

## XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS PROFUNDOS DO MUNICÍPIO DE ÁGUAS FRIAS – SC EM RELAÇÃO À PORTARIA 2.914 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

Adriana Lídia Santana Klock<sup>1</sup>; Juliana Salete Guarda<sup>2</sup>; Juliana Cella<sup>3</sup>; Michelle de Liz Silva<sup>4</sup>; Luiz Paulo Klock Filho<sup>5</sup>

**Resumo** – Na região oeste de Santa Catarina a diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais tem levado grandes consumidores individuais a buscarem nos recursos hídricos subterrâneos a solução de seus problemas de abastecimento, o que tem acarretado um crescimento no número de perfurações de poços tubulares profundos. Um inventário verificou a existência de 40 poços tubulares profundos no município Aguas Frias – SC, sendo que vinte e oito poços, encontram-se em operação. Para estes poços, foram analisadas a qualidade das respectivas águas com base em suas características físico, químicas e microbiológicas. Os parâmetros analisados foram: coliformes termotolerantes (*E. coli*), pH, dureza, sódio, sulfato, nitrato, cloreto e fluoreto. Os resultados obtidos foram analisados, considerados os valores máximos permitidos (VMP) segundo a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da saúde. Os dados de qualidade das águas dos poços indicaram um percentual de 67,9 de não potabilidade. Os parâmetros mais críticos são a presença de bactérias do grupo coliformes e a elevada concentração de fluoretos. Tais constatações reforçam a necessidade da continuidade das ações de gerenciamento do uso e de controle da qualidade das águas subterrâneas do município.

**Abstract** – In the western of Santa Catarina to the reduced availability of surface water resources has led large individual consumers to seek underground solving their problems of water supply, which has caused an increase in the number of drilling deep wells. An inventory verified the existence of 40 deep wells in the county Aguas Frias - SC, with twenty-eight wells, are in operation. To these wells were analyzed the quality of their waters based on their physical, chemical and

<sup>1</sup> Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, EPAGRI, Serv. Ferdinando Ricieri Tusset s/n, São Cristóvão, Chapecó, SC, CEP: 89803-904, fone: (49)2049-7561, fax: (49)2049-7566, e-mail: adrianaklock@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Econômico, Social e Meio Ambiente - CIDEMA, Av. Getúlio Vargas, 571, Centro, Chapecó, SC, CEP: 89812-000, fone / fax: (49) 3319-3232, e-mail: proagua@amosc.org.br.

<sup>3</sup> Prefeitura Municipal de Águas Frias, Rua Sete de Setembro, 512, Centro, Aguas Frias, SC, CEP: 89843-000, fone: (49) 3332-0019, fax: (49)3332-0019, e-mail: tributacao@aguasfrias.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, EPAGRI, Serv. Ferdinando Ricieri Tusset s/n, São Cristóvão, Chapecó, SC, CEP: 89803-904, fone: (49)2049-7561, fax: (49)2049-7566, e-mail: michelliz@ibest.com.br.

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, UTFPR, Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco, PR, CEP: 85503-390, fone:(46)3220-2608, e-mail:luizpkf@ibest.com.br.

microbiological characteristics. The following were analysed: coliforms, pH, hardness, sodium, sulfate, nitrate, chloride and fluoride. The results were analyzed, considered the maximum allowable values according to the Government directive 2914/2011 of the Brazilian Ministry of Health. The data of water quality indicated a 67.9 percent non-potable water. The most critical parameters are the presence of bacteria of the genus coliform and the high concentration of fluoride. Such findings underscore the need for continuity of management actions and the use of quality control groundwater of the county.

**Palavras-Chave** – Potabilidade; Água subterrânea; Oeste Catarinense.

## **1. INTRODUÇÃO**

A região oeste de Santa Catarina têm se destacado pela intensa atividade agropecuária (produção de suínos, bovinos de leite e corte, e grãos) e agroindustrial. Contudo, o aumento da densidade populacional de animais e os métodos de cultivo agrícolas atualmente empregados, trouxeram como consequência, um acentuado aumento no volume de dejetos produzidos e descartados por propriedade rurais, os quais, quando inadequadamente manejados, causam sérios problemas de contaminação ambiental, destacando-se a deterioração da qualidade das águas superficiais, fato que é agravado pelo número de habitantes cada vez maior nas áreas urbanas gerando grandes quantidades de esgotos domésticos e resíduos sólidos. Além da qualidade, outro fator agravante, relacionado à água nesta região, é a ocorrência nos últimos anos de estiagens frequentes e prolongadas, ocasionando escassez de água em diversos municípios. A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais levou os grandes consumidores individuais, que muitas vezes necessitam de grandes volumes de água, a buscarem nos recursos hídricos subterrâneos a solução de seus problemas de abastecimento, o que tem acarretado um crescimento no número de perfurações de poços tubulares profundos. Hoje o desenvolvimento econômico e social da região depende fundamentalmente dos recursos hídricos subterrâneos (Freitas, 2003).

