

KASSIÉLI MARTIORI

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS RASOS NO
INTERIOR DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU DO SUL – SC, UM
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como
requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia
Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof^o Dr. Marlon Luiz Neves da Silva

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e
aprovado pela banca em: 04 / 12 / 2015

BANCA EXAMINADORA

Marlon L. N. da Silva
Prof^o Me. Marlon Luiz Neves da Silva – UFFS

Rosiléa
Prof^o Dr. Rosiléa Garcia França – UFFS

Arlindo Cristiano Felipe
Prof^o Dr. Arlindo Cristiano Felipe – UFFS

Análise da qualidade de água de poços rasos no interior do município de Caxambu do Sul - SC, um estudo de caso.

Kassiéli Martiori¹
Marlon Luiz Neves da Silva²

Resumo

Neste artigo foi proposto verificar a qualidade da água de poços rasos no interior do município de Caxambu do Sul, através da determinação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, seguindo as orientações da American Public Health Association (APHA), comparando os parâmetros obtidos com a Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011, verificando assim a potabilidade dessas águas. Foram realizadas três coletas em seis poços da região, denominados poço raso 1, 2, 3, 4, 5 e 6. As análises consistiram na avaliação, em duplicata, dos parâmetros relacionados à condutividade elétrica, turbidez, pH, alcalinidade, acidez, dureza, cloretos, coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*). Os resultados obtidos se mostraram, em sua maioria, em conformidade com a legislação vigente, exceto para os parâmetros referentes ao pH, coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*). Os valores encontrados para o pH de todos os poços, variaram de 4,8 a 5,6, ou seja, fora do intervalo exigido pela portaria, que considera entre 6,0 e 9,5 ideal para consumo humano. Já para os parâmetros biológicos, os resultados foram positivos em 100 mL de amostra, para os poços rasos 1, 2, 3, 4 e 6, tornando assim o consumo dessas águas impróprias, devido ao risco que a mesma apresenta a saúde humana. Apenas para o poço raso 5, os resultados mostraram-se negativo, ou seja, dentro dos parâmetros de potabilidade exigidos. A partir desses resultados é necessário buscar alternativas e técnicas para o melhoramento da qualidade da água em questão, evitando assim possíveis problemas de saúde a população consumidora.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Parâmetros de potabilidade. Zona rural.

Introdução

A água é o mais importante e abundante bem natural que existe no mundo e que desempenha um papel crucial no surgimento e desenvolvimento das diferentes formas de vida existentes na Terra. Além disso, a qualidade de vida dos seres humanos está diretamente relacionada à água, sendo esta utilizada no preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios, além de ser o elemento essencial para a manutenção e funcionamento adequado do organismo humano (ROCHA et al., 2011, p.28 e BRAGA et al., 2005, p.79).

No entanto, apesar de haver grande quantidade de água no planeta, somente uma pequena porção se encontra disponível. Todavia, a disponibilidade de água diz respeito não somente a quantidade, mas também a qualidade em que ela se encontra, se a mesma possui condições adequadas para suprir as necessidades de um dado conjunto de seres vivos, sem que lhes cause qualquer tipo de dano (BRAGA et al., 2005, p. 73).

De acordo com Rocha (2011, p. 28), o ser humano possui uma falsa ideia de que a água é um recurso natural ilimitado, ou seja, independente do que aconteça ela sempre existirá

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental, da Universidade Federal da Fronteira Sul – kassieli.mr@gmail.com

² Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul – marlon.uffs@gmail.com

e estará suprindo as necessidades humanas, dessa forma não tomam os devidos cuidados e conseqüentemente acabam por poluir cada vez mais os mananciais, gerando assim, águas de má qualidade.

Para efeito de diferenciação, conforme a Superintendência de Recursos Hídricos (2015), as águas subterrâneas são entendidas como águas que se infiltraram no solo e que por meio da ação da gravidade migraram para áreas mais profundas do subsolo, enquanto as águas superficiais são águas que se acumulam ou escoam pela superfície do solo.

Na área rural, a água utilizada pelos moradores, na maioria das vezes é proveniente de águas subterrâneas extraídas através de poços rasos, as quais são consideradas por estes, devido à capacidade filtrante do solo, como águas seguras para o consumo ao estado natural, ou seja, aptas para o consumo sem tratamento prévio (YATES et al., 1985 apud AMARAL, 1994, p. 1 e PAULI et al., 2013, p.2).

