



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO BAIRRO NOSSA SENHORA DO PERPÉTUO SOCORRO EM SANTA MARIA – RS

Pedro Daniel da Cunha Kemerich¹, José Luis Silvério da Silva², Leonidas Luiz Volcato Descovi Filho³, Fernanda Volpatto⁴, Éder Moraes Saucedo⁵

RESUMO

Os recursos hídricos subterrâneos são uma importante reserva de água, sendo necessários seu monitoramento e proteção constante. Este trabalho tem como objetivo determinar a vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea na região do Bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro em Santa Maria – RS. Para a determinação da vulnerabilidade utilizou-se a metodologia “GOD”, G – *groundwater hydraulic confinement*; O – *overlying strata*; D – *depth to groundwater table*. Do total de 54 fontes alternativas encontradas, 19 são poços escavados, 23 são poços tubulares, duas são fontes nascentes e 10 poços estão desativados. Dos poços em atividade, 30 utilizam bombas submersas ou compressores (air lift) e em 12, a água é retirada manualmente (poços com balde). Os poços escavados encontram-se como áreas de vulnerabilidade desprezível à alta. Já as duas fontes/nascentes encontram-se em áreas com vulnerabilidade desprezível. Com a realização do trabalho pode concluir que existem diversos poços construídos de forma irregular, apresentando risco à saúde da população que se abastece de água subterrânea para consumo humano. Em áreas de vulnerabilidade considerável é indispensável a realização de monitoramento freqüente da qualidade da água subterrânea para evitar o contato da população com águas poluídas.

Palavras-chave: recursos hídricos subterrâneos; poços escavados; poços tubulares; fontes nascentes; metodologia GOD.

DETERMINATION OF THE NATURAL VULNERABILITY TO CONTAMINATION OF GROUNDWATER IN THE NEIGHBORHOOD NOSSA SENHORA DO PERPÉTUO SOCORRO IN SANTA MARIA - RS

ABSTRACT

Groundwater resources are an important water reserve, requiring their constant monitoring and protection. This study aims determine the natural vulnerability to contamination of groundwater in the area of Bairro Our Lady of Perpetual Help in Santa Maria - RS. To determine the vulnerability was used the "GOD" methodology, G - Groundwater hydraulic confinement O - overlying strata, D - depth to groundwater table (Foster et., 2003). Were analyzed 54 alternative sources: 19 of them are dug wells, 23 are tube wells, two are sources springs and 10 wells are disabled. About wells in operation, 30 of them use submersible pumps or compressors (air lift), and in 12 water is removed manually (bucket wells). The dug wells are in areas that varies of negligible to high vulnerability. The two sources / springs are located in negligible vulnerable areas. Based in this study I could conclude there are several wells constructed in an irregular manner, presenting health risk to the population that uses underground water for human consumption. In areas of considerable vulnerability is essential a frequent monitoring of groundwater quality to avoid human contact with polluted waters.

Keywords: groundwater resources; dug wells; tube wells; springs sources; “GOD” methodology.

Trabalho recebido em 15/02/2011 e aceito para publicação em 17/08/2011.

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/ Centro de Educação Superior Norte – CESNORS – Professor do Curso de Engenharia Ambiental, Engenheiro Ambiental, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

² Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

³ Mestre em Engenharia Civil – UFSM

⁴ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/Centro de Educação Superior Norte – CESNORS – Química

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Aluno do curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente

Endereço para contato: Rua João Naelgen Scherer, 467 – Parque Residencial Dom Antonio Reis – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil – CEP 97065-200 – TEL: +55 (55) 3744-8964 – e-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

Os aquíferos contaminados não podem ser recuperados, e devido a essa situação, prevenir a contaminação é melhor que remedia-la. Assim, para os recursos hídricos, a preservação consiste em estabelecer programas eficientes de proteção dos aquíferos, controlando as atividades humanas, planejando e ordenando a ocupação e o uso do solo (HIRATA *et al.*, 1997).

