

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA (SC)

Alexandre Matthiensen¹; Vilmar Comassetto²; Jonatas Alves³; Celí Teresinha Araldi Favassa⁴; Maikon Eduardo Waskiewicz⁵ & Jackson Bólico⁶

Resumo – O presente trabalho apresenta um diagnóstico dos poços tubulares profundos e da qualidade das águas subterrâneas do município de Concórdia, localizado na região meio-oeste de Santa Catarina, Brasil. Foram cadastrados 686 poços no município, distribuídos numa área de cerca de 800 Km². Destes, 511 poços estão em operação e 148 foram considerados secos ou desativados. Os resultados revelaram a existência de 98 poços na zona urbana e 579 no meio rural, sendo 304 de uso comunitário. As análises de parâmetros físicoquímicos realizadas em amostras de água obtidas de 32 poços comunitários destinados exclusivamente para consumo humano apontam para a existência de problemas pontuais de qualidade. No entanto, a análise microbiológica aponta dados preocupantes, principalmente relacionadas à ocorrência de contaminação por coliformes, com presença de *E. coli* em 25% das amostras coletadas. Estas informações evidenciam a gravidade do cenário de contaminação das águas subterrâneas da região do município de Concórdia e constituem um importante subsídio na tomada de decisões para o planejamento e a execução dos programas de gestão integrada da água, visando a proteção e uso sustentável deste recurso.

Abstract - This paper presents a diagnosis of deep wells and groundwater quality in Concórdia, located in the Midwest region of Santa Catarina, Brazil. We registered 686 wells drilled over an area of about 800 Km². Of these, 511 are in operation and 148 are dry or disabled. There are 98 wells in the urban area and 579 in rural ones, of which 304 are community wells. The analysis of physical and chemical parameters of 32 community wells used exclusively for human consumption was performed and points out the existence of punctual quality problems. However, the microbiological examination of samples suggests worrying data, mainly related to the occurrence of coliform contamination with *E. coli* in 25 % of the collected samples. These data shows a serious scenario for groundwater contamination in the municipality of Concórdia, and constitute a relevant contribution in decision making for planning and implementation of integrated water management programs, in order to protect and the maintenance of sustainable use of this resource.

Palavras-Chave – poços profundos, qualidade da água, Concórdia, Santa Catarina.

¹ Embrapa Suínos e Aves, Concórdia/SC e Comitê do Rio Jacutinga e Sub-bacias Contíguas. E-mail: alexandre.matthiensen@embrapa.br; ² Comitê do Rio Jacutinga e Sub-bacias Contíguas. E-mail: vcomassetto@yahoo.com.br; ³ Universidade do Contestado E-mail: jonatas@unc.br; ⁴ Universidade do Contestado E-mail: celi@unc.br; ⁵ Universidade do Contestado – Curso de Ciências Biológicas. E-mail: maikonew@consorciolambari.com.br; ⁶ Universidade do Contestado – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. E-mail: jackson@consorciolambari.com.br.

1 - INTRODUÇÃO

O município de Concórdia está localizado na região Meio-oeste Catarinense, na microrregião do Alto Uruguai. Com território de 797,260 Km², limita-se ao Norte pelos municípios de Lindóia do Sul, Ipumirim, Arabutã e Irani; ao Sul, pelo Estado do Rio Grande do Sul e pelos municípios de Alto Bela Vista e Peritiba; a Leste pelos municípios de Jaborá, Presidente Castelo Branco e Ipira; e a Oeste pelo município de Itá. O município se situa na bacia do Rio Jacutinga e Contíguos que, conforme Lei N° 10.949/1998 (SANTA CATARINA, 1998), forma juntamente com a bacia do Rio do Peixe, a Região Hidrográfica 3. A região onde o município está inserido é caracterizada por atividades agropecuárias e industriais, com intenso processo de urbanização e crescimento populacional, principais responsáveis pelo aumento da demanda e comprometimento da qualidade da água, especialmente da água superficial, que tem como principais fontes de contaminação o setor agropecuário e as águas residuais das indústrias locais e das cidades da região (GUIVANT; MIRANDA, 2004; MIRANDA; MIELE, 2009). Estes fatores têm aumentado significativamente a exploração de mananciais subterrâneos, principalmente o Aquífero Serra Geral, e essa situação começa a gerar cenários de sobre-exploração do aquífero, podendo resultar em esgotamento dos poços da região, comprometendo mais ainda a disponibilidade hídrica.

O manejo inadequado, a falta de cuidado com seu entorno e a ausência de manutenção preventiva nos poços já abertos, juntamente com o abandono de poços secos sem o tamponamento adequado, aumentam o risco de exposição do aquífero, podendo causar contaminação de suas águas. As possíveis contaminações precisam ser constantemente diagnosticadas e avaliadas com a finalidade de se adotar políticas públicas voltadas à utilização racional desses recursos, os quais compõem o Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral. Neste sentido, o presente trabalho objetivou elaborar um diagnóstico da água subterrânea no município de Concórdia, baseado no cadastramento de todos os poços tubulares profundos existentes na abrangência de seu território e na avaliação da qualidade físicoquímica e microbiológica. Esses resultados formarão um banco de dados que servirá de subsídio técnico para a gestão integrada da água, sua proteção e uso sustentável, permitindo que se adotem ações corretivas e preventivas de proteção da qualidade da água subterrânea na região.