No entanto, estudos mostram que diversas contaminações antrópicas e naturais já foram encontradas nessas águas, pois, de modo geral a água possui a característica de incorporar a si as diversas impurezas que encontra pelo caminho. Desta forma, segundo Sperling (2005, p.15) pode-se dizer que a qualidade da água depende das condições naturais do meio em que ela se encontra, ou seja, seus parâmetros variam de acordo com o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Também, para Amaral et al. (2003, p. 511) e Stukel et al. (1990 apud AMARAL et al., 2003, p. 511), essas fontes de abastecimento de água (poços rasos), são fontes bastante propícias a contaminação, tendo em vista que as áreas rurais geralmente possuem menor acesso às medidas de saneamento básico, além de captarem muitas vezes a água em poços antigos, mal vedados e localizados perto de fossas. Além disso, essas áreas realizam intensas atividades agrícolas, como plantio e a criação de animais, as quais afetam diretamente a qualidade da água devido à alta taxa de efluentes e dejetos despejados diretamente nos solos. Estes, com a ajuda das chuvas se infiltram e acabam contaminando as águas tanto superficiais como subterrâneas, potencializando assim, o risco de possíveis casos de doenças de veiculação hídrica nessas áreas. Por isso é importante que se conheça as características da água, através de análises, para verificação de sua potabilidade a fim de que sua utilização não se torne prejudicial à saúde humana.

Dentre os parâmetros analisados na verificação da qualidade da água subterrânea, existem os de ordem física - relacionados à condutividade elétrica, cor, turbidez, sabor e odor; os de ordem química - relacionados ao potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, acidez, dureza, cloretos, dentre outros; e os parâmetros de ordem biológica - relacionados a coliformes totais e coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Todos esses parâmetros devem ser analisados cuidadosamente, visando à boa qualidade da água a ser consumida (SPERLING, 2005, pg. 45). Ainda segundo Sperling (2005, pg. 27-29) dentro dos parâmetros físicos, a condutividade elétrica, assim como a cor e a turbidez, não apresentam risco à saúde humana, excluindo o fato de que os sólidos em suspensão na turbidez possam servir de abrigo para microrganismos patogênicos, no entanto são esteticamente desagradáveis ao ponto de vista dos consumidores, os quais podem questionar sua confiabilidade.

No que diz respeito aos parâmetros químicos, o pH, também não tem implicações em termos de saúde pública, no entanto, de acordo com seu valor, pode causar corrosividade em tubulações (quando baixo) e incrustações nas mesmas (quando alto). Do mesmo modo a alcalinidade, a acidez, a dureza e os cloretos não apresentam significado sanitário para a água potável, mas podem conferir em elevadas concentrações sabor amargo (alcalinidade) e salgado (cloretos) para a mesma. No caso da dureza, além do sabor desagradável, pode também haver efeitos laxativos diante de altas concentrações (SPERLING, 2005, pg. 30-40).

De modo geral, os parâmetros de ordem biológica são os mais preocupantes, pois, segundo Lima e Kollnberger (1998 apud JUSTEN et al., [2008?], pg.1) a água contaminada,

principalmente por microrganismos patogênicos excretados nas fezes humanas e de animais, pode veicular um elevado número de doenças, destacando-se as diarreias e disenterias (criptosporidiose, diarreia por *Escherichia Coli*, diarreia por rotavírus, salmonelose, disenteria bacilar, giardíase, cólera, balantíase, disenteria amebiana, enterite campylobacteriana), febre tifóide e paratifóide, poliomielite, hepatite A, leptospirose, ascaridíase e tricuriase.

Portanto, segundo Gazola (2008, pg.20) é considerada água potável, somente aquela água que pode ser consumida de forma que não haja rejeição ao consumo e que seus parâmetros físicos, químicos e principalmente microbiológicos não causem riscos à saúde humana. Ou seja, a água não deve conter substâncias nocivas ou tóxicas ao homem e menos ainda microrganismos patogênicos.

Com relação aos aspectos que tornam a água aceitável pela população, estes são estabelecidos com bases em critérios estéticos e organolépticos (gosto e odor), já que na avaliação da qualidade da água, os consumidores confiam principalmente em seus sentidos. Desse modo, esses critérios devem ser atendidos de modo a evitar que os consumidores busquem outras fontes de abastecimento, com aspecto limpo, porém eventualmente menos seguras, apresentando risco à saúde, já que, nem sempre os constituintes da água afetam sua aparência, odor ou gosto (ALVES et al., [2008?], pg.2).

Devido a isso, e pensando no bem estar da saúde humana, foram criadas no Brasil algumas resoluções e portarias que versam sobre a classificação e qualidade da água. Como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências; a Resolução CONAMA nº 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005; e a Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, trazendo os VMP - valores máximos permitidos, ou concentração limite estabelecidos para cada parâmetro (BRASIL 2008; BRASIL 2011; BRASIL 2011).

Desse modo, tendo em vista a grande confiança existente, por parte das pessoas que moram nessas áreas rurais, em relação à boa qualidade das águas de poços rasos, surge a necessidade e a relevante importância da realização desse estudo, pois possivelmente esta qualidade não se verifique na prática. Além disso, quando analisados os parâmetros da potabilidade dessas fontes de abastecimento, tem-se um parecer da real situação, colaborando assim para que os consumidores se façam cientes das particularidades da água que estão ingerindo e possam a partir disso, se necessário, buscar alternativas e técnicas para o melhoramento da qualidade da água em questão.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é analisar a qualidade de água de poços rasos no interior do município de Caxambu do Sul, examinando os parâmetros físicos, químicos e biológicos, verificando através da portaria vigente a potabilidade dessas águas.