Esta região tem como principal fonte de águas subterrâneas o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) que está vinculado à Formação Serra Geral (FSG) e ocorre ao longo de toda a Bacia do Paraná. O Sistema Aquífero Serra Geral, devido a suas características litológicas, não possui porosidade e permeabilidade primárias. Assim sendo, para o armazenamento e condução da água, devem ocorrer descontinuidades físicas na rocha, de forma a constituir um meio aquífero fisicamente heterogêneo e anisotrópico (REBOUÇAS, 1978), que caracteriza-se por uma

condutividade hidráulica muito variável, complexa e de difícil avaliação, característica de um sistema aquífero fraturado (FRAGA, 1986).

No estado de Santa Catarina a FSG ocorre na porção centro-oeste cobrindo cerca de dois terços da área do Estado. As rochas basálticas e andesíticas da FSG por suas características litoquímicas geram bons e produtivos solos que, na região sul do Brasil vem historicamente sustentando o desenvolvimento econômico dos municípios sobre ela instalados. A sustentação desse modelo só foi possível devido ao uso intensivo de técnicas agrícolas e criação de animais em escala industrial, capazes de atender as demandas nacionais e internacionais de fornecimento de alimentos, mas trouxe consigo inúmeras mazelas ambientais aos ecossistemas que o abrigam. Boas partes das indústrias instaladas nos municípios localizados sobre o SASG operam em condições de alta produtividade e captam águas deste manancial subterrâneo, que vem sendo intensamente utilizado, tanto para o abastecimento público, quanto para criação de animais, indústria e agricultura (Wolkmer et al., 2008). A exploração em demasia dos recursos hídricos subterrâneos tem colocado em condição de exaustão inúmeros reservatórios dessa natureza em diversas partes do mundo, como é o caso o uso intensivo de aquíferos no Oriente Médio, Índia e região centro-oeste dos EUA. Como resultado, temos a salinização do recurso hídrico e solos, subsidências de terreno, entre outros, somente para citar alguns dos problemas associados à superexploração dos aquíferos.

Além do desconhecimento a respeito da pressão exercida sobre a quantidade das águas pela exploração descontrolada, existe uma grande carência de estudos de caracterização da água subterrânea. Segundo Percebon e Bittencourt (2009) a qualidade físico-química e biológica de uma água subterrânea está relacionada à qualidade e quantidade das águas de recarga, o tempo de contato água/meio físico, e à poluição causada pelas atividades humanas no entorno dos poços. Há também, os riscos atrelados a má escolha do local para implantação do poço, ou de perfurações inadequadas, sem embasamento técnico, falta de cuidados com as medidas sanitárias dos poços, ou contaminação difusa sobre os mananciais ou nas áreas de recarga. O desconhecimento das características químicas e microbiológicas destas águas pode ocasionar sérios problemas, uma vez que a água pode apresentar teores anômalos de espécies químicas ou presença de patógenos, provocando danos à saúde humana e de animais, prejudicando a irrigação e inviabilizando uso em indústrias.

Até o início do século XX, a qualidade de uma água para abastecimento público era avaliada qualitativamente pelo senso comum: deveria ser límpida, agradável ao paladar e sem cheiro desagradável. Atualmente, a qualidade de uma água é avaliada através da quantificação de algumas de suas propriedades, seguida da comparação com valores que deve respeitar para garantir a qualidade e ser destinada ao consumo público (ALVES, 2007). Neste sentido, o presente trabalho

tem como objetivo investigar a qualidade das águas subterrâneas do município Aguas Frias - SC/Brasil em relação à Portaria nº 2914/2011 do Ministério da saúde.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 - Área de Estudo**

O trabalho experimental foi desenvolvido município Aguas Frias, região Oeste do Estado de Santa Catarina. O Município está localizado à latitude - 26°52'48 sul, longitude - 52°51'33 oeste e altitude média de 345m acima do nível do mar. O Município possui uma área total de 76,140 km<sup>2</sup>(fonte: IBGE) e uma população de 2.424 Habitantes (fonte: IBGE/2010). Possui clima mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 18,7°C. A agricultura representa grande parte da atividade econômica do município. Entre as culturas que se destacam estão o feijão, a soja, o milho e o fumo. A integração com grandes empresas agroindustriais também sustenta a criação de suínos e frangos (IBGE/2010).

