

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM QUATRO POÇOS TUBULARES NO MUNICÍPIO DE ARROIO DO MEIO - RS

Débora Stevens¹, José Rafael Wanderley Benício¹, Lucicleide Carlos Teixeira¹, Tadeu Teixeira de Souza¹, Eniz Conceição Oliveira², Eduardo Rodrigo Ramos de Santana³

Resumo: A qualidade da água é essencial para o desenvolvimento socioeconômico, com reflexos diretos sobre as condições e o bem-estar da população. Dentre os principais usos da água, o abastecimento público é o mais nobre e exigente, devendo esta ser considerada potável e atender aos parâmetros definidos pela legislação vigente, de modo a não oferecer riscos à saúde do consumidor, **já que** ela pode servir de veículo para vários agentes biológicos e químicos. O objetivo deste estudo foi verificar as condições físico-químicas e biológicas da água de quatro poços tubulares da cidade de Arroio do Meio. Para a realização do estudo foram coletadas amostras para análises físico-químicas de pH, temperatura, oxigênio dissolvido, carbono orgânico, carbono inorgânico, carbono total, sólidos totais, dureza, condutividade, cor aparente, nitrogênio total, turbidez, fluoreto, cloreto, nitrato, sulfato, fósforo e análise por microscopia direta. Os resultados obtidos mostraram-se em conformidade com as especificações estabelecidas pela Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da água para consumo humano e seus padrões de potabilidade.

Palavras-chave: Qualidade da água. Recurso natural.

INTRODUÇÃO

A água é um constituinte químico importante do planeta, visto que todas as reações físico-químicas e biológicas utilizam esse solvente para realizar funções metabólicas devido a sua "capacidade de dissolver substâncias polares ou iônicas para formar soluções aquosas" (GOMES; CLAVICO, 2005, p.3). Nesse contexto, entender a água como recurso natural necessário para o funcionamento dos ciclos biológicos constitui um exercício de cidadania, considerando o crescimento populacional em seus aspectos econômicos e sociais.

De fato, esse crescimento traz consigo a presença das novas tecnologias, novas descobertas científicas, aumento da produtividade e a expansão imobiliária e, como consequência, a produção elevada de resíduos sólidos, que "é todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato" (MONTEIRO et al., 2004, p. 25) e o uso incontrolável dos recursos naturais, como, por exemplo, a água, tornando-a o bem mais disputado por todos.

Nessa perspectiva, o crescimento da população tem gerado problemas ambientais para a manutenção da água como substância necessária à sobrevivência da vida em qualquer espaço,

1 Alunos do Mestrado do Centro Universitário UNIVATES.

2 Professora da Univates.

3 Engenheiro Químico da Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul - Fepam.

principalmente para o uso adequado desse bem aos processos referentes à saúde humana. Segundo Costa et. al. (2011), o consumo de água contaminada por agentes biológicos e físico-químicos tem levado a diversos problemas de saúde. Por isso, o Ministério da Saúde publicou a Portaria MS nº 2.419/2011 (BRASIL, 2011) para assegurar a qualidade da água a partir do padrão de potabilidade para o consumo humano, visando a minimizar os riscos de contaminação.

Cabe destacar que essa potabilidade possui relação direta com “[...] os fenômenos naturais e a atuação humana [...]” (BRASIL, 2007, p.13), tendo em vista que esta última, quando desordenada, acarreta sérios problemas de saúde pública relacionada à transmissão de doenças hídricas, considerando que o Brasil apresenta apenas 12% de água doce em comparação aos outros países (BRASIL, 2014, texto digital).

Assim, estima-se que os recursos subterrâneos de água doce no Brasil aproximam-se de 10.000.000 km³, isto é, mais de duzentas vezes o total dos recursos de água doce renovados anualmente pela chuva. Dessa forma, grande parte das reservas de água subterrânea se acumulou ao longo de séculos, ou mesmo milênios. Esses recursos únicos de água doce podem ser encontrados também em zonas desertas. De fato, a enorme quantidade de água doce existente no globo é renovada, anualmente, devido à precipitação atmosférica (STRUCKMEIER, 2008).