Além disso, o presente trabalho descreve os resultados obtidos através do diagnóstico dos poços tubulares perfurados no município de Concórdia, localizado no meio-oeste do Estado de Santa Catarina, e faz parte do cadastramento dos poços profundos na Bacia do Rio Jacutinga, que corresponde à meta 3 do Projeto Rede Guarani-Serra Geral, e contou com apoio da Prefeitura Municipal de Concórdia e do Comitê da Bacia do Rio Jacutinga e Sub-Bacias Contíguas.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O cadastramento dos poços tubulares, assim como a obtenção das informações sobre algumas características técnicas, foi feito através do cadastro de usuários de água da bacia, do contato com empresas do setor público e privado e com instituições de ensino das áreas respectivas, em complementação aos dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SiAGAS/CPRM). No cadastro foram inseridas informações básicas dos poços, tais como nome do proprietário do poço, localização (coordenadas UTM), uso da água (residencial, agropecuário ou industrial), situação do poço (em operação, desativado, seco, particular ou comunitário), vazão do poço (m³/h), profundidade (m) e ano de perfuração. Todos os poços visitados foram fotografados.

Para a realização das análises de qualidade da água, foram amostrados 32 poços comunitários, considerando a sua representatividade para o abastecimento humano e sua acessibilidade. A coleta da água foi efetuada ao longo do ano de 2013 e as metodologias de coleta, bem como das análises físico-químicas e microbiológicas, foram conduzidas a partir de procedimentos específicos, de acordo com recomendações propostas pelo Instituto Adolfo Lutz e ANVISA, no Manual de Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos (IAL/ANVISA, 2005). Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH, condutividade, sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos solúveis totais (SST), dureza total, dureza em Ca⁺, dureza em Mg⁺, alcalinidade, concentração de cloretos, cloro DPD, sulfato, ferro, manganês, alumínio amônia, nitrato, nitrito, flúor, coliformes totais e *Escherichia coli*.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2013, foram cadastrados 686 poços profundos no município de Concórdia. Desse total, 511 poços estão em operação (74,5%), 148 se encontram secos ou inativados (14,6%), e 27 (3,9%) não apresentaram informações suficientes para atender os objetivos da pesquisa. Os dados apontam para um maior número de poços sendo perfurados entre 1998 e 2003 (total de 293 poços), com aproximadamente 50 novos poços por ano durante esse período (Figura 1).

A zona rural do município de Concórdia é um polo produtor regional de alimentos agropecuários, principalmente suínos, aves e leite, atividades que exigem grande quantidade de água com qualidade. Do total de poços cadastrados para o município de Concórdia, 98 poços estão localizados na área urbana (14,3%) e 579 no meio rural (84,5%), além de 9 poços sem informações. Dos poços da área rural, 304 (52,5%), são de uso comunitário, ou seja, aqueles cuja propriedade é

de um grupo de famílias rurais que formam uma associação para dividir os custos de perfuração e de manutenção. Normalmente a associação possui um regulamento que normatiza, além do custo de manutenção, o volume de água disponibilizado para cada família, o valor referente ao metro cúbico de água consumida e a finalidade de uso. A média do número de famílias atendidas pelos poços comunitários em Concórdia é de 12,3 famílias por poço.

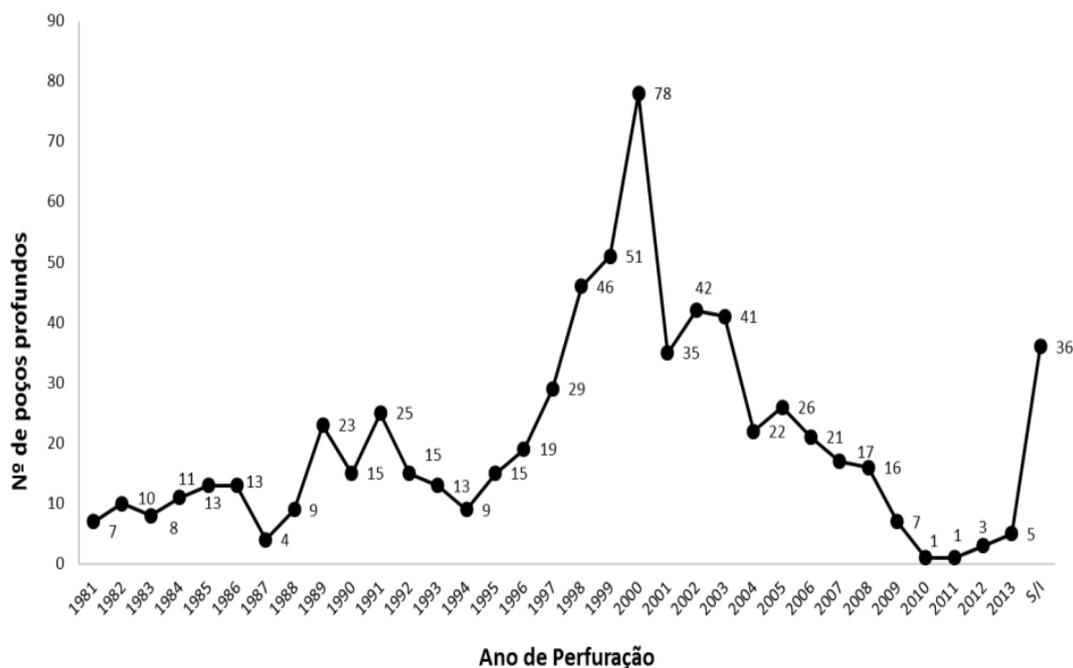


Figura 1. Distribuição dos poços profundos no município de Concórdia por ano de perfuração, entre os anos de 1981 e 2013. S/I: Sem informação.