O Decreto Estadual 23.430/1974 sugere dez metros de perímetro imediato de proteção para os poços. O tamanho dessas zonas de proteção deve ser estabelecido em função da distância ao poço ou em função do tempo estimado de trânsito do contaminante desde sua origem até o ponto de captação do poço no aquífero. Os limites de proteção da “cabeça” do poço podem ser estabelecidos por (USEPA, 2006): raio fixo arbitrário; método do cilindro (raio fixo calculado); formas simplificadas variadas, métodos analíticos simples, mapeamento hidrogeológico e modelagem semi-analítica ou numérica do fluxo e transporte de contaminantes.

No primeiro método fixa-se um raio arbitrário que se supõe ser suficiente para proteção do poço. Diversos países adotam esse tipo de limitação, principalmente para primeira zona, variando o raio dessa zona

de 5m até 10m, sendo mais comum a adoção de valores em torno de 10m. Para as duas outras zonas, é usual estabelecer-se não mais um raio fixo, porém o tempo de trânsito da contaminação até o poço (CABRAL, 2001).

Ribeira (2004) comenta que em hidrologia subterrânea a vulnerabilidade pode consistir na subdivisão em dois termos: vulnerabilidade natural e vulnerabilidade específica. Vrba & Zaparozec (1994 *apud* RIBEIRA, 2004) definem a vulnerabilidade natural ou intrínseca dos aquíferos como a soma de uma série de atributos ou características: o solo, a zona não saturada, os parâmetros hidráulicos e a recarga que controlam a aptidão do aquífero para tomar frente a um impacto indeterminado e sua capacidade de auto-recuperação. Os mesmos autores definem a vulnerabilidade específica como a aptidão do aquífero para fazer frente a um tipo de contaminante/ impacto concretamente, dentro de um contexto sócio econômico específico.

De um modo geral, o termo vulnerabilidade é compreendido como sendo a suscetibilidade do aquífero à contaminação.

A vulnerabilidade natural se costuma calcular e expressar em termos hidrogeológicos, como por exemplo, a profundidade do nível freático, a permeabilidade, etc. Pelo contrário, a

vulnerabilidade específica da água subterrânea costuma-se expressar em termos de riscos frente a um determinado impacto (RIBEIRA, 2004).

O mesmo autor afirma que os aquíferos livres granulares e os aquíferos carbonatados cársticos situam-se como os grupos mais vulneráveis diante de um contaminante potencial. Os primeiros devido a sua relativa e pequena capacidade de autodepuração do terreno. É importante que a posição local do nível freático nesse tipo de aquífero condicione seu grau de vulnerabilidade.

No caso do aquífero Cárstico o mesmo autor comenta que a sua alta vulnerabilidade natural se atribui à velocidade de circulação da água subterrânea relativamente alta e sua escassa interação contaminante-rocha, que provoca uma elevada capacidade de propagação neste meio.

Uma caracterização aproximada da idéia de risco de poluição das águas subterrâneas consiste na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície. Isso significa que se pode ter uma situação de alta vulnerabilidade, porém, sem risco de contaminação se não existir carga poluidora significativa, ou vice-versa. A carga poluidora pode ser controlada ou modificada; mas o mesmo não ocorre com

a vulnerabilidade natural, que é uma propriedade intrínseca do aquífero.

A vulnerabilidade significa a maior suscetibilidade de um aquífero de ser adversamente afetado por uma carga contaminante imposta. Os autores complementam: “É um conceito inverso da capacidade de assimilação de contaminantes de um corpo receptor de água superficial, com a diferença de que os aquíferos possuem uma cobertura de substratos que proporciona maior proteção” (FOSTER e HIRATA, 1993).

Com relação aos fatores que influenciam a vulnerabilidade dos aquíferos, Ribeira (2004) comenta que a vulnerabilidade natural de um aquífero aumenta quanto menor for sua capacidade de atenuação ao impacto e quanto maior for sua acessibilidade. Aprofundando mais, podem-se discriminar os seguintes grupos de parâmetros que influenciam na determinação da vulnerabilidade:

- 1) As características geológicas do aquífero: porosidade primária, tipo e grau de fraturação;
- 2) Os parâmetros hidráulicos do aquífero: sua condutividade hidráulica e sua transmissividade;
- 3) O regime de recarga do aquífero: tanto em seus aspectos quantitativos como a localização espacial, extensão e magnitude;

4) A existência, continuidade e a espessura da zona saturada e no caso de existir as características hidrológicas e de composição dos níveis suprajacentes do solo.