O sistema aquífero Guarani é o maior manancial de água doce subterrâneo transfronteiriço do mundo. Está localizado na região Centro-Leste da América do Sul, entre 12° e 35° de latitude Sul e entre 47° e 65° de longitude Oeste e ocupa uma área de 1,2 milhões de km², estendendo-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Em território brasileiro a ocorrência é de 2/3 da área total, e em 230 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, por onde passa o Aquífero, não existe saneamento básico, fator que pode provocar contaminação de suas águas (FENSTERSEIFER, 2004).

Com as demandas de crescimento populacional e a expansão das moradias em ambiente urbano e rural, observam-se possibilidades concretas em manter a qualidade da água superficial e subterrânea. Nessas condições, as águas subterrâneas brasileiras sofrem impactos negativos com a presença da poluição e contaminação que estão relacionadas com:

- Deposição de resíduos sólidos no solo: descarte de resíduos provenientes das atividades industriais, comerciais ou domésticas em depósitos a céu aberto, conhecidos como lixões [...];
- Esgotos e fossas: lançamento de esgotos diretamente sobre o solo ou na água;
- Atividades agrícolas: fertilizantes e agrotóxicos;
- Mineração: exploração de alguns minerais com ou sem utilização de substâncias químicas [...];
- Vazamento de substâncias tóxicas: vazamento de tanques em postos de combustíveis, oleodutos e gasodutos [...];
- Cemitérios: contaminação por microorganismos [...] (BRASIL, 2007, p.18-19).

Poço é definido como qualquer obra de captação de água subterrânea executada com sonda, mediante perfuração vertical (ABNT, 1992), ou ainda é entendido como toda a perfuração por meio do qual obtemos água (ZIMBRES, 2003). Segundo Feitosa e Manoel Filho (1997), de acordo com sua profundidade, eles podem ser classificados em rasos ou profundos.

Os poços profundos são aqueles perfurados com máquinas, denominadas perfuratrizes, que possuem diâmetro que varia de 10 a 30 cm, atingem profundidades de 40 a mais de 4.000 m. Em alguns casos profundidades maiores são atingidas quando se procura a produção de água aquecida pelo geotermalismo. Um poço perfurado com máquina, num aquífero livre, deve ser chamado de poço profundo ou poço tubular profundo, para se diferenciar dos poços rasos escavados manualmente.

A perfuração de um poço demanda conhecimento técnico especializado, conforme a Norma Brasileira (NBR) (BRASIL, 2006). Segundo Zimbres (2003), existem dois métodos mais utilizados na sua perfuração: percussão e rotativa. Na perfuração por percussão, a rocha é perfurada por meio da batida constante de uma ferramenta chamada de trépano. Em contrapartida, na perfuração rotativa, a perfuração se dá por meio do movimento rotatório de uma broca.

Segundo Zimbres (2003), quando se inicia o bombeamento de um poço, ocorre nele o rebaixamento do nível de água, criando um gradiente hidráulico (uma diferença de pressão) entre este local e suas vizinhanças. Esse gradiente provoca a vinda contínua de água do aquífero em direção ao poço, enquanto estiver sendo processado o bombeamento. Se o bombeamento parar, o nível de água retoma o nível original (recuperação) após certo número de horas.

De acordo com Zimbres (2000), poços tubulares são aqueles protegidos por uma camisa constituída de aço galvanizado ou geomecânicos (Policloreto de Vinila – PVC) liso ou ranhurados para aumentar a captação da coluna de água nas entradas de água descrita nos perfis geológicos. Neles são colocados pré-filtros de areia graduada.

Do ponto de vista hidrogeológico, a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo. A disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos para determinados tipos de uso depende fundamentalmente da qualidade físico-química e biológica (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

O mesmo autor ainda comenta que a água subterrânea tende a aumentar a concentração de substâncias dissolvidas, à medida que percorre os diferentes aquíferos, mas muitos outros fatores interferem, tais como: clima, composição da água da recarga, o tempo de contato água/meio físico, além da contaminação provocada pelo homem.

Do ponto de vista hidrogeológico, a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo. A disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos para determinar tipos de uso depende fundamentalmente das qualidades físico-química e biológica.