### **2.2 – Amostragem e coleta**

As coletas foram realizadas em poços profundos localizados Aguas Frias - SC. No intuito de evitar a coleta de amostras estagnadas foi realizada a “sangria” do poço, que consiste na obtenção de água fresca (nova) e fornece água com as características mais próximas do seu ambiente natural. Para proceder à sangria, foi ativada a bomba e aguardado alguns minutos, verificando a temperatura da água que deve diminuir até estabilizar. Cada frasco foi devidamente identificado, e posteriormente acondicionado em caixa térmica com gelo sintético e transportados até o Laboratório de análise de água da Epagri em Chapecó. Os métodos de amostragem e preservação das amostras seguiram os procedimentos adotados pelo Standard Methods (APHA, 1998) e pela CETESB (1988).

### **2.3 – Análises**

Os parâmetros analisados foram: coliformes termotolerantes (E. coli), potencial hidrogeniônico (pH), dureza, sódio, sulfato, nitrato, cloreto, fluoreto. A metodologia analítica adotada para análise das amostras é a descrita no Standard Methods (APHA, 1998). Padrões externos com rastreabilidade (NIST) foram utilizados para montagem das curvas de calibração. Coliformes foram determinados por método enzimático (Colilert) para a detecção e quantificação

simultâneas de *Escherichia coli* (*E.coli*) e coliformes totais. O parâmetro pH foi analisado com equipamento de leitura direta, no próprio local de amostragem. A localização precisa dos pontos de coleta foi realizada através de um GPS (Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global). Os resultados obtidos foram analisados, considerando os valores máximos permitidos (VMP) segundo a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da saúde. Além disso, com intuito de complementar o estudo foram levantadas informações junto aos proprietários e órgãos públicos de gestão sobre profundidade e vazão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 - Inventários dos Poços Profundos

A Figura 1 apresenta a localização geográfica dos 40 poços tubulares profundos encontrados no município de Aguas Frias - SC. Verifica-se que tanto os poços em operação, quanto os poços desativados encontram-se bem distribuídos ao longo da área do município.

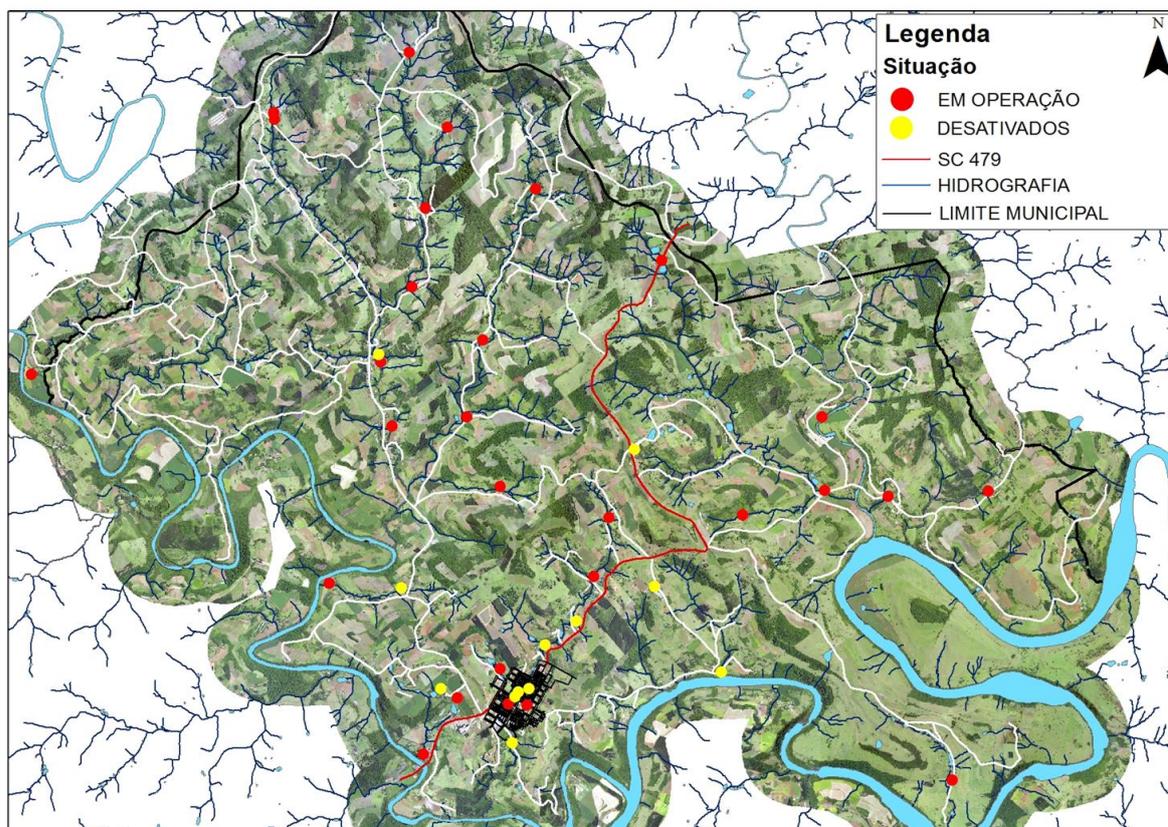


Figura 1. Localização geográfica dos 40 poços tubulares profundos encontrados no município de Aguas Frias - SC.