Metodologia

As coletas para análise foram feitas no interior do município de Caxambu do Sul, mais especificamente na comunidade de Linha Laranjeira. Na comunidade foram selecionadas todas as propriedades que fazem uso de água de poços rasos como fonte de abastecimento, tanto para o consumo como para os demais usos domésticos, contabilizando um total de seis poços rasos, os quais possuem até 20 metros de profundidade e foram denominados como poço raso 1, 2, 3, 4, 5 e 6, conforme mostra a Figura 01.

Figura 01 – Locais de coleta das amostras, por imagem de satélite.



Fonte: Google My Maps, 2015.

Coleta das amostras

No total foram realizadas três coletas em cada um dos seis pontos, no período compreendido entre os meses de setembro e outubro de 2015, com a utilização de frascos devidamente higienizados (para as análises físico-químicas) e frascos específicos previamente esterilizados em autoclave da marca PHOENIX LUFERCO, modelo AV-75 a 120 °C durante 25 minutos (para as análises microbiológicas).

Durante toda a coleta foram utilizadas luvas no manuseio dos equipamentos, diminuindo assim, o risco de possíveis contaminações das amostras.

Conforme determina o Manual Prático de Análise de Água, no local de coleta de cada amostra, as torneiras foram limpas com um pedaço de algodão embebido em álcool tanto interna como externamente, posterior a isso as mesmas foram abertas por um período de aproximadamente 5 minutos para que se pudesse eliminar a água da canalização remanescente, sendo então, feita a coleta da amostra. Após coleta, as amostras dos seis poços foram colocadas ao abrigo da luz, sendo devidamente identificada no frasco com o número da amostra correspondente ao ponto coletado e no mesmo instante foi preenchida a ficha correspondente ao ponto de coleta, com data e temperatura da amostra no momento. Por fim, as amostras foram acondicionadas em uma caixa térmica para posterior transporte até os laboratórios de Química e Microbiologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus de Chapecó, locais onde foram realizadas as análises (BRASIL, 2009, pg.16).

Análise dos parâmetros

Nas 18 análises foram avaliados os parâmetros relacionados à temperatura, condutividade elétrica, turbidez, pH, alcalinidade, acidez, dureza, cloretos, coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*), sendo que em todas elas a verificação dos parâmetros ocorreu em duplicata, desse modo, tendo uma maior confiabilidade nos resultados.

Os parâmetros para análise foram escolhidos de acordo com a exigência da Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011, e de acordo com a existência dos aparelhos/materiais no Laboratório de Química e Microbiologia da UFFS, bem como pela disponibilidade de reagentes necessários para a realização das análises nos mesmos.

Para a verificação das temperaturas das amostras, logo após a coleta, se fez uso de um termômetro analógico de vareta da marca 3B, modelo U40915, devidamente higienizado com

álcool 70 % (v/v), o qual foi inserido na amostra de água e aguardado até que ocorresse sua estabilização. Após estabilização da temperatura, foi possível verificar a mesma, através da leitura direta no termômetro em graus Celsius (°C) (BRASIL 2009).

Para verificação da condutividade elétrica, foi utilizado um béquer de 50 mL e um condutivímetro da marca GEHAKA, modelo CG-1800. O aparelho foi ligado 30 minutos antes de sua utilização para que ocorresse sua estabilização. Em seguida a célula de condutividade foi lavada com água destilada e foi introduzida no béquer contendo a amostra (devendo a célula eletrolítica estar totalmente imersa), após imersão na amostra verificou-se a leitura da condutividade no visor do condutivímetro (em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, em que S= Siemens) (LAURENTI, 1997, pg. 33).

A turbidez foi analisada com um turbidímetro da marca POLICONTROL, modelo AP-2000 iR, pelo método nefelométrico. O turbidímetro foi anteriormente calibrado com a utilização das soluções padrão que o acompanham. Em seguida as amostras foram introduzidas em uma cubeta no orifício de medida do aparelho, podendo ser feita assim, a leitura diretamente no visor do mesmo (em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT)) (LAURENTI, 1997, pg. 42).

O pH das amostras foi verificado pelo método potenciométrico, utilizando um instrumento chamado pH-metro, marca MS TECNOPON e modelo Mpa-210. Para proceder com a leitura, o aparelho foi ligado e após sua estabilização térmica e elétrica, os eletrodos foram lavados com água destilada e secos com papel absorvente, para que se pudesse fazer a calibração com solução tampão, de pH conhecido. Após calibração, os eletrodos foram novamente lavados com água destilada, sendo então introduzidos na amostra, desse modo, possibilitando a verificação da leitura de pH no visor do pH-metro (LAURENTI, 1997, pg.37; BRASIL 2009 pg. 49).