A cor é resultado das substâncias dissolvidas na água, provenientes principalmente da lixiviação da matéria orgânica. A água, em geral, apresenta uma coloração azulada quando pura e com grandes espessuras, arroxeadada quando rica em ferro, negra quando rica em manganês e amarelada quando rica em ácidos húmicos. Geralmente, para ser potável, a água não deve apresentar nenhuma cor de considerável intensidade (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

A turbidez ou turvação da água é causada por diversos materiais em suspensão, de tamanho e natureza variados, tais como: lamas, areias, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, compostos corados solúveis, plâncton e outros organismos microscópicos. A presença desses materiais em suspensão numa amostra de água causa a dispersão e a absorção da luz que atravessa a amostra, em lugar da sua transmissão em linha reta. A turbidez é a expressão dessa propriedade óptica e é indicada em termos de unidades de turbidez (*Nephelometric Turbidity Unit* – NTU). É medida por meio do turbidímetro, comparando-se o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra e com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar pela amostra com o espelhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espelhamento maior será a turbidez.

O pH é a medida da concentração de íons H^+ na água (potencial hidrogeniônico). O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido (OH^-) determinam quão ácida ou básica ela é. A faixa de pH varia de 0 a 14. Se predominar o hidrogênio, a água é ácida (pH abaixo de 7). Se predominarem as hidroxilas, ela é básica ou alcalina (pH acima de 7). Um estado de neutralidade ou de equilíbrio da água ocorre se o pH for igual a 7. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5 (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

A dureza da água é causada pela presença de sais minerais dissolvidos, primariamente cátions bivalentes, incluindo cálcio, magnésio, ferro, estrôncio, zinco e magnésio. Os íons de cálcio e magnésio são normalmente os únicos presentes em quantidades significativas; portanto, a dureza é geralmente considerada como uma medida do teor em cálcio e magnésio na água.

A alcalinidade relaciona-se com a dureza porque a fonte mais habitual de alcalinidade são as rochas de carbonatos (calcário), que são sobretudo CaCO_3 . Dessa forma, se o percentual de alcalinidade de CaCO_3 for maior, a dureza da água é praticamente igual à alcalinidade, expressa em CaCO_3 .

Uma água dura (pesada) contém carbonatos metálicos, sobretudo CaCO_3 , e por isso, tem alcalinidade elevada. Inversamente (a menos que os carbonatos sejam de sódio e/ou potássio, que não contribuem para a dureza), uma água leve (macia) também tem alcalinidade baixa e baixa capacidade de tamponamento, ficando mais susceptível a contaminações ácidas, naturais ou antropogênicas (HAMMER, 1979).

A dureza de uma água é proporcional à presença de sais de cálcio e magnésio, podendo ser temporária, devido à presença de bicarbonato de cálcio e magnésio, ou permanente, quando originada por cloretos, sulfatos e nitratos de cálcio e magnésio. Esses sais em ordem decrescente de abundância na água são bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos. A dureza temporária resiste à ação dos detergentes e provoca incrustações, sendo indesejável por causar danos à saúde, como efeitos laxativos e prejuízos nas indústrias (BRASIL, 2004).

A utilização de água dura pode estar relacionada com a incidência de algumas doenças, como eczema atípico (PENA et al., 2007), e a presença de alguns metais, como ferro, alumínio, zinco e manganês, que podem contribuir para o aparecimento da dureza da água, podendo ser tóxicos em altas concentrações (LAGGER, 2000).

O carbono orgânico total é a concentração de carbono orgânico oxidado a CO_2 , em um forno a alta temperatura, e quantificado por meio de analisador infravermelho. Existem dois tipos de carbono orgânico no ecossistema aquático: carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico dissolvido (COD). A análise de COT considera as parcelas biodegradáveis e não biodegradáveis da matéria orgânica, não sofrendo interferência de outros átomos que estejam ligados à estrutura orgânica, quantificando apenas o carbono presente na amostra. O carbono orgânico em água doce origina-se da matéria viva e também como componente de vários efluentes e resíduos. Sua importância ambiental deve-se ao fato de servir como fonte de energia para bactérias e algas, além de complexar metais. A parcela formada pelos excretos de algas cianofíceas pode, em concentrações elevadas, tornar-se tóxica, além de causar problemas estéticos. O carbono orgânico total na água também é um indicador útil do grau de poluição do corpo hídrico (PARON, 2011).