### 3.1.2 – Situação

Constata-se na Figura 2 que do total de 40 poços diagnosticados, a maioria deles, vinte e oito poços encontram-se em operação, seis poços encontram-se abandonados e não possuem informação, quatro poços lacrados estavam lacrados e dois poços secos. No total, 70 % dos poços estão em operação.

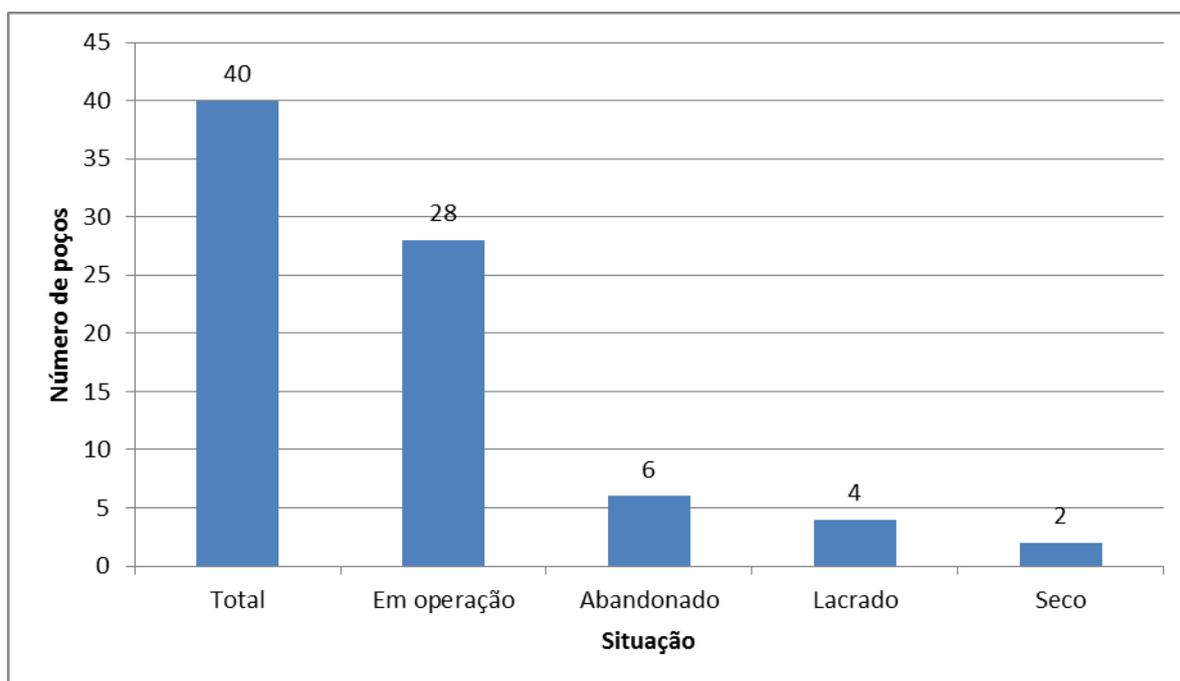


Figura 2. Situação dos poços tubulares profundos encontrados no município Aguas Frias - SC.

### 3.1.2 – Profundidade

Os poços possuem profundidades inferiores a 240 metros sendo esse o valor máximo constatado. A média é de 122,6 metros e a menor profundidade constatada é de 60 metros. Observa-se na Figura 3 que doze poços possuem profundidade de até 100 metros, dezessete poços situam-se entre 101 e 150 m, cinco poços entre 151 e 200 m e apenas dois poços acima de 200 metros. Foram encontrados quatro poços sem informação sobre profundidade (S/I) e considerando o total de poços para os quais se encontrou informações, 80,6 % apresentam profundidade inferior a 150 metros.