Quanto ao uso da água, destaca-se que do total de 511 poços em operação, 290 são usados exclusivamente para o consumo humano (56,75%), 194 são utilizados para o consumo humano e animal (37,96%), e 16 poços (3,13%) são utilizados exclusivamente para fins industriais. Além disso, destaca-se que 11 poços (2,15%) fornecem água para uso humano e industrial. Percebe-se que maioria da água dos poços tubulares profundos é usada para o consumo humano, seguido do consumo animal e industrial, garantindo o uso múltiplo das águas subterrâneas (Figura 2).

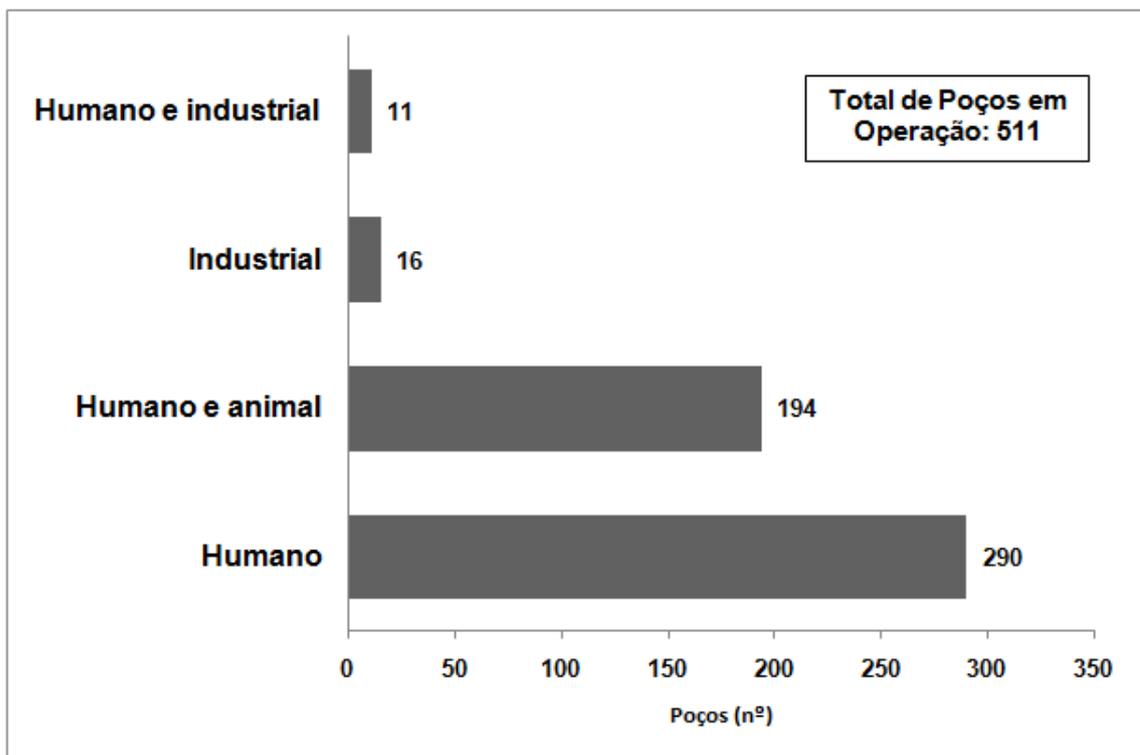


Figura 2: Distribuição dos poços profundos no município de Concórdia de acordo com o uso da água.

A profundidade dos poços variou de 24m a 702m, com uma profundidade média de 102 m. A figura 3 mostra que o intervalo de profundidade mais frequente situa-se entre 81 e 120m, no qual se encontram 44,6% dos poços perfurados. A soma da quantidade de poços dos intervalos entre 41 e 160m corresponde a mais de 90% dos poços do município. Freitas et al. (2002) ressalta que a construção de poços de rocha basáltica raramente ultrapassam 150m de profundidade, e sempre deve ser levado em conta a vazão específica do poço em rocha basáltica fraturada que, em geral, diminui na medida em que ele é aprofundado devido ao aumento no espaçamento entre as fraturas e consequente redução dos espaços vazios.