A fluoretação da água é um método reconhecido na prevenção da cárie dentária, desde que utilizada na concentração ideal para cada região, de acordo com as médias das temperaturas máximas locais. Entretanto, pode constituir um fator de risco para a saúde humana se os níveis de flúor ultrapassar os valores recomendados pela legislação pertinente (BUZALAF et al., 2003).

A garantia dos níveis de flúor dentro das concentrações ideais é considerada importante medida de saúde pública para a proteção desejada contra a cárie, sem ocorrerem riscos de fluorose, que é resultado de uma elevada concentração de íon fluoreto, responsável pelo desfiguramento do esmalte, causando manchas nos dentes. Em virtude dos estreitos limites entre a inocuidade do flúor e sua nocividade à saúde humana, faz-se necessária uma atenção contínua para o controle desses valores na água potável (BUZALAF et al., 2003).

Sólidos na água correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura preestabelecida durante um tempo fixado.

Esse dado consiste em uma informação preliminar importante, uma vez que o excesso de sólidos na água pode causar alterações de gosto e problemas de corrosão (SARDINHA, 2008).

Existe um grande número de formas vivas (vegetais e animais) na água. Os micro-organismos aquáticos são importantes, basicamente, para a manutenção deste ecossistema que atua nos processos de depuração dos despejos, e sua associação com as doenças ligadas à água (SPERLING, 1996).

A água potável não deve conter micro-organismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo é a espécie *Escherichia coli* (BRASIL, 2004).

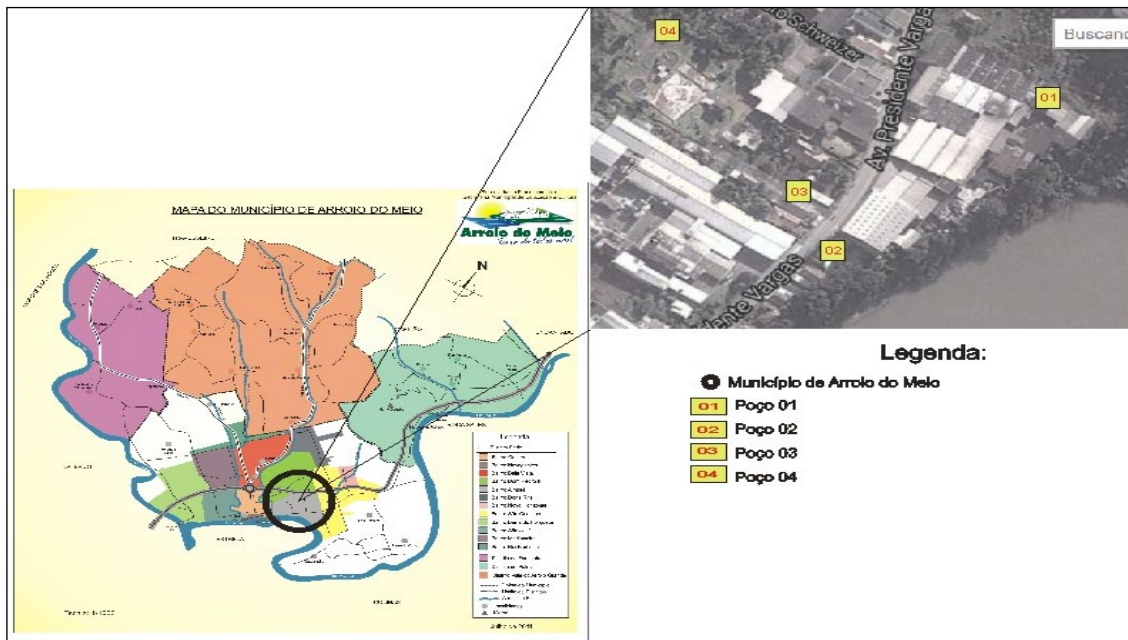
O objetivo deste trabalho foi analisar os parâmetros físico-químicos das águas de quatro poços tubulares da cidade de Arroio do Meio/RS e compará-los com a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo visou a avaliar a qualidade físico-química da água de quatro poços tubulares localizados no bairro Amoré, município de Arroio do Meio, interior do Rio Grande do Sul (FIGURA 1). Esses poços apresentam em sua estrutura diâmetro entre 15 e 40 cm e atendem uma demanda industrial.