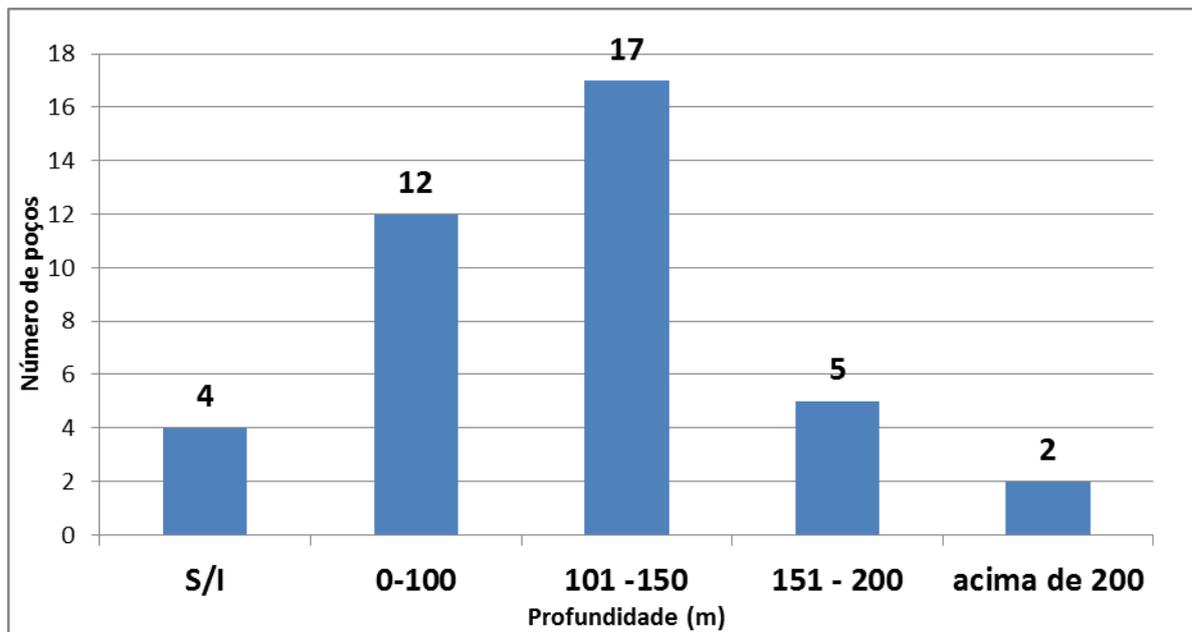


Figura 3. Profundidade dos poços tubulares profundos encontrados no município Aguas Frias - SC.

Na área estudada, a vazão média dos poços foi de 11,4 m<sup>3</sup>/h. A Figura 4 mostra a frequência das vazões nos poços. Observa-se uma pequena predominância (11) de poços com vazões entre 1,1 e 5,0 m<sup>3</sup>/h. Em seguida aparecem oito poços com vazões entre 0 e 1,0 m<sup>3</sup>/h e oito 10,1 e 30,0 m<sup>3</sup>/h (8), seis poços com vazões entre 5,1 e 10,0 e dois poços com vazões entre 30,1 e 50,0 m<sup>3</sup>/h. Foram encontrados quatro poços sem informação sobre profundidade (S/I) e apenas um poço com vazão acima de 50 m<sup>3</sup>/h. Analisando os poços para os quais se encontrou informações, 52,8 % apresentam vazão inferior a metros 5,0 m<sup>3</sup>/h.

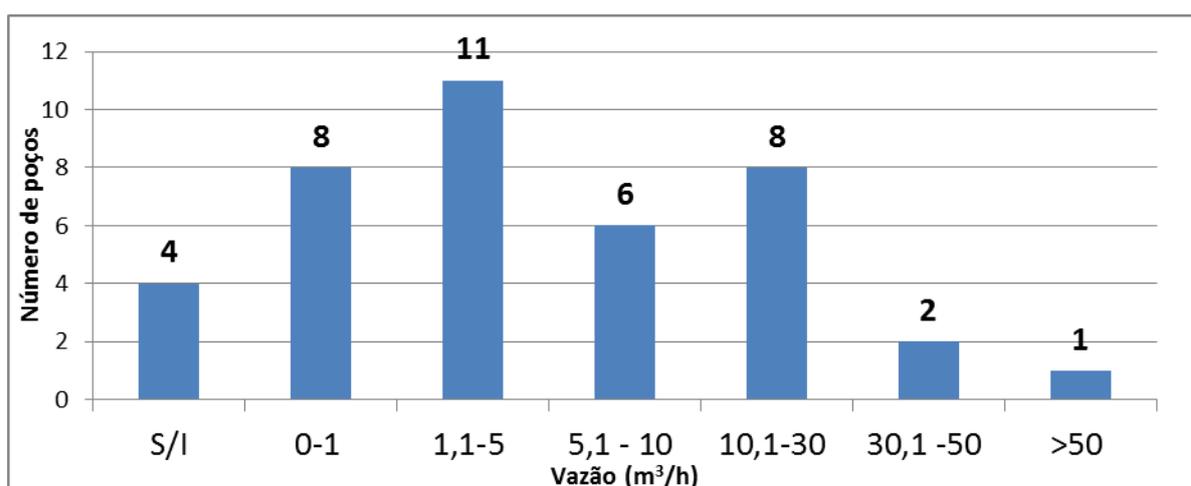


Figura 4. Vazão dos poços tubulares profundos encontrados no município Aguas Frias - SC.