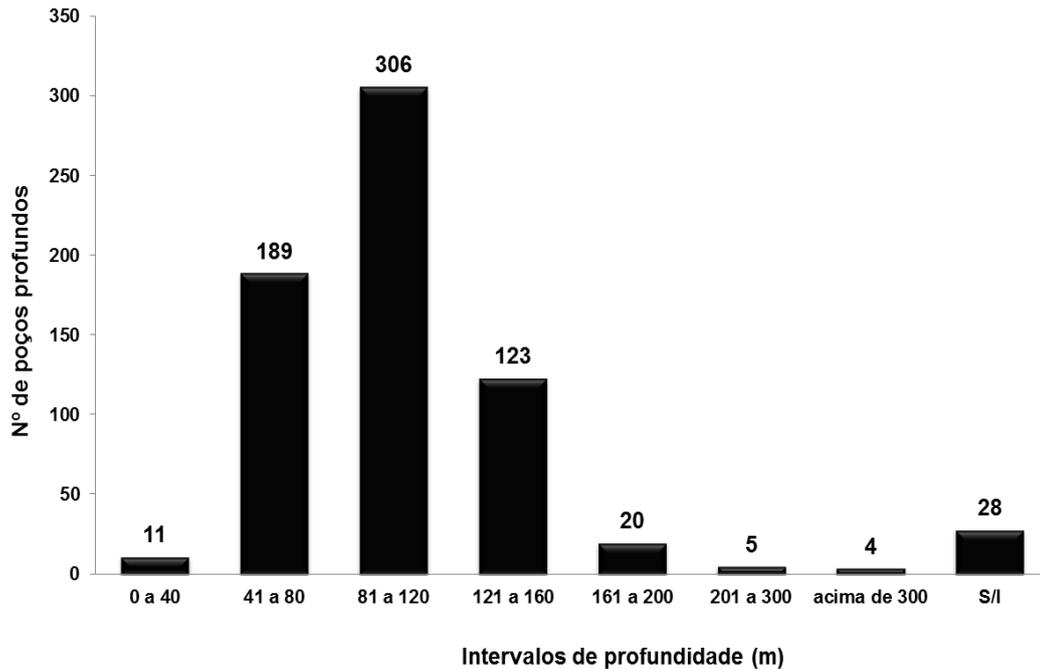


Figura 3. Distribuição dos poços profundos no município de Concórdia por intervalos de profundidade. S/I: Sem informação.

Poços tubulares com profundidades acima de 300 metros podem conter água do aquífero Guarani. Os períodos de estiagem recentes na região oeste e meio-oeste catarinense, somados ao aumento do consumo de água e aos níveis de contaminação da água superficial devido à carência de sistema de coleta e tratamento de esgotos urbanos e ao uso de fertilizantes e agrotóxicos para lavouras, têm resultado num aumento de perfurações de poços mais profundos para a garantia da demanda hídrica. Em Concórdia, o abastecimento urbano municipal é realizado pela captação de água superficial, sendo o uso de água subterrânea para o consumo humano e industrial reduzido, de forma complementar à demanda.

A vazão dos poços amostrados variou de 0,2m³/h a 85m³/h, com vazão média de 10,7m³/h. O intervalo de vazão mais frequente situa-se entre 1,1 e 5 m³/h (25,2%). Os intervalos somados de 1,1 a 20m³/h são responsáveis por 56% da vazão dos poços do município (Figura 4). Se associarmos a demanda elevada com os níveis baixos de vazão no intervalo apontado, faz-se necessário a adoção de medidas adequadas de gestão da água desses poços, a fim de evitar seu esgotamento e desativação.

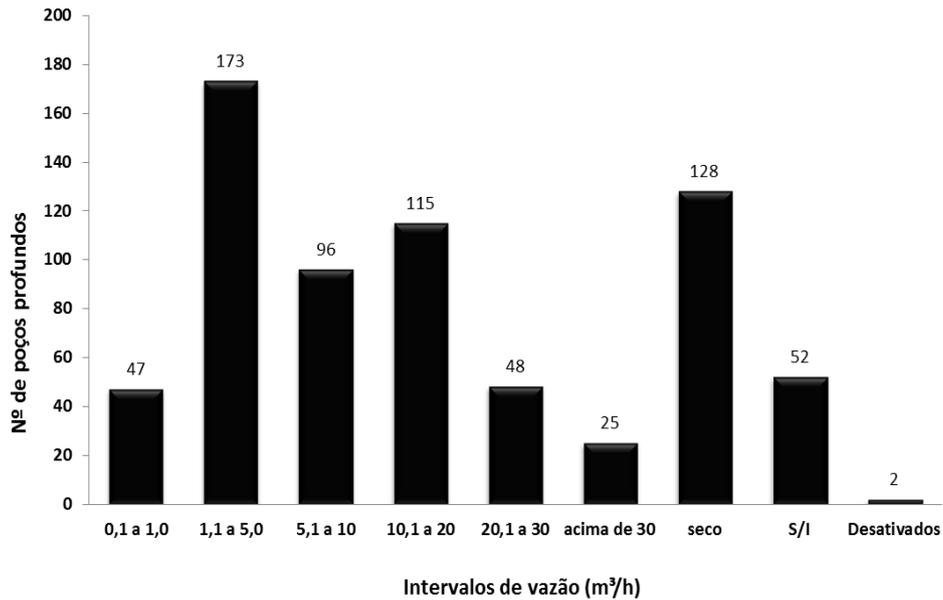


Figura 4. Distribuição dos poços profundos do município de Concórdia por intervalos de vazão. S/I: Sem informação.

A disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos para determinados tipos de uso depende fundamentalmente da qualidade físico-química, biológica e radiológica da água (Feitosa e Manoel Filho, 1997). Considerando os poços selecionados para a avaliação destes parâmetros ($n = 32$), observou-se que o número de famílias atendidas por cada poço varia de 10 a 195, com uma média de 30 famílias/poço (Figura 5). A localização dos poços amostrados está representada na Figura 6.