A atividade humana em superfície pode alterar e induzir novos mecanismos de recarga do aquífero, modificando a taxa, a frequência e a qualidade na recarga de águas subterrâneas. O entendimento desses mecanismos e a correta avaliação de tais modificações são fundamentais para a determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas (OSÓRIO, 2004).

É importante lembrar que se existir um aquífero com elevada vulnerabilidade, não significa que este já esteja contaminado, mas sim que esta área é de risco. Sua contaminação ou não vai depender das atividades antrópicas que estão sobre ele localizadas, ou seja, ele pode ser altamente vulnerável, mas não correr nenhum risco de ser contaminado por estar localizado numa área distante de fontes contaminantes, principalmente da presença humana, tais como lixões, cemitérios, distritos industriais entre outros.

Os componentes da vulnerabilidade de um aquífero não são diretamente mensuráveis, mas sim, determinados por meio de combinações de outros fatores. Além disso, dados referentes a vários fatores não podem ser facilmente

estimados ou não estão disponíveis, o que obrigam na prática, uma simplificação no número de parâmetros requeridos.

O objetivo deste estudo foi determinar a vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea na região do Bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro em Santa Maria - RS.

2. METODOLOGIA

A metodologia “GOD” (**G** – *groundwater hydraulic confinement*; **O** – *overlying strata*; **D** – *depth to groundwater table*), elaborada por Foster et al., (2003), foi utilizada para definição dos índices de vulnerabilidade das diferentes áreas representadas pelas unidades geomorfológicas. Os poços escavados foram tomados como base, em virtude da facilidade para a medida do nível estático e devido à inexistência de tubo guia nos poços tubulares.

A estimativa do índice de vulnerabilidade “GOD” seguiu as seguintes etapas, conforme a figura 1: Identificou-se o grau de confinamento hidráulico do aquífero, atribuindo-lhe um índice entre 0,0 a 1,0. Todos foram considerados não confinados, obtendo nota 1,0.

Especificaram-se as características do substrato que recobre a zona saturada do aquífero em termos de: (a) grau de consolidação e (b) litologia, assinalando

um índice a este parâmetro em uma escala de 0,4 a 1,0. Utilizaram-se as informações contidas na Carta de Unidades Geotécnicas da cidade de Santa Maria – RS, escala 1:25.000 (MACIEL FILHO, 1990). Observando-se a principal ocorrência de afloramentos da Formação Caturrita, constituída por arenitos médios a finos róseos, com estratificação cruzada acanalada e planar, intercalada com siltitos vermelhos, de ambiente fluvial. Esta pode apresentar um comportamento hidrogeológico de aquífero, aquíferos e aquícludes em função do paleoambiente e da posição topo-estrutural.

Estimou-se a distância ou profundidade ao nível da água (em aquíferos não confinados) ou profundidade do teto da camada do primeiro aquífero confinado, assinalando um índice a este

parâmetro em uma escala de 0,6 a 1,0, usando-se trena e/ou freatímetro.

O índice final integrado da avaliação de vulnerabilidade a contaminação de aquíferos “GOD” é o produto dos valores obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (desprezível) até 1,0 (extrema).

Para espacialização dos dados e construção dos mapas de vulnerabilidade em coordenadas UTM foi utilizado o programa Surfer 8.0. Utilizaram-se vários interpoladores matemáticos.

Também foram simulados a distribuição espacial em cartogramas da superfície potenciométrica e a altitude, onde foram encontrados os poços e fontes, visando obter-se a tendência do fluxo subterrâneo.