### 3.2- Resultados das análises

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de análises físico-químicas e microbiológicas das águas de poços profundos em operação no município Aguas Frias – SC. Em amarelo são destacados os parâmetros que estão em desacordo com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da saúde.

Tabela 1. Resultados de análises físico-químicas e microbiológicas das águas de poços profundos em operação no município Aguas Frias – SC.

Ponto de Coleta	pH	Cloretos (mg/L)	Dureza (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Sódio (mg/L)	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
2	7,43	3,6	44,7	<0,20	1,90	<10,0	12,2	344,8	0,0	100
3	7,35	2,8	53,0	<0,20	1,45	<10,0	5,0	13,4	0,0	90
5	7,23	2,1	17,1	0,40	0,70	<10,0	39,7	>2419,2	0,0	106
6	8,73	25,5	22,4	1,72	0,18	52,5	50,2	0,0	0,0	201
7	8,61	129,0	52,6	1,84	0,50	1445,7	116,0	15,8	0,0	494
8	7,34	5,7	68,9	0,21	2,70	<10,0	106,0	0,0	0,0	135
9	7,64	2,8	61,7	0,21	0,14	<10,0	6,6	686,7	0,0	115
11	8,39	79,4	108,0	2,20	0,50	236,4	128,0	0,0	0,0	764
12	7,89	82,2	42,4	2,12	<0,50	79,8	99,0	11,0	0,0	384
15	8,60	75,2	32,8	2,82	0,50	54,0	72,2	41,9	0,0	289
16	7,16	8,5	67,4	<0,20	1,62	<10,0	7,9	0,0	0,0	135
18	8,08	5,0	25,9	<0,20	1,30	<10,0	31,4	21,8	0,0	137
19	9,39	2,8	18,3	<0,20	<0,50	<10,0	44,0	0,0	0,0	141
20	8,09	298,5	330,0	1,65	<0,50	218,4	237,6	3,0	0,0	1199
21	8,36	5,0	38,0	0,26	1,56	<10,0	28,2	0,0	0,0	158
22	8,22	6,4	102,5	<0,20	<0,50	<10,0	21,4	55,2	0,0	190
23	7,29	6,4	109,3	<0,20	0,81	<10,0	6,7	4,1	0,0	192
24	8,23	3,6	34,0	<0,20	1,82	<10,0	27,2	22,8	0,0	146
25	8,85	156,0	84,8	2,60	<0,50	136,9	153,0	4,1	0,0	557
26	8,06	5,0	76,9	<0,20	1,30	<10,0	14,4	0,0	0,0	141
27	7,62	24,8	103,9	<0,20	3,21	<10,0	27,9	0,0	0,0	215
28	9,14	72,3	13,7	1,30	<0,50	95,5	152,4	3,1	0,0	443
30	7,25	29,1	96,7	0,22	1,69	10,9	24,9	613,1	0,0	201
32	8,12	14,2	49,4	0,58	<0,50	<10,0	33,1	>2419,2	0,0	150
33	8,86	10,6	8,2	0,68	<0,50	<10,0	46,8	0,0	0,0	140
35	8,42	11,3	15,2	1,09	<0,50	<10,0	48,1	0,0	0,0	160
36	6,58	14,2	78,4	<0,20	1,20	<10,0	3,9	579,4	78,4	80
40	7,47	7,8	71,1	0,81	<0,50	<10,0	6,7	8,5	0,0	110

### 3.2.1 - Coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*)

De acordo com a Tabela 1, 64,3 % (18) dos poços tubulares analisados apresentaram algum tipo de contaminação, sendo que 3,6%, ou seja, apenas um único poço apresentou *Escherichia coli*. Ambos os resultados estão em desacordo com a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, que regulamenta o padrão de potabilidade da água. De acordo com a mesma, a amostra na saída do sistema deve ser isenta de coliformes totais e *Escherichia coli*. Deve-se ressaltar, que a presença de coliformes totais, não significa necessariamente contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos, sendo contudo, um poderoso indicador das condições higiênicas do poço. Por sua vez, o parâmetro coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) indica a “possível presença” de organismos patogênicos, de origem entérica, na água. Ao contrário de um método analítico em que se procuraria identificar e quantificar cada uma das espécies patogênicas presentes, este parâmetro procura apenas evidenciar a presença de microorganismos de origem intestinal, atestando que água teve contato com fezes de animais de sangue quente.