Para a determinação da alcalinidade total foi utilizado o método de titulação com ácido sulfúrico (H_2SO_4), da marca VETEC, grau de pureza 95 a 99 %. A análise se procedeu com a adição de três gotas da solução indicadora de alaranjado de metila, marca VETEC, em um erlenmeyer contendo 100 mL de amostra. Em seguida, se fez a titulação com o auxílio de uma bureta, gota a gota, contendo uma solução de ácido sulfúrico com normalidade de 0,0210 N, até que se observasse a mudança de coloração da solução (de amarelo para laranja), anotando então o volume de ácido sulfúrico gasto da bureta, tendo a alcalinidade calculada através da equação 1:

$$\text{Alcalinidade (mg}\cdot\text{L}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = \frac{V_{\text{H}_2\text{SO}_4}(\text{mL}) \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 50\,000}{V_{\text{amostra}}(\text{mL})} \quad (\text{Equação 1})$$

onde N é a normalidade do ácido sulfúrico (LAURENTI, 1997, pg. 55).

Assim como na análise da alcalinidade, para a determinação da acidez também foi utilizado o método de titulação, nesse caso com hidróxido de sódio (NaOH), marca ALPHATEC, grau de pureza 99 %. A análise se constituiu em adicionar três gotas da solução indicadora de fenolftaleína, marca VETEC, em um erlenmeyer contendo 100 mL de amostra, a qual permaneceu incolor após adição. Em seguida, se fez a titulação com o auxílio de uma bureta, gota a gota, contendo uma solução de hidróxido de sódio 0,0182 N, até que se observou a mudança de coloração (de incolor para rosada), anotando o volume de base gasto na bureta, tendo então, a acidez determinada pela equação 2:

$$\text{Acidez (mg}\cdot\text{L}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = \frac{V_{\text{NaOH}}(\text{mL}) \times N_{\text{NaOH}} \times 50\,000}{V_{\text{amostra}}(\text{mL})} \quad (\text{Equação 2})$$

onde N é a normalidade do hidróxido de sódio (LAURENTI, 1997, pg.59).

Para a determinação da dureza total da água foi utilizado o método de volumetria de complexação, cujo agente complexante é o sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), da marca DINÂMICA, grau de pureza 99 %. Para a análise, foram colocados 100 mL de amostra em um erlenmeyer e em seguida se adicionou 10 mL de solução tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (pH = 10 e 0,100 N), da marca NALGON. Após, foi introduzido 15 gotas do indicador Preto de Eriocromo T, marca VETEC junto à amostra, agitando-a. Sendo então, a amostra titulada, gota a gota, com o auxílio de uma bureta contendo solução de EDTA 0,0200 N, até que a coloração vermelho-vinho mudasse para azul, anotando então o volume gasto de EDTA da bureta. O cálculo do teor de dureza foi determinado pela equação 3:

$$\text{Dureza (mg.L}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = \frac{V_{\text{EDTA}} \text{ (mL)} \times N_{\text{EDTA}} \times 50\,000}{V_{\text{amostra}} \text{ (mL)}} \quad (\text{Equação 3})$$

onde N é a normalidade do EDTA (LAURENTI, 1997, pg. 62; BRASIL, 2009, pg.46).

Para a verificação de cloretos foi usado o método de mohr, utilizando como titulante uma solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3), marca CENNABRAS, grau de pureza 99,80 %. O procedimento se constituiu em transferir 100 mL da amostra para um erlenmeyer adicionando em seguida 20 gotas da solução indicadora de cromato de potássio (K_2CrO_4), marca VETEC, a qual deixou a amostra com uma coloração amarela. Em seguida, se fez a titulação com o uso de uma bureta, gota a gota, contendo nitrato de prata (AgNO_3) $8,030 \times 10^{-3}$ N, até o aparecimento de um precipitado vermelho tijolo. O volume gasto de nitrato de prata da bureta foi anotado, sendo possível então calcular o teor de cloretos através da equação 4.

$$\text{Cloretos (mg.L}^{-1} \text{ de Cl)} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \text{ (mL)} \times N_{\text{AgNO}_3} \times 35,45 \times 1000}{V_{\text{amostra}} \text{ (mL)}} \quad (\text{Equação 4})$$

onde N é a normalidade do nitrato de prata (LAURENTI, 1997, pg. 67; BRASIL, 2009, pg.43).

Para verificação de presença de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*), foi utilizado a técnica da cultura através do kit COLItest®, marca ALFAKIT. O Kit é composto por frascos esterilizados e envelopes com meio de cultura. Para se proceder com a análise, foram adicionados 100 mL de amostra no frasco integrante do kit, sendo em seguida inserido o meio de cultura junto ao mesmo, agitando-o até o aparecimento de uma coloração púrpura. Depois de realizada a homogeneização da mistura e repetido o procedimento para as demais amostras, os frascos foram levados até a estufa bacteriológica, para incubação, a 37 °C, por um período de 18 horas. Passadas às 18 horas o teste pode ser verificado, mostrando-se negativo (permanência da cor púrpura) ou positivo (aparecimento da cor amarela) para coliformes totais. Posterior a isso, as amostras permaneceram na estufa até completarem 48 horas de incubação, sendo então, expostas a luz ultravioleta para verificação da presença, com o aparecimento de fluorescência na amostra, ou ausência de *Escherichia Coli* (LKP DIAGNÓSTICOS, 2015).