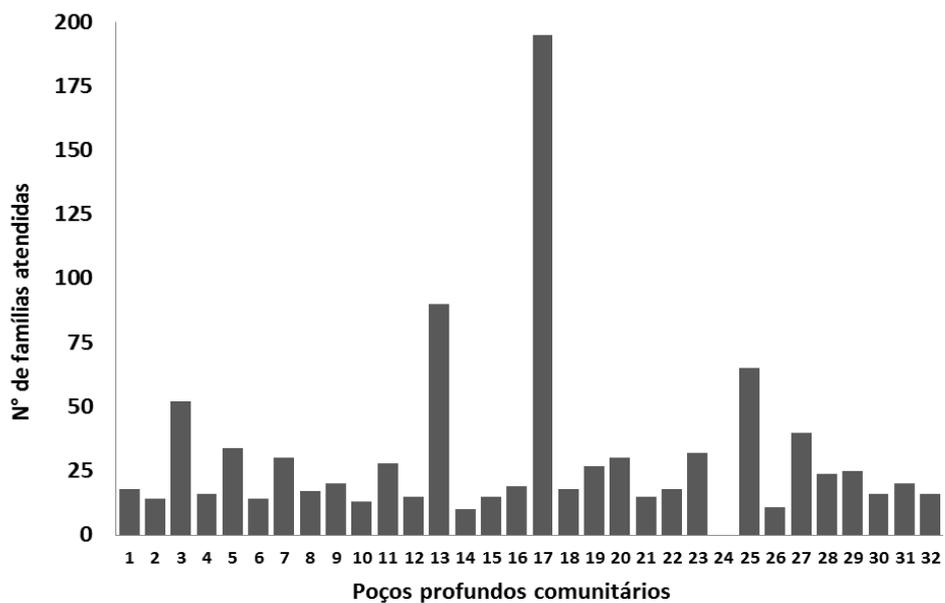


Figura 5. Número de famílias atendidas pelos 32 poços comunitários do município de Concórdia que foram analisados para os parâmetros de qualidade de água

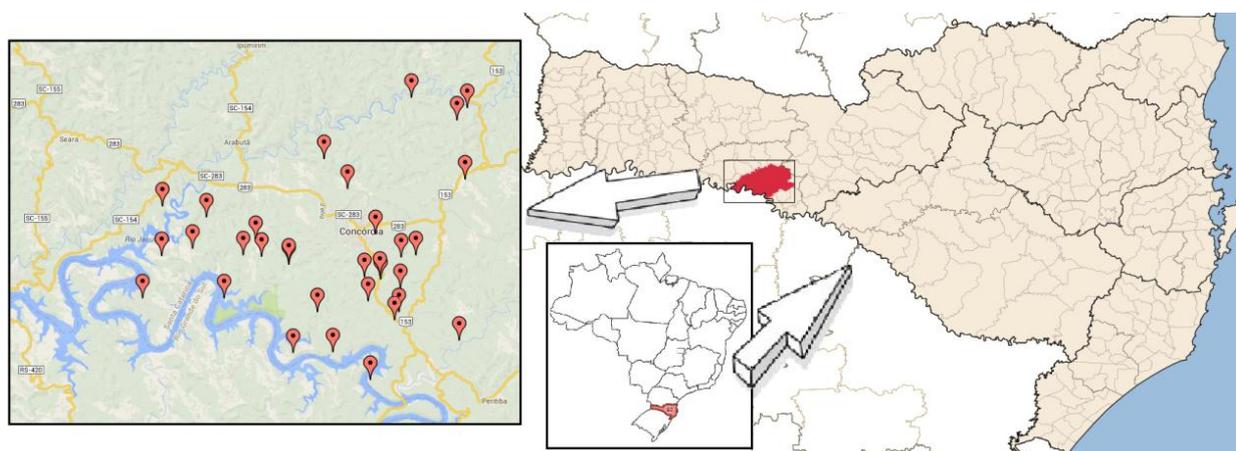


Figura 6. Localização do município de Concórdia - SC e disposição dos 32 poços tubulares profundos com amostras de água analisados para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

A tabela 1 apresenta os parâmetros de interesse para potabilidade da água, bem como os limites máximos permitidos pela Portaria N° 2914 do MS e pela Resolução CONAMA N° 396 (BRASIL, 2011; 2008), os valores médios encontrados para Concórdia, e o número de amostras de água cujo respectivo parâmetro ficou fora dos limites estabelecidos pelas legislações acima citadas. Cerca de 30% dos poços amostrados tiveram todos os parâmetros amostrados dentro dos limites das legislações vigentes. Nos poços que apresentaram parâmetros fora dos limites de potabilidade, alguns dos parâmetros alterados (i.e. pH e flúor) apresentaram valores muito próximos do limite permitido, não constituindo uma preocupação que necessite alguma ação imediata.

Tabela 1. Avaliação da potabilidade das águas subterrâneas do município de Concórdia (são apresentados apenas os parâmetros que possuem Valor Máximo Permissível (VMP) pela legislação brasileira: Portaria N° 2914, do Ministério da Saúde, de 12/12/2011, e Resolução N° 396, CONAMA, de 03/04/2008). *SDT: Sólidos Dissolvidos Totais; **Cloro DPD: análise pelo método da reação do cloro livre com o N,N-dietil-p-fenilenediamina.

Parâmetros	VMP	Análises (n°)	Valor médio observado	Análises fora do limite (n°)	Amostras fora do limite (%)
pH	6,0 a 9,5	32	7,8	02	6,2
Flúor	1,5 mg/L	32	0,4 mg/L	01	3,1
Sulfato	250 mg/L	32	22,8 mg/L	01	3,1
Manganês	0,1 mg/L	32	0,02 mg/L	0	0
Ferro	0,3 mg/L	32	0,06 mg/L	0	0
Alumínio	0,2 mg/L	32	0,0 mg/L	0	0
Dureza total	500 mg/L	32	159,6 mg/L	0	0
*SDT	1.000 mg/L	32	124,1 mg/L	0	0
Nitrato	10 mg/L	32	2,6 mg/L	0	0
Nitrito	1 mg/L	32	0,0 mg/L	0	0
Cloreto	250 mg/L	32	11,3 mg/L	0	0
**Cloro DPD	5 mg/L	32	0,0 mg/L	0	0
Amônia	1,5 mg/L	32	0,05 mg/L	0	0
Coliformes totais	Ausência NMP/100mL	32	338,4 NMP/100mL	21	65,6
<i>E.coli</i>	Ausência NMP/100mL	32	33,0 NMP/100mL	08	25,0