Os poços de coleta da água foram identificados por P01, P02, P03 e P04, a partir das Coordenadas Geográficas, Coordenadas Planas e Vasão, conforme Quadro 1. Para a coleta do material para análise, foi realizada a desinfecção das torneiras com álcool 70 °GL, e permitiu-se que permanecessem abertas por aproximadamente dois minutos. Após o procedimento de coleta, os frascos foram acondicionados em caixas de material isotérmico e transportados imediatamente ao Laboratório do Centro Universitário UNIVATES. As análises foram realizadas conforme metodologia oficial (APHA, 2005). Para os ensaios físico-químicos foram utilizados 1L de água em frasco de vidro âmbar coletados por meio do medidor do nível de água (FIGURAS 2; 3)

Figura 1- Limites da área de estudo e sua localização no município de Arroio do Meio



Fonte: Dos autores (2014).

Quadro 1 – Localização dos poços tubulares de onde foram coletadas as amostras de água para análise em 2014

Amostra	Coordenadas geográficas	Coordenadas planas	Vazão (m ³ /dia)
Poço 01	29°23'43''S 51°55'32''W	6.747.852N 410.191E	96
Poço 02	29°23'47''S 51°55'36''W	6.747.729N 410.077E	368
Poço 03	29°23'44''S 51°55'37''W	6.747.822N 410.049E	100
Poço 04	29°23'4''S 51°55'42''W	6.747.907N 409.926E	192

Fonte: Dos autores (construída em 2014 a partir de dados do GPS).

Figura 2 - Poço tubular utilizado para a coleta de 1L de água para análise em laboratório



Fonte: Dos autores (2014).

Figura 3 -Medidor do nível de água utilizado para coleta da água realizada em Arroio do Meio/RS



Fonte: Dos autores com tiragem em 2014.

As análises físico-químicas realizadas foram: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, carbono orgânico, matéria orgânica, sólidos totais, dureza, condutividade, cor aparente, turbidez, fluoreto, cloreto, nitrato, sulfato, brometo, fósforo e microscopia direta.

Assim, utilizaram-se os equipamentos: turbidímetro Digimed HANNA modelo HI 93703C; medidor de pH digital Digimed, modelo DM-20; condutivímetro OKTON CON5 Acron Series; manta de aquecimento Velp Científica RC2; manta de aquecimento Velp Científica ARE; estufa Quimis Q-317B-32; balança analítica - Marca Bel Engineering Modelo Mark 210^a, POPFQ - UNI406, Rev. 7, usando método 4500-B.5 e 4500-E., marca Shimadzu; e equipamento TO-VCPH de acordo com as normas (ALPHA, 1998).

O teste tradicional para a determinação da dureza envolve o ajuste do pH a $10,0 \pm 0,1$, com um tampão amônio, e a adição de indicador negro de eriocromo T (EBT), para titulação com uma solução 0,01 mol/L de Na₂EDTA (sal bi-sódico de ácido etilendiaminotetracético – EDTA). O EDTA forma um complexo quelato solúvel quando adicionado à solução de certos cátions metálicos. Estando presente uma pequena quantidade do indicador numa solução que contenha Ca²⁺ e Mg²⁺, a pH = $10,0 \pm 0,1$, a solução adquire a coloração vermelho tinto. Com a adição de EDTA, o cálcio e o magnésio são complexados. Quando todo o cálcio e o magnésio forem complexados, a solução altera de vermelho tinto para azul, marcando o fim da titulação (APHA, 2005).

A medição dos sólidos totais foi importante para definir as condições ambientais baseadas nas premissas de que esses sólidos podem causar danos à vida aquática em geral. Os sólidos totais são o resíduo que resta após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105°C até peso constante.