Além das amostras coletas dos seis poços rasos, foi realizado um teste controle negativo, utilizando água mineral, a qual acreditava-se não possuir coliformes totais e *Escherichia Coli*.

Resultados e Discussão

Após realização de todas as análises, foi calculada a média aritmética entre os valores encontrados pelas duplicatas realizadas nas três coletas. As médias foram separadas por ponto de coleta (poço raso) e dispostas em tabelas para posterior classificação, discussão e comparação com os valores admissíveis pela portaria, verificando assim os parâmetros de potabilidade dessas águas.

Além disso, através de observações *in loco*, foram analisadas as diferentes formas de ocupação e usos dado ao solo de entorno aos pontos de coleta, a qual pode influenciar de forma direta ou indireta na qualidade da água ali existente.

Na Tabela 01 é possível observar os valores encontrados referentes aos parâmetros das análises de água do poço raso 1.

Tabela 01: Parâmetros referentes ao poço raso 1.

Poço 1			
Parâmetro	Unidade	Valores	VMP (MS)
Temperatura	°C	22,2	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	51,7	-
pH	-	5,1	6,0 - 9,5
Turbidez	UNT	0	5
Alcalinidade	mg.L^{-1} de CaCO_3	7,26	-
Acidez	mg.L^{-1} de CaCO_3	24,8	-
Dureza	mg.L^{-1} de CaCO_3	38,9	500
Cloretos	mg.L^{-1} de Cl	8,56	250
Coliformes totais	-	Presente	Ausente em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	Presente	Ausente em 100 mL

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado na Tabela 01, a maioria dos parâmetros verificados no poço raso 1 se encontram em conformidade com a Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011, não excedendo os VMP, exceto os parâmetros referentes ao pH e coliformes totais e termotolerantes. Ainda foi possível confirmar, de acordo com a condutividade elétrica média encontrada de $51,7 \mu\text{S.cm}^{-1}$, que a água desse poço é classificada como subterrânea com valor entre $50,0$ e $40.000,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$. De acordo com o valor médio de dureza encontrado de $38,9 \text{mg.L}^{-1}$ de CaCO_3 , a água pode ser classificada também como uma água branda ou mole, com valor entre 0 a 75mg.L^{-1} de CaCO_3 , além de apresentar uma alcalinidade baixa, abaixo de 20mg.L^{-1} de CaCO_3 , o que já era esperado devido ao fato da água possuir um pH ácido, o qual acaba por influenciar também no valor de acidez da mesma.

Os valores referentes aos parâmetros das análises realizadas para o poço raso 2, são apresentados na Tabela 02, os quais mostraram-se, em sua maioria, também em conformidade com a Portaria 2.914/2011, não excedendo os VMP, com exceção dos parâmetros referentes ao pH e coliformes totais e termotolerantes. Do mesmo modo, através do valor médio encontrado da condutividade elétrica de $50,2 \mu\text{S.cm}^{-1}$, constatou-se que trata-se de uma água subterrânea, podendo ainda ser classificada, de acordo com o valor médio de dureza encontrado de $39,3 \text{mg.L}^{-1}$ de CaCO_3 , como uma água branda ou mole. Ainda, devido ao seu valor de pH baixo, pode se observar, como esperado, que a água referente ao poço raso 2 possui uma alcalinidade baixa e uma acidez mais elevada.

Tabela 02: Parâmetros referentes ao poço raso 2.

Poço 2			
Parâmetro	Unidade	Valores	VMP (MS)
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	23,4	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	50,2	-
pH	-	4,8	6,0 - 9,5
Turbidez	UNT	0	5
Alcalinidade	mg.L^{-1} de CaCO_3	6,82	-
Acidez	mg.L^{-1} de CaCO_3	33,4	-
Dureza	mg.L^{-1} de CaCO_3	39,3	500
Cloretos	mg.L^{-1} de Cl	8,76	250
Coliformes totais	-	Presente	Ausente em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	Presente	Ausente em 100 mL

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados das análises para os parâmetros referentes ao poço raso 3, localizado nas proximidades dos poços rasos 1 e 2, estão expostos na Tabela 03.

Tabela 03: Parâmetros referentes ao poço raso 3.