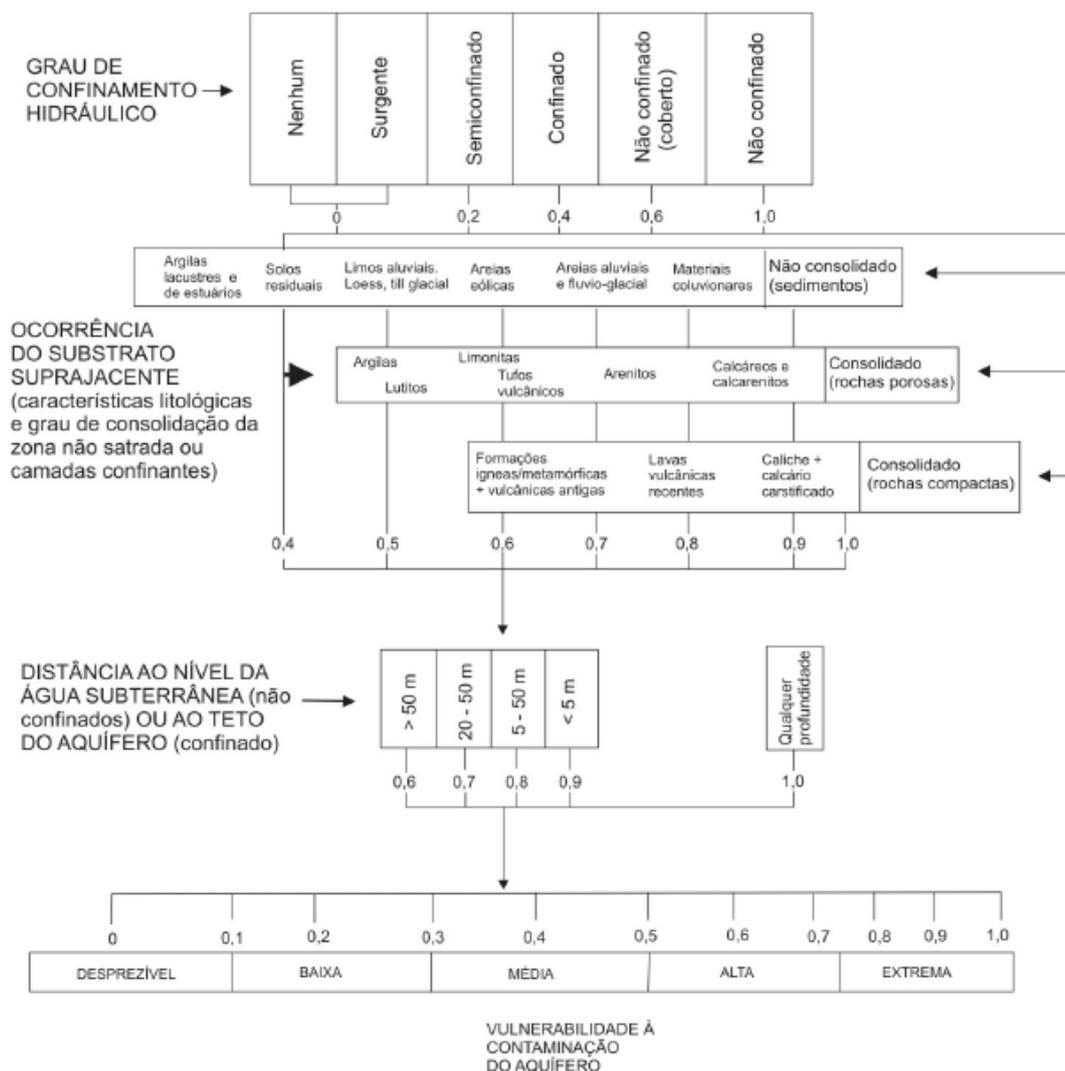


Figura 1- Croqui da metodologia “GOD” para o cálculo do índice de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos.