Para a determinação dos indicadores biológicos, utilizou-se o sistema de microscopia direta para a identificação específica de micro-organismos patogênicos à saúde humana, em água natural ou tratada (BRASIL, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011) estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e define que a Turbidez encontrada não deve exceder 5 uT. Todas as amostras avaliadas apresentaram resultados de acordo com a legislação vigente (TABELA 1).

A Tabela 1 mostra os resultados do teste para pH, estando todas as amostras dentro do permitido para consumo, uma vez que o pH ideal deve ser de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2011). Esse parâmetro não traz riscos sanitários, mas deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento, preservar as tubulações contra corrosão ou entupimento e também por auxiliar no controle da desinfecção (BRASIL, 2004).

A Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011) estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e define que a quantidade de dureza encontrada não deve exceder 500 mg/L. Todas as amostras avaliadas apresentaram resultados de acordo com a legislação vigente. A mesma portaria estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e define que a quantidade de fluoreto encontrada não deve exceder 1,5 mg/L. Podem-se visualizar na Tabela 1 os resultados do teste para sólidos totais, encontrando-se todas as amostras dentro do permitido para consumo. Ainda, essa portaria define que a quantidade de sólidos totais encontrada na água potável não deve exceder 1000 mg/L.

Em relação aos indicadores biológicos, todas as amostras analisadas estavam de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2006), pois não foram detectadas a presença de coliformes totais nem *E. coli* (TABELA 1). Amostras destinadas ao consumo humano não podem apresentar coliformes totais e *E. coli* (BRASIL, 2011).

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados nas amostras de água de poços tubulares de Arroio do Meio/RS em 2014

Análise	Portaria	Poço 01	Poço 02	Poço 03	Poço 04
Profundidade (m)	-	26,5	24	54	72
pH	-	6,51	6,98	7,07	6,83
Temperatura (°C)	-	24,8	23	24,2	25
Oxigênio Dissolvido (mgL ⁻¹)	-	7,1	6,9	6,0	7,0
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	-	5,0820	0,4228	0,1558	0,3396
Microscopia direta	-	Vários Paramecium sp. Matéria orgânica dissolvida	Vários Paramecium sp. Matéria orgânica dissolvida	Matéria orgânica dissolvida	Presença de microalgas
Carbono Orgânico (mg L ⁻¹)	-	24,28	29,04	19,35	19,24
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	1000 mgL ⁻¹	40,63	39,04	40,26	41,19
Dureza (mg L ⁻¹)	500 mg L ⁻¹	242,40	63,29	124,57	158,23

Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	-	416,0	242,1	378,2	418,0
Cor Aparente (uH)	15	9,0	0,0	0,0	0,0
Turbidez (NTU)	Máximo 5	3,6	0,02	0,02	0,02
Fluoreto (mg L^{-1})	1,5 mg/L	0,125	0,090	0,092	0,083
Cloreto (mg L^{-1})	-	30,132	13,477	69,776	41,625
Nitrato (mg L^{-1})	-	6,805	0,485	0,245	0,438
Sulfato (mg L^{-1})	-	87,661	4,209	9,413	78,194
Brometo (mg L^{-1})	-	ND	ND	0,165	0,198
Fósforo (mg L^{-1})		0,12	0,17	0,24	0,26

* ND significa que não foi detectado o item na amostra analisada.

Fonte: Dos autores, construída em 2014 a partir das análises realizadas no laboratório da Univates/RS.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos possibilitam inferir que as amostras de água dos quatro poços tubulares analisados podem ser consideradas próprias para consumo humano, segundo os critérios avaliados neste estudo. Os poços analisados são utilizados para fins industriais, visto que, havendo a necessidade para o consumo humano, eles deverão ser clorados com o teor mínimo de $0,5 \text{ mgL}^{-1}$, conforme a portaria nº2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Este estudo fornece uma pequena representação da qualidade da água destes poços tubulares, e para obtenção de valores mais confiáveis, faz-se necessário um estudo mais aprofundado, com coletas mensais de várias amostras, por um período maior.

REFERENCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Construção de poço para captação de água subterrânea.** NBR 12224. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-12.244-Construc%C3%A3o-de-po%C3%A7o-para-capta%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-subterr%C3%A2nea.pdf>>. Acesso em: agosto de 2014.

APHA, American Public Health Association; **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** 21st ed, American Public Health Association: USA, 2005.

APHA, Standard Methods for the water and Wastewater. American Public Association, American Water works. Association, Water Environmental Federation, 20

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Água. Brasília - DF, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua>>. Acesso em: abril, 2014.

_____. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF, p. 213, 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília - DF, 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/167/_publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf>. Acesso em: abril, 2014.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, DF, 2005.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**, Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files-mf/eng-analAgua.pdf>>. Acesso em: fev. 2014.

BUZALAF, M. A. R et al. The effect of domestic water filters on the water fluoride level of the public water supply in Bauru, Brasil. *J Dent Children*, v. 70, p. 227-30, 2003.

COSTA, O. L. et al. Análise da qualidade da água de quatro fontes naturais do Vale do Taquari/RS, *Revista destaques acadêmicos*, ano 3, n. 4, 2011 - Cetec/Univates. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/247/204>>. Acesso em jan 2014.

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia – Conceitos e Aplicações, Fortaleza, CPRM, UFPE 389p, 1997.

FENSTERSEIFER, H. **Aquífero Guarani. A Notícia**. No 6.558. São Luiz Gonzaga, 5 e 6 de junho de 2004.

GOMES, A S.; CLAVICO E. **Propriedades Físico-Químicas da Água**. Universidade Federal Fluminense. Departamento de Biologia Marinha. 2005. Disponível em <<http://www.uff.br/ecosed/PropriedadesH2O.pdf>>. Acesso em: fev. 2014.

LAGGER, J.R.; MATA, H.T.; PECHIN, G.H; LARREA, A.T.; OTRSKY, R.N.; CESAN, R.O.; CAIMIER, A.G.; MEGLIA, G.E.L A importância de calidad del agua em producción lechera. *Veterinária Argentina Facultad de Ciencias Veterinária, UNL Pam, La Pampa*, v.17, n165, p.346-354, 2000. Disponível em: <<http://www.produccion-animal.com.ar/agua-bebida/32-calidad-agua-en-produccion-lechera.pdf>>. Acesso em 25 de janeiro de 2014.

MONTEIRO, José Henrique Penido; FIGUEIREDO, Carlos Eugênio Moutinho; MAGALHÃES, Antônio Fernando; et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 14 Jan. 2014.

PARRON, M.L.; MUNIZ, D.H.F; PEREIRA, C.M. Manual de procedimentos de amostragem e análises físico-química de água, EMBRAPA, Agosto, 2011.

PENA, A.A.; BLASCO, J.B.; BARBERA, J.P; CIVERA, A.A; CRUANES, J. B. C; SA, M.R.P.; VAZQUZ, J.L.V.; DAUDER, C. F. **Dureza del agua de consumo doméstico y prevalência de ezcema atópico em escolas de Castellon, España. Salud Pública de México, Cuernavaca**, v.49, n4, jul/ag. 2007. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/scielo.php?>>. Acessado em: jan. 2014.

SARDINHA, D.S.; CONCEIÇÃO, F.T.; SOUZA, A.D.G.: Silveira, A; JULIO, M.D.; Gonçalves, J.C.S.I. **Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio**, Leme (SP). Engenharia sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.329-338 jul/set.2008.

SPERLING, M.V. Noções de qualidade das águas. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2.ed. Belo Horizonte; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- UFMG, v.1.cap.1, p11-51.1996.

STRUCKMEIER, W. **Água subterrânea – reservatório para um planeta com sede?** Fotografias de Ted Nield. Tradução Braga Pangeo. In: CONFERÊNCIA PLANETATERRA, CIÊNCIAS DA TERRA PARA A SOCIEDADE, 2008, Lisboa. 16p. Disponível em: <http://www.yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura2_web.pdf>. Acesso em: nov. 2010.

ZIMBRES, E, **Guia avançado de águas subterrâneas**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em <<http://meioambiente.pro.br/agua/guia>>. Acesso em: jan. 2014.