Poço 3			
Parâmetro	Unidade	Valores	VMP (MS)
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	25,0	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	46,1	-
pH	-	5,0	6,0 - 9,5
Turbidez	UNT	0	5
Alcalinidade	mg.L^{-1} de CaCO_3	6,23	-
Acidez	mg.L^{-1} de CaCO_3	21,9	-
Dureza	mg.L^{-1} de CaCO_3	41,2	500
Cloretos	mg.L^{-1} de Cl	8,57	250
Coliformes totais	-	Presente	Ausente em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	Presente	Ausente em 100 mL

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a Tabela 03, para o poço raso 3 a maioria dos parâmetros verificados, se encontram em conformidade com a Portaria 2.914/2011, não excedendo os VMP, com exceção dos parâmetros referentes ao pH e coliformes totais e termotolerantes. Através do valor médio da condutividade elétrica encontrado de $46,1 \mu\text{S.cm}^{-1}$, foi possível classificar a água no poço raso 3 como água subterrânea, podendo também, de acordo com o valor médio de dureza encontrado de $41,2 \text{mg.L}^{-1}$ de CaCO_3 , ser classificada como uma água branda ou mole, apresentando uma alcalinidade baixa e uma acidez mais elevada, devido ao seu pH ácido. Além disso, verificou-se que nos poços rasos 1, 2 e 3, os valores encontrados referentes à condutividade elétrica, dureza e cloretos foram semelhantes, sendo isso possivelmente explicado pelo fato de os três poços estarem localizados numa região próxima, havendo assim uma dissolução dos mesmos tipos de sais, íons e minerais na água.

Na Tabela 04 são apresentados os valores dos parâmetros encontrados nas análises de água referentes ao poço raso 4.

Tabela 04: Parâmetros referentes ao poço raso 4.

Poço 4			
Parâmetro	Unidade	Valores	VMP (MS)
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	22,1	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	114,7	-
pH	-	4,8	6,0 - 9,5
Turbidez	UNT	0	5
Alcalinidade	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	6,68	-
Acidez	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	41,5	-
Dureza	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	60,5	500
Cloretos	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Cl	12,0	250
Coliformes totais	-	Presente	Ausente em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	Presente	Ausente em 100 mL

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos parâmetros verificados para o poço raso 4, de acordo com Tabela 04, se encontram em conformidade com a Portaria 2.914/2011, não excedendo os VMP, exceto os parâmetros de pH, coliformes totais e termotolerantes, assim como nos demais poços até então verificados. Da mesma forma foi possível confirmar, de acordo com a condutividade elétrica média encontrada de $114,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, que a água encontrada no poço raso 4 é considerada subterrânea, podendo ser classificada também de acordo com o valor médio de dureza encontrado, de $60,5 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 , como uma água branda ou mole. Ainda pode ser constatado que devido a água, referente a este poço, possuir um pH médio de 4,8, considerado o pH mais ácido dentre as águas até então analisadas, a mesma apresenta uma alcalinidade baixa e um valor de acidez médio de $41,5 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 , considerado o valor mais elevado dentre as amostras.

Os resultados apresentados na Tabela 05 são referentes aos valores dos parâmetros das análises de água coletadas do poço raso 5.

Tabela 05: Parâmetros referentes ao poço raso 5.

Poço 5			
Parâmetro	Unidade	Valores	VMP (MS)
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	24,4	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	128,8	-
pH	-	4,9	6,0 - 9,5
Turbidez	UNT	0	5
Alcalinidade	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	7,37	-
Acidez	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	38,5	-
Dureza	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	66,7	500
Cloretos	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Cl	11,7	250
Coliformes totais	-	Ausente	Ausente em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	Ausente	Ausente em 100 mL

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o poço raso 5, verificou-se que a maioria dos parâmetros analisados estão em conformidade com a Portaria 2.914/2011, não excedendo os VMP, com exceção do parâmetro referente ao pH. Os resultados evidenciados pela Tabela 05, também informaram a ausência de coliformes totais e *Escherichia Coli* em 100 mL de amostra para o poço raso em questão, fazendo este ser o único poço, dentre os analisados, que se aprestou dentro dos parâmetros biológicos exigidos. Através do valor médio da condutividade elétrica encontrado de 128,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, observou-se que a água no poço raso 5 é uma água classificada como subterrânea, podendo também ser classificada, de acordo com o valor médio de dureza encontrado de 66,7 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 , como uma água branda ou mole, apresentando uma alcalinidade baixa e uma acidez mais elevada devido ao seu pH ácido. Também foi possível observar que houve uma pequena diferença entre os valores encontrados nos poços rasos 1, 2 e 3, e nos poços rasos 4 e 5, referentes aos parâmetros de condutividade elétrica, dureza e cloretos. No poço raso 5, assim como no 4, os valores encontrados foram acima de 10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Cl^- para cloretos, superior a 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para condutividade e superior a 60 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 para a dureza, sendo isso possivelmente explicado pelo fato de os dois poços estarem localizados próximos, assim como os poços 1, 2 e 3, havendo dessa forma uma possível dissolução dos mesmos tipos de sais, íons e minerais na água.

Por fim, na Tabela 06, é possível observar os valores dos parâmetros analisados para a água referente ao poço raso 6.