### 3.2.2 - pH

O pH das amostras tem valor médio de 8,01 variando entre 6,58 e 9,39. Verifica-se que 42,9 dos poços analisados apresentam entre pH de 6,58 e 7,89, sendo que valores acima de 8,0 ocorrem em 57,1% dos poços. ROSA FILHO et. al. (1987), sugerem que nas águas com pH acima de 8, haveria uma mistura com as águas de aquíferos subjacentes, neste caso o aquífero Guarani (ROSA FILHO et. al., 1987).

A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da saúde recomenda que o pH situe-se entre 6,0 e 9,5, neste estudo, todas as amostras analisadas encontram-se dentro desta faixa. Os principais fatores que influenciam o pH são o gás carbonico dissolvido e a alcalinidade. Valores de pH fora das faixa recomendada pode alterar o sabor da água e contribuir para corrosão ou a formação de inscrustrações no sistema de distribuição (CETESB, 2014).

### 3.2.3 - Sólidos dissolvidos totais

Para os sólidos totais dissolvidos – STD, os valores variam desde 80 até 1199 mg / L, com um teor médio de 256,2 mg/L. Do total de amostras analisadas, 64,3% das amostras possuem STD inferior a 200 mg / L, enquanto que 25% das amostras situam-se entre de 201 e 500 mg/ L e 10,7 acima de 501 mg/L, sendo que uma delas, com valor superior a 1000 mg/L, valor máximo permitido

na portaria 2.914 do ministério da saúde. Os sólidos dissolvidos totais representam a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água. Eles afetam as características organolépticas da água, e os efeitos fisiológicos relacionados sua presença abrangem problemas laxativos, sobretudo atribuídos ao sulfato de sódio e sulfato de magnésio, e as possíveis sequelas cardíacas em consequência da ingestão de sódio (ALVES, 2007).

### **3.2.4 – Cloretos**

A concentração de cloretos apresenta como teor médio 38,9 mg / L, variando de 2,1 até um máximo de 298,5 mg / L. Sendo que apenas uma amostra apresentou teor de cloreto acima de 250,0 mg/L, valor máximo permitido na portaria 2.914 do ministério da saúde. Concentrações de cloreto acima de 250 mg/L são perceptíveis ao paladar e podem ter implicações no sistema cardiovascular.

### **3.2.5 - Dureza**

Para a dureza foi identificado um teor médio de 65,3 mg / L de  $\text{CaCO}_3$  e os valores variam de 8,2 a 330,0 mg / L. Das amostras analisadas, nenhuma delas apresentou valor de acima de 200,0 mg/L, valor máximo permitido na portaria 2.914 do ministério da saúde. Além de aumentar o consumo de sabões e formar incrustações, a dureza afeta as características organolépticas da água e está associada a formação de cálculos renais (ALVES, 2007).

### **3.2.6 - Fluoreto**

Para fluoreto, os valores variam desde <0,20 até 2,82 mg / L. Dentre as amostras analisadas, 39,3% possuem teor de fluoreto inferior a 0,20 mg / L, enquanto que 35,7 das amostras situam-se entre de 0,21 e 1,50 mg/ L e 25,0% acima de 1,51 mg/L, valor máximo permitido na portaria 2.914 do ministério da saúde.

### **3.2.7 - Nitrato**

Os valores nitrato variam desde <0,50 até 3,21 mg / L. Dentre as amostras analisadas, 53,6% possuem teor de nitrato igual ou inferior a 0,50 mg / L, enquanto que o restante das amostras, 46,4 % situam-se entre de 0,51 e 3,21 mg/L, não foi verificado teores de nitrato acima do valor máximo permitido na portaria 2.914 do ministério da saúde. O nitrato e o nitrito são substâncias

químicas derivadas do nitrogênio e são encontrados de forma natural na água e no solo em baixas concentrações. A deposição de matéria orgânica no solo, como acontece quando se utiliza fossas e sumidouros, aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio. Esse nitrogênio é biotransformado e por fim se transforma na substância inorgânica denominada nitrato que possui grande mobilidade no solo alcançando o manancial subterrâneo e ali se depositando. O nitrato por possuir essas características, se torna um ótimo indicativo para avaliar se um dado manancial subterrâneo está sendo contaminado pela atividade antrópica sobre ele exercida (MELLO et al, 1984).