Uma única amostra apresentou concentrações de sulfato muito acima (358 mg/L) do limite máximo permitido (Figura 7). Sulfatos (SO_4) normalmente estão sempre presentes em algum nível em todos os sistemas de água, pois ocorrem naturalmente como resultado da lixiviação de depósitos de enxofre do solo. Outras fontes menos comuns são as industriais e efluentes de esgotos domésticos. O valor padrão limite de 250 mg/L é devido particularmente ao gosto amargo na água se em excesso. Acima de 500 mg/L pode ter efeito laxativo ou causar outros problemas gastrointestinais.

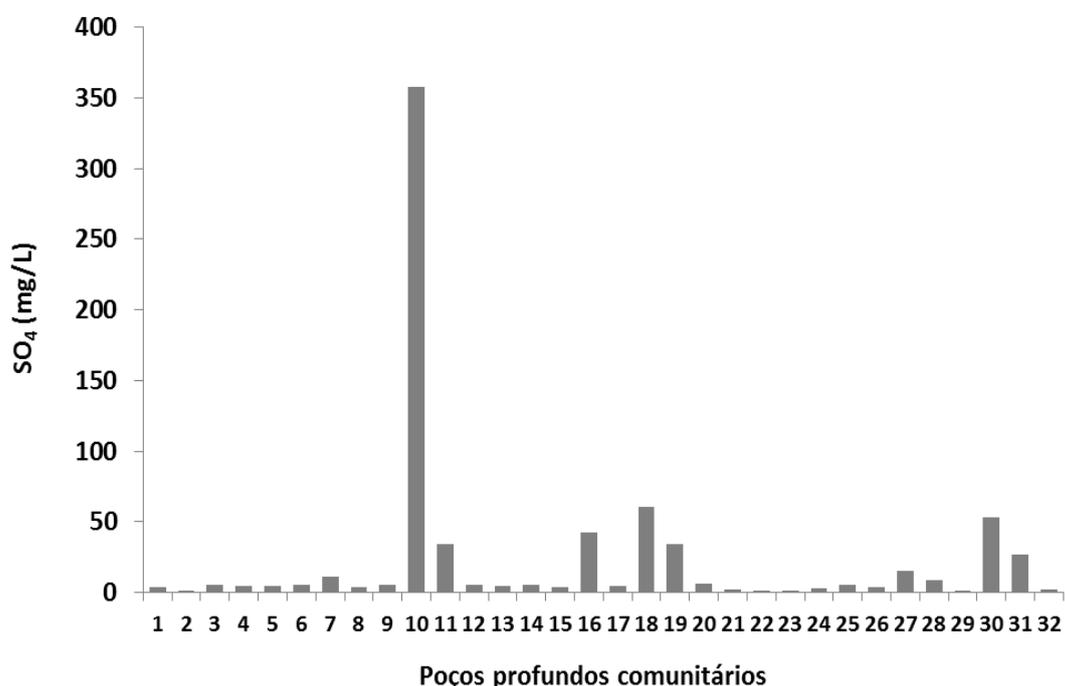


Figura 7. Concentrações de sulfatos nas amostras de água dos 32 poços comunitários analisados no município de Concórdia.

Nitratos são os nutrientes que, quando em concentrações elevadas, atingem facilmente o *status* de contaminante. Na verdade, nitrato é o contaminante que mais degrada os aquíferos subterrâneos no Brasil e no mundo (ABAS, 2014). Apesar de não ser muito tóxico, é um dos contaminantes mais persistentes. Suas principais fontes de contaminação são tratamento inadequado de esgoto doméstico e industrial, vazamentos de redes de coleta devido à falta de manutenção, escapes de fossas sépticas, fertilizantes usados no meio rural, resíduos de animais e resíduos sólidos de sistemas de saneamento, e precipitações atmosféricas (AYDIN, 2012). Nenhuma das amostras de água analisadas ficou acima do limite de 10mg/L para este parâmetro, porém várias amostras se

aproximaram e/ou ficaram acima do valor de 5 mg/L (Figura 8), que é um valor considerado “de alerta”.