Tabela 06: Parâmetros referentes ao poço raso 6.

Poço 6			
Parâmetro	Unidade	Valores	VMP (MS)
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	23,5	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	60,0	-
pH	-	5,6	6,0 - 9,5
Turbidez	UNT	0	5
Alcalinidade	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	12,1	-
Acidez	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	27,0	-
Dureza	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3	61,5	500
Cloretos	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Cl^-	10,7	250
Coliformes totais	-	Presente	Ausente em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	Presente	Ausente em 100 mL

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo as informações da Tabela 06, a maioria dos parâmetros verificados no poço raso 6 se encontram em conformidade com a Portaria 2.914/2011, não excedendo os VMP, exceto os parâmetros referentes ao pH, coliformes totais e *Escherichia Coli*, assim como nos demais poços verificados. Foi possível classificar também, de acordo com a condutividade elétrica média encontrada de 60,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a água referente ao poço raso 6 como uma água subterrânea com valor entre 50,0 e 40.000,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Podendo ainda através do valor médio de dureza encontrado de 61,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 , semelhante aos poços rasos 4 e 5, assim com nos demais poços, ser classificada como uma água branda ou mole, com valor de 0 a 75 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 . Observou-se também que a água referente a este poço possui um pH ácido de 5,6, valor esse considerado o mais próximo, dentre as amostras analisadas, com a portaria vigente (de 6,0 a 9,5). Devido ao pH um pouco mais elevado, o poço raso 6 possui também uma alcalinidade um pouco superior as demais analisadas, porém ainda baixa e um valor de

acidez médio de $27,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de CaCO_3 , ficando seu valor médio de cloretos acima de 10 mg.L^{-1} de Cl^- , assim como nos poços 4 e 5.

De acordo com os dados apresentados em todas as amostras, os parâmetros mostraram-se com o valor de pH fora do intervalo exigido pela Portaria do Ministério da Saúde 2.914/2011, além de apresentarem resultado positivo para presença de coliformes totais e termotolerantes, com exceção das amostras referentes ao poço raso 5, fazendo assim com que este poço raso se torne o único com as características consideradas aptas para o consumo, ou seja, dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação. Os demais poços estão em desacordo com a portaria vigente, não sendo recomendado o uso de suas águas para consumo humano, as quais se consumidas possivelmente trarão riscos a saúde da população consumidora, devido à contaminação microbiológica existente.

Além disso, pode-se verificar que todas as águas analisadas são águas consideradas brandas ou moles, ou seja, águas que contem pouco cálcio e magnésio dissolvido, sendo também confirmada, através dos valores de condutividade elétrica encontrados, sua origem como subterrâneas.

Considerações Finais

De acordo com os resultados das análises, nota-se que a água utilizada pela população local em questão, encontra-se com a maioria de seus parâmetros em conformidade com os limites máximos, admitidos pela portaria, no que se refere à potabilidade. No entanto, houve três parâmetros em desacordo com a mesma.

Os dois primeiros, com relevante importância sanitária, são referentes a coliformes totais e *Escherichia coli*, os quais se fizeram presentes em quase todas as amostras coletadas, com exceção para as amostras do poço raso 5. Tornando as águas referentes aos poços rasos 1, 2, 3, 4 e 6, de acordo com o Anexo I da Portaria/MS nº 2.914/2011 que preconiza a ausência de coliformes totais e *Escherichia Coli*, como impróprias para o consumo humano, devido ao risco que a mesma apresenta à saúde humana, no que diz respeito à contração de doenças. Essa contaminação por coliformes totais e *Escherichia Coli*, possivelmente se explique, devido ao fato de a maioria dos poços estarem localizados nas regiões com as menores cotas topográficas dos terrenos, ou seja, em locais propícios a contaminação, por receberem toda a água escoada pela área que desenvolve atividades silvopastoris. Outro ponto que apresenta potencial de poluição é que todas as propriedades possuem fossas negras para despejo de esgoto, as quais podem contaminar as águas subterrâneas captadas pelos poços em questão.

Assim sendo, pelo consumo dessa água contaminada poder acarretar a diversas doenças e por não haver outras possíveis fontes de abastecimento para essa população é aconselhável que se busquem alternativas para a resolução desse problema, como por exemplo, a utilização de pastilhas de cloro diretamente no local de captação ou a desinfecção dessas águas por meio de um dosador de cloro utilizando hipoclorito de sódio (NaClO) na saída do reservatório, podendo ainda ser utilizado um esterilizador ultravioleta (UV). Além das técnicas citadas para o tratamento desse problema, a educação ambiental é muito importante e se faz necessário, informando e orientando a população local sobre as possíveis fontes de contaminação da água e como elas devem proceder com relação a isso, criando assim uma forma de prevenção contra esse tipo de problema.