### **3.2.8 - Sulfato**

O teor médio para sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) não foi possível determinar, pois 67,9% das amostras apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método utilizado, que é 10 mg/L. Além destas, 32,1% apresentaram valores acima de 10,1 mg/L. Uma amostra apresentou teor de 1445,7 mg/L de sulfato, valor bem acima máximo permitido na portaria 2.914 do ministério da saude que é de 250,0 mg/L. Valores de sulfatos superiores a 250 mg/L são perigosos, mas podem ocasionar diarreias, principalmente em crianças ou pessoas não habituadas a teores elevados (ALVES, 2007).

### **3.2.9 - Sódio**

Para o sódio foi identificado um teor médio de 55,4 mg / L e os valores variam de 3,9 a 237,6 mg / L . Das amostras analisadas, constatou-se apenas uma com valor de acima de 200,0 mg/L, valor máximo permitido na portaria 2.914 do ministério da saude. Teores excessivos podem afetar o sistema nervoso central e agravar a hipertensão arterial, além de afetar as características organolépticas da água. O sódio é um elemento químico bastante presente em águas subterrâneas. Seus principais precursores são pouco resistentes a processos interpericos e os sais formados, bastante solúveis. Nas águas subterrâneas, o teor de sódio varia normalmente de 0,1 a 10 mg/L, sendo que há um enriquecimento gradativo deste íon a partir das zonas de recarga (ALVES, 2007).

## **4. CONCLUSÕES**

Os dados de qualidade das águas dos poços, quando comparados com os limites estabelecidos na Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, indicaram um percentual de 67,9 de não potabilidade. Os parâmetros mais críticos são a presença de bactérias do grupo coliformes e a elevada concentração de flúor. Sugere-se que a causa da presença de coliformes totais e *Escherichia*

coli na água subterrânea deve estar relacionada a técnicas construtivas e de manutenção inadequadas dos poços profundos. Tais constatações reforçam a necessidade da continuidade das ações de gerenciamento do uso e de controle da qualidade das águas subterrâneas do município de Águas Frias-SC.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. Tratamento de Águas de Abastecimento. 2ª Edição. Publindústria, Edições Técnicas. Porto. 335p. 2007.

APHA (American Public Health Association), Standard Methods for the examination for water and wastewater, 20th, Washington DC, 1220 p., 1998.

BLARASIN, M.; CABRERA, A.; VILLE-GAS, M. Groundwater contamination from septic tank systems in two neighborhoods in Rio Cuarto city, Córdoba, Argentina. In: CHILTON, J. Groundwater in the urban environment. Rotterdam: A. A. Balkema, 1999. p. 31-38.

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CETESB. 6410 - Amostragem e monitoramento das águas subterrâneas – Norma CETESB, 1988. Atualizada em 1999. Acesso em: maio/2014. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas\\_contaminadas/anexos/download/6410.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/anexos/download/6410.pdf).

CETESB(2014)

CETESB. Variáveis de qualidade das águas. Acesso em: maio/2014. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>.

FRAGA, C. G. Introdução ao zoneamento do sistema aquífero Serra Geral no Estado do Paraná, São Paulo, Dissertação (Mestrado), USP, 1986.

FREITAS, M.A. (org.) PROESC: Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina – Projeto Oeste de Santa Catarina / Organizado por Marcos A. de Freitas; Bráulio R. Caye; José L. F. Machado. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: maio/2014. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=420055&search=%7C%C3%20guas-frias> .

MELLO, F.A.F.; MOACYR, O.C. SOBRINHO, B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRANETTO, A.; KIEH, J.C. Fertilidade do Solo, 2ª edição. Livraria Nobel S.A., São Paulo, 1984.

PERCEBOM, C. M.; BITTENCOURT, A. V. L. Considerações sobre as características de qualidade das águas subterrâneas de Blumenau – SC em relação à Resolução CONAMA 396, *Águas Subterrâneas*, v.23, n.01, p.69-84, 2009.

REBOUÇAS, A. C. Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da Bacia do Paraná no Brasil. In: CONG. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. Anais..., v. 6, Recife: SBG. p. 2963-1976

REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 748 p., 2006.

ROSA FILHO, E. F.; SALAMUNI, R.; BITTENCOURT, A. V. L. Contribuição ao estudo das águas subterrâneas nos basaltos no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, n.37, 1987. p. 22-52.

WOLKMER, M. F. S.; SCHEIBE, L. F.; ISRAEL, V. J. A Rede Guarani/Serra Geral em Santa Catarina e o Programa Nacional de Águas Subterrâneas. In: CONGRESSO DO AQUÍFERO GUARANI, 2. 2008. Ribeirão Preto-SP. Resumo, Ribeirão Preto: SAG, 2008.