma campanha de amostragem para a determinação desse parâmetro. Assim, é necessário um número maior de amostragens para se atestar contaminação fecal das águas estudadas. De qualquer forma, merece se destacar que existe um cemitério em cota mais elevada, próximo ao ponto de coleta 5. Assim, é possível que as alterações sentidas na qualidade da água (presença de coliformes fecais) tenha relação com essa proximidade. Porém somente com a realização de mais análises será possível confirmar essa correlação.

A Portaria 2914/11 declara que em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento, sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de E.coli e/ou coliformes termotolerantes. Assim, são necessárias novas análises, especialmente no ponto 5, visto que foram observados coliformes totais e E.coli nas águas desse poço. Esses valores apresentados mostram-se preocupantes, visto que a água não sofre nenhum tratamento

antes de ser consumida pelos usuários. Dessa maneira, investigações a respeito da origem dessa possível contaminação devem ser feitas, a fim de serem tomadas medidas corretivas e preventivas.

A partir das primeiras análises da água dos poços artesianos do município de União da Vitória e de Porto União, já foi possível observar quais dos parâmetros analisados respeitam aos padrões de potabilidade e quais infringem as imposições normativas. Assim, é possível ter um conhecimento prévio a respeito da qualidade da água desses poços. Entretanto, para que seja possível atestar contaminação e poluição, é necessário dar continuidade ao estudo, a fim de formar um banco de dados significativo.

5 CONCLUSÃO

Hoje a exploração da água subterrânea está-se tornando cada vez mais intensa, podendo esse recurso ser explorado por meio da construção de poços tubulares ou profundos. Sabe-se que a utilização dessa água, de forma irracional e sem os devidos cuidados pode causar problemas de poluição e contaminação. Aliado a esse fato, muitas pessoas utilizam águas de fontes alternativas, sem conhecer as características dessas águas, bem como sua qualidade.

Conclui-se, portanto, que é necessário conscientizar a população a respeito do consumo das águas de poços, enfatizando a importância da desinfecção antes desse uso.

Este estudo vem alertar para a necessidade de preservar os recursos hídricos subterrâneos, bem como de se ter cuidado em relação ao consumo de águas que não passam por um tratamento convencional.

Para se chegar a resultados mais conclusivos a respeito da qualidade das águas estudadas, sugere-se a continuidade das análises físico-químicas e microbiológicas por um período de tempo mais extenso e também a realização de análises de parâmetros específicos, definidos a partir do uso e ocupação do solo no entorno desses poços.

Recomenda-se que seja feita a desinfecção da água dos poços, antes de seu consumo, uma vez que os parâmetros microbiológicos foram excedidos em algumas campanhas e pontos.

6 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897: Planejamento de amostragens de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro: ABNT, 1987A.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1987. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro: ABNT.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial.** 141p. 2007. Dissertação (Pós Graduação em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo – Apêndice A**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acesso em: 12 Jan. 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidades das águas**. São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34_Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#condutividade. Acesso em: 12 Jan. 2015.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ed. 144p. Brasília, 2009.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859 p.

HENNRICH, I. **Inter-relação entre as políticas públicas e o consumo de água não tratada nas comunidades de Santa Rosa e São Pedro no município de Porto União-SC**. 2010. 109f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade do Contestado – UnC, Canoinhas, 2010.

MATOS, B.A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. 161f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) Instituto de Geociências – USP, 2001.

MARQUES, P. C. M. N. et al. Determinação de turbidez, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica da água de poços artesianos no município de Ananindeua – PA. In: ENCONTRO DE PROFIS-SIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 14., 2015. Belém. **Anais...** Belém: CRQ6, 2015.

MONTEIRO, A. B.; DINIZ, J. A. O.; CORREIA FILHO, F. L. Regressão e validação do modelo de correlação entre CE e STD: uma contribuição ao estudo do aquífero cabeças. Sudeste da bacia sedimentar do Parnaíba – PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XVIII., 2014. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABAS, 2014.

NEIRA D.F., TERRA V.T., PRATE-SANTOS R., BARBIÉRI R.S. **Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês**. *Natureza on line*, v. 6, n 1, p. 36 – 41, 2008.

ROCHA, T. S. **Avaliação da qualidade das águas dos poços tubulares da bacia do Rio do Peixe equipados com dessalinizadores, com vistas ao aproveitamento econômico dos sais de rejeito**. 2008. 96f. Mestrado (Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

VASCONCELOS, U. LIMA, M.A.G.A.; MEDEIROS, L.V.; CALAZANS, G.M.T. Evidência do anta-

gonismo entre *Pseudomonas aeruginosa* sobre bactérias indicadoras de contaminação fecal da água. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 140, p. 127-131, 2006.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 588p.