O terceiro parâmetro analisado encontrado fora dos padrões considerados próprios para o consumo foi o pH, o qual apresentou valores entre 4,8 e 5,6, ou seja, abaixo do mínimo recomendado pela portaria, tornando assim, ácidas todas as águas analisadas. No entanto a leve acidez da água não trás riscos a saúde, e, a ocorrência desse pH levemente ácido

possivelmente deve-se ao tipo de rocha formadora do solo existente na região, fazendo-se necessário maiores estudos para comprovação desse fato. Todavia esse parâmetro é facilmente corrigido com a adição de compostos químicos, como por exemplo, a cal hidratada também conhecida como hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ou o carbonato de sódio (Na_2CO_3), capazes de elevar o pH da água antes de ser consumida.

Por se tratar de águas subterrâneas em área rural, onde a maioria da população faz uso de poços rasos, acreditando que as mesmas sejam isentas de qualquer contaminação, percebe-se a grande importância de realizar este tipo de estudo, trazendo um parecer da real situação, orientando e alertando a população que faz uso dessas águas, colaborando assim para que estas se façam cientes das particularidades da água que estão ingerindo e possam a partir disso, buscar alternativas e técnicas para o melhoramento da qualidade da água que está sendo utilizada.

Analysis quality of the water from shallow wells within the municipality of Caxambu do Sul - SC, a case study.

Abstract

This article was intended to verify the quality of the water from shallow wells within the municipality of Caxambu do Sul, by determining the physical, chemical and biological parameters, following the guidelines of the American Public Health Association (APHA), comparing parameters obtained with Ordinance of the Ministry of Health (MOH) nº 2914/2011, thus verifying the potability of groundwater. Three samples were collected in six wells in the area, called shallow well 1, 2, 3, 4, 5 and 6. The analysis consisted of evaluation, in duplicate, the parameters related to conductivity, turbidity, pH, alkalinity, acidity, hardness, chlorides, total and fecal coliforms (*E. coli*). The results obtained were mostly in accordance with current legislation, except for the parameters for the pH, total and fecal coliforms (*E. coli*). The pH values found for all the wells ranged from 4.8 the 5.6, outside of the range required by the regulation, it takes between 6.0 and 9.5 ideal for human consumption. However, for the biological parameters, the results were positive in 100 mL of sample, for shallow wells 1, 2, 3, 4 and 6, thereby making this unsuitable water consumption due to the risk that it presents human health. As for the shallow pit 5, the results were negative, that is, within the required parameters potability. From these results, it is necessary to look for alternatives and techniques to improve the water quality in question, thus avoiding possible health problems to the consumer population.

Keywords: Groundwater. Potability parameters. Countryside.

REFERÊNCIAS

ALVES, Maria da Glória et al. **Qualidade das águas de poços rasos provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes (RJ)**. Rio de Janeiro, [2008?]. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22944/15081>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

AMARAL, Luiz Augusto do et al. Água de consumo humano como fator de risco a saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, p.510-4, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/rsp/v37n4/16787.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

AMARAL, Luiz Augusto do et al. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 28, p.345-8, 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101994000500007&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/introduc3a7c3a3o-c3a0-engenharia-ambiental.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 3. ed. Brasília, DF: Funasa, 2009. 141 p.

BRASIL. **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. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 22 mar. 2015.

BRASIL. **Resolução nº 396**, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_396.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2015.

BRASIL. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 06 abr. 2015.

GAZOLA, Letícia. **Avaliação da água de abastecimento e a prevalência das patologias de veiculação hídrica em uma comunidade do morro do Quilombo- Florianópolis/SC**. 2008. 57 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124435/213.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

GOOGLE MAPS. [**Mapa de localização:** interior do município de Caxambu do Sul/SC]. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/d/edit?mid=zU0mSQRbppFs.kC39WOFeXKkI>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

JUSTEN, Gisele Cristina et al. Avaliação da qualidade microbiológica da água de poços tubulares profundos de abastecimento público rural. In: **XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços**, Maringá- PR, [2008?].

LAURENTI, Ariane. **Qualidade de água I**. Florianópolis: Imprensa Universitária, 1997. 89 p.

LKP DIAGNÓSTICOS. **Soluções no controle de qualidade da água: KitCOLItest®**, 2015. (Instruções de procedimento de análise). Disponível em: <http://www.lkpdagnosticos.com.br/Apresentacao_kit_completo.pdf>. Acesso em: 3 set. 2015.

PAULI, Aline Roberta de et al. Avaliação da qualidade da água subterrâneas utilizada para consumo humano na região rural do município de Toledo- PR. In: **XVIII Congresso Brasileiro de águas Subterrâneas**, Toledo- PR , 2013.

ROCHA, Amanda Gomes Krull et al. . Avaliação microbiológica da água de poços rasos próximos a um córrego. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, Bahia, v. 7, n. 1, p.28-34, 2011. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/282/218>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

SUPERINTENDENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Termos empregados na gestão de recursos hídricos**. 2015. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>>. Acesso em: 01 maio. 2015.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. v. 1. 452 p.