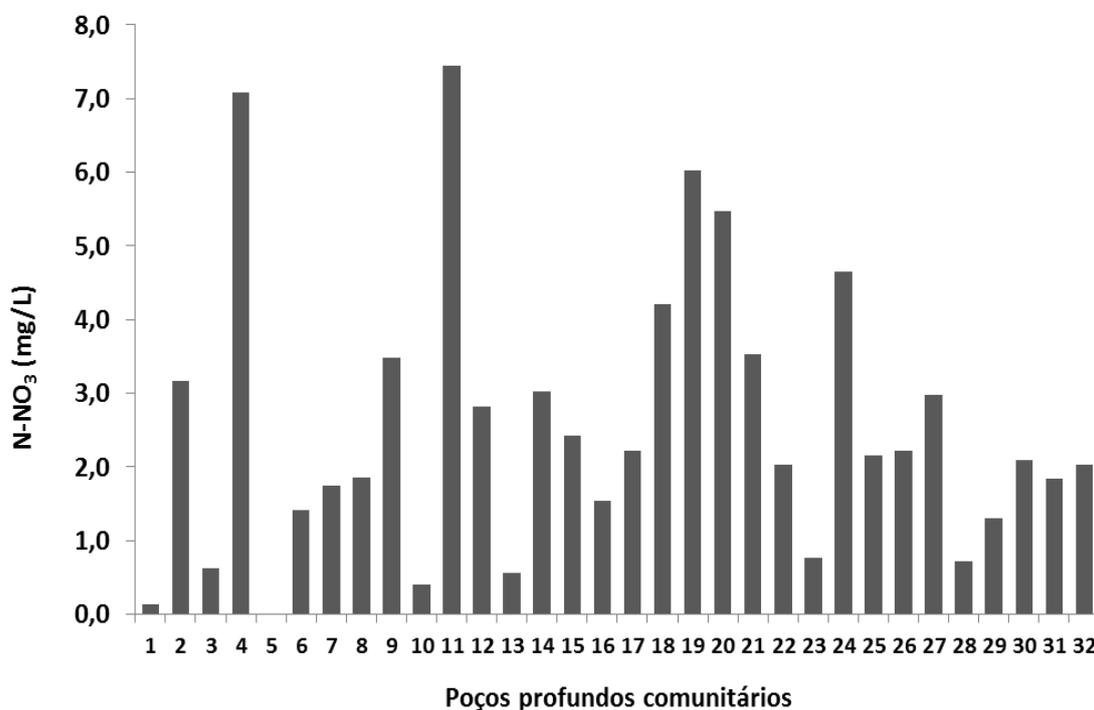


Figura 8. Concentrações de nitratos nas amostras de água dos 32 poços comunitários analisados no município de Concórdia.

No entanto, os principais parâmetros com valores de potabilidade alterados foram os relacionados à contaminação microbiológica (coliformes totais e termotolerantes), sendo que mais de 65% das amostras apresentaram concentrações elevadas de coliformes totais e 25% dos poços analisados apresentaram algum grau de contaminação por *E. coli* (Tabela 1; Figura 9). As linhagens de *E. coli* fazem parte dos chamados “coliformes fecais” (junto com *Enterobacter* e *Klebsiella*), e são encontrados em intestinos humanos e de outros animais de sangue quente. Muitas linhagens de *E. coli* não são patogênicas, porém outras linhagens produzem toxinas que podem causar diarreia, ou mesmo levar a morte crianças, idosos e pessoas imuno-comprometidas (CHIGBU; PARVEEN, 2012). Estudos indicam que a análise de *E. coli* é um indicador de poluição fecal e de ocorrência de bactérias patogênicas (e.g. *Shigella*, *Vibrio*, etc.) mais confiável, especialmente em água doce, do que os testes gerais para coliformes fecais (ROSA et al., 2004; FERGUSON et al., 2012). Ainda, Haramoto et al. (2011) observaram que vírus e protozoários (*Cryptosporidium* e *Giardia*) ocorreram apenas em amostras de água subterrânea que se mostraram positivas para *E. coli*.

Um levantamento semelhante, realizado na zona rural de municípios da região sul do estado do Rio Grande do Sul, Colvara et al. (2009) observaram altos índices de contaminação por coliformes nas águas de poços artesianos, com até 70% das amostras positivas para coliformes

termotolerantes. Estes autores ressaltam que a contaminação de águas subterrâneas revela um grave problema de saúde pública, sugerindo que a qualidade sanitária inadequada reflete em uma situação de risco para a população que utiliza essas águas. Desta maneira, a água subterrânea, mesmo apresentando um aspecto límpido, cristalino e aparentemente próprio para o consumo, pode estar contaminada por estes microrganismos patogênicos, vindo a se tornar ser um veículo de transmissão de diversas doenças, entre elas diarreias, vômitos, cólera e outras enterites (COLVARA et al., 2009).

Vários fatores podem ser responsáveis pela contaminação da água subterrânea, tanto no meio rural quanto em zonas urbanas. Colvara et al. (2009) e Rosa et al. (2204) destacam que, entre os fatores contaminantes mais comuns, podemos citar a falta de manutenção do reservatório, a localização inadequada do poço, a falta de cuidado e higiene com a água antes do consumo e as instalações inadequadas de fossas e sumidouros de dejetos humanos e animais.