Fonte: Foster et al., (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Localização e características das fontes alternativas de abastecimento

A figura 2 apresenta a localização dos diferentes tipos de poços encontrados no bairro Nossa Senhora do Perpétuo

Socorro. Do total de 54 fontes alternativas encontradas, 19 são poços escavados, 23 são poços tubulares, duas são fontes nascentes e 10 poços estão desativados. Dos poços em atividade, 30 utilizam bombas submersas ou compressores (air lift) e em 12, a água é retirada manualmente (poços com balde).

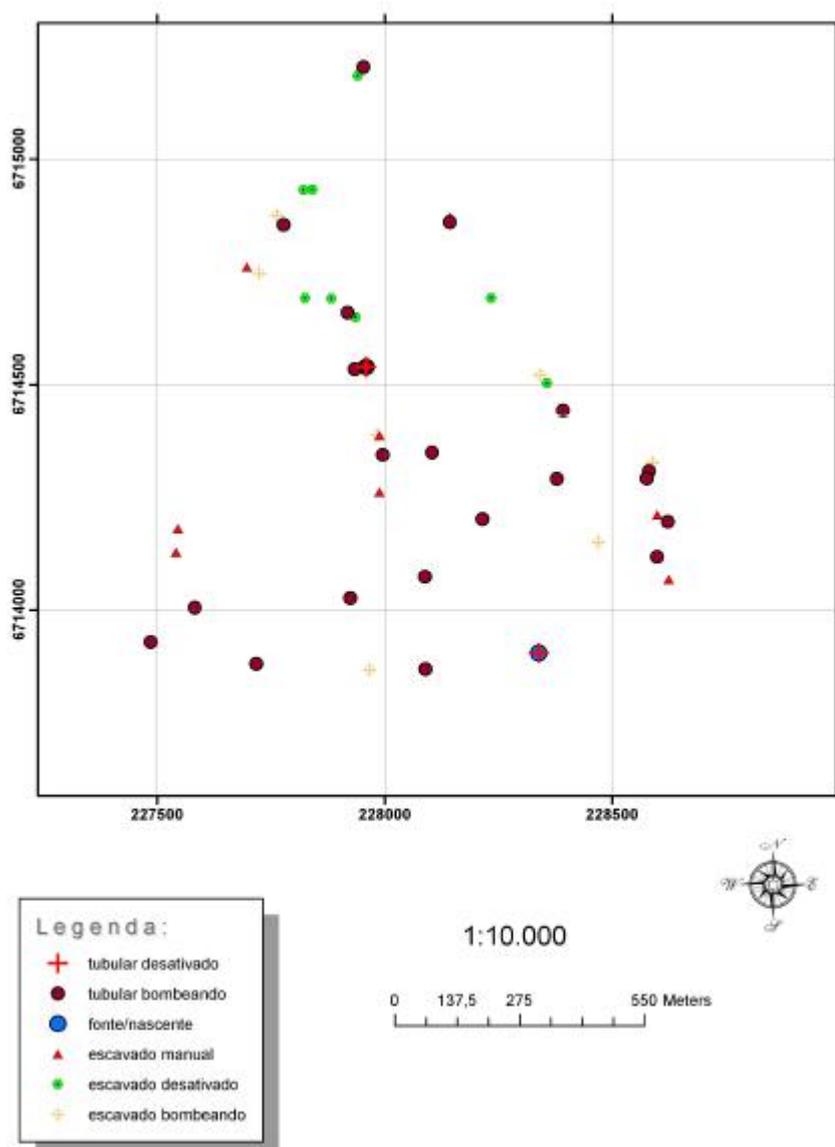


Figura 2 - Localização e espacialização dos poços e fontes do bairro Perpétuo Socorro, Santa Maria - RS (2008).

3.1.1 Nível estático

Foram submetidos a medições somente os poços escavados e fontes nascentes. Sendo que o nível estático variou de 0,20 a 4,90 m conforme ilustrado na figura 3. Ribeira (2004) comenta que a vulnerabilidade natural de um aquífero aumenta quanto menor for sua capacidade

de atenuação ao impacto e quanto maior for sua acessibilidade.