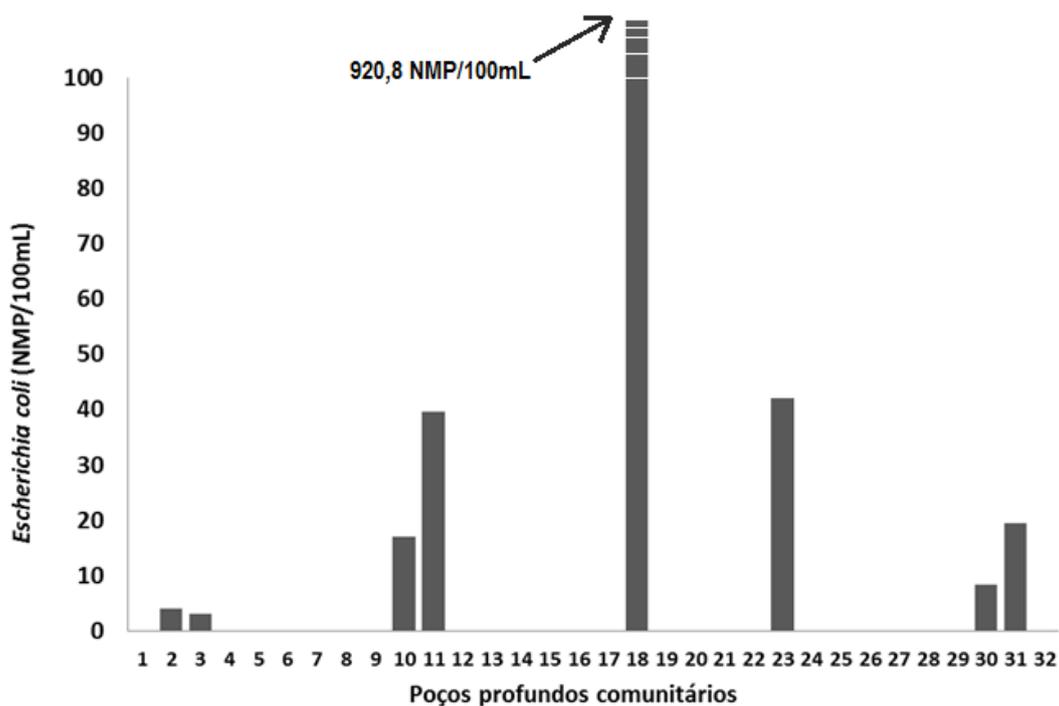


Figura 9. Concentrações de *Escherichia coli* nas amostras de água dos 32 poços comunitários analisados no município de Concórdia.

Os resultados das análises microbiológicas da água apresentados neste trabalho evidenciam a gravidade do cenário de contaminação das águas subterrâneas da região do município de Concórdia-SC. Em termos práticos, resultados como este surgem como sinal de alerta, ressaltando a importância da conscientização dos consumidores desse tipo de água, principalmente através do acesso à

informação e da promoção de políticas públicas que garantam acesso generalizado a água adequada ao consumo humano (SILVA; ARAÚJO, 2003).

Agradecimentos – Os autores agradecem à equipe do Consórcio Lambari, Técnicos da Epagri, o Secretário de Agricultura do Município de Concórdia, acadêmicos, estagiários e usuários de água pela contribuição no processo de cadastramento e coleta de água dos poços tubulares.

4- REFERÊNCIAS

ABAS. 2014. Um vilão chamado Nitrato. Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 6 (38): 12-15.

AYDIN, A. 2012. Nitrites and Nitrates. *In: Handbook of Water Analysis*, 3rd Ed. Leo M.L. Nollet and Leen S.P. De Gelder (Eds). CRC Press, Taylor and Francis Group, 283-325.

BRASIL. 2008. Resolução CONAMA nº 396, de 03 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/legiabre.cfm?codlegi=562>

BRASIL. 2011. Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, 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.

CHIGBU, P.; PARVEEN, S. 2012. Bacteriological Analysis of Water. *In: Handbook of Water Analysis*, 3rd Ed. Leo M.L. Nollet and Leen S.P. De Gelder (Eds). CRC Press, Taylor and Francis Group, 115-151.

COLVARA, J. G., Lima, A. S. e Silva, W. P. 2009. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, II SSA.

FERGUSON, A.S.; Layton, A.C., Mailloux, B.J., Culligan, P.J., Williams, D.E., Smartt, A.E., Saylor, G.S., Feighery, J., McKay, L.D., Knappett, P.S.K., Alexandrova, E., Arbit, T., Emch, M., Escamilla, V., Ahmed, K.M., Alam, Md. Jahangir, Streatfield, P.K., Yunus, M. and Geen, A.V. 2012. Comparison of fecal indicators with pathogenic bacteria and rotavirus in groundwater. *Science of the Total Environment*, 431: 314-322.

FREITAS, M. A., Caye, B.R. e Machado, J. L. F. 2002. Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do Oeste do Estado de Santa Catarina - Projeto Oeste de Santa Catarina. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002.

GUIVANT, J.S.; MIRANDA, C.R. 2004. Desafios para o Desenvolvimento Sustentável da Suinocultura: uma abordagem multidisciplinar. Julia S. Guivant & Cláudio R. Miranda (Orgs.). Embrapa Suínos e Aves, Unochapecó. Argos, Chapecó, 332p.

HARAMOTO, E., Yamada, K. and Nishida, K. 2011. Prevalence of protozoa, viroses, coliphages and indicator bacteria in groundwater and river water in the Kathmandu Valley, Nepal. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 105 (12): 711-716.

IAL/ANVISA. 2005 . Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. Instituto Adolfo Lutz, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde. 1020 p. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisede_alimentosial_2008.pdf> Acesso em 08 de Abril de 2014

MIRANDA, C.R.; MIELE, M. 2009. Suinocultura no Meio Ambiente em Santa Catarina: Indicadores de Desempenho e Avaliação Sócio-econômica. Cláudio R. Miranda & Marcelo Miele (Orgs.). Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. Documentos Embrapa Suínos e Aves, ISSN 0101-6245;120, 201p.

ROSA, C.C.B, Almeida, F.T., Santos Júnior, E.L., Alves, M.G. e Martins, M.L.L. Qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos do Goytacazes (RJ). 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13. Cuiabá, 2004. Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.

SANTA CATARINA. 1998. Lei n°. 10.949, de 09 DE Novembro de 1998. Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas. Disponível em: http://200.192.66.20/alesc/docs/1998/10949_1998_Lei.doc>. Acesso em 10 de Jan. 2014.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. 2003. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028.