Não foi possível introduzir o cabo do medidor freatímetro, já que os poços tubulares apresentavam tampa de “boca” lacrada sem tubo guia e, portanto, encontravam-se fora da norma ABNT/NBR 12244/2006, a qual diz que “na instalação de equipamento de

bombeamento no poço deve-se colocar uma tubulação auxiliar destinada a medir os níveis da água.” De acordo com o Manual de Perfuração de Poços Tubulares para investigação e captação de água no Sistema Aquífero Guarani (PSAG, 2007) “é recomendado sempre a instalação de uma tubulação de aço galvanizado ou mesmo PVC no diâmetro de ½” ou ¾” com o objetivo de se viabilizar o monitoramento da água em repouso e

durante o bombeamento”. Este tubo para medição do nível da água também é conhecido como tubo guia.

Na figura 3 pôde observar-se que alguns poços tubulares do setor sudeste encontram-se perfurados em distâncias inferiores a 250 metros o que durante o bombeamento pode influenciar no cone de depressão.

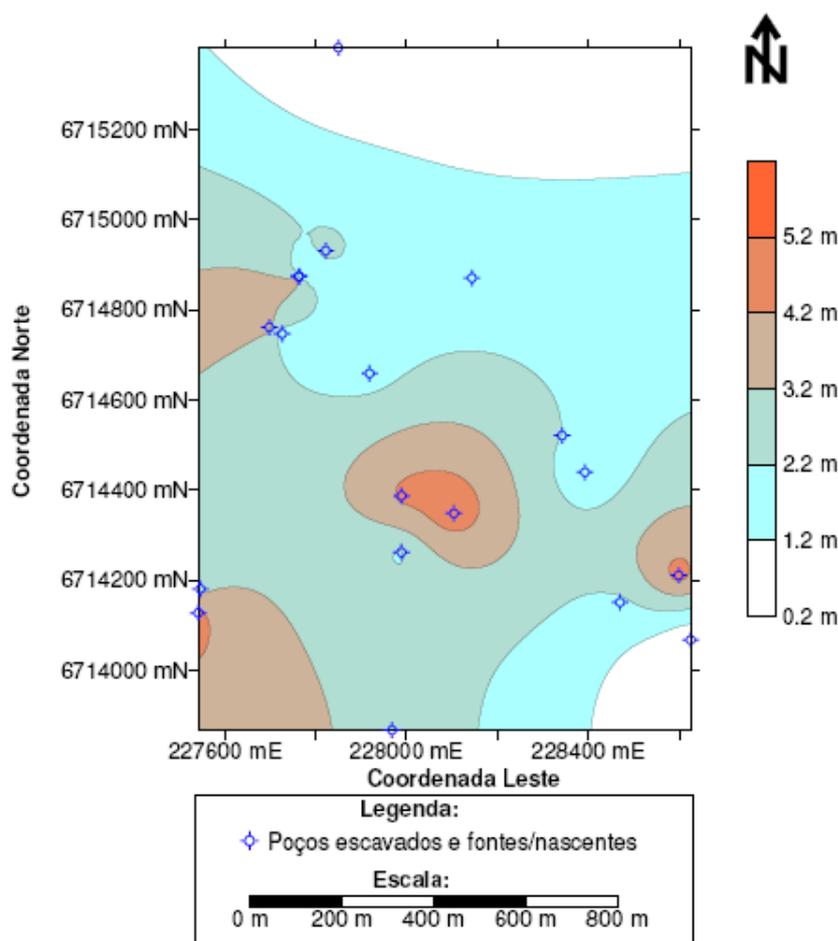


Figura 3 – Cartograma do Nível estático dos 19 poços escavados, Santa Maria - RS (2008).

O Departamento de Recursos Hídricos, Órgão responsável pela Outorga de Uso da água subterrânea da SEMA exige que este seja instalado juntamente

com a laje sanitária em concreto de proteção do poço, conforme ABNT/NBR (12212/2006 e 12244/2006). Ainda exige que haja a medição do nível, o cercamento

da área como perímetro mínimo de proteção do poço com raio de 10 metros. Também é exigido no Decreto n.º 42047/2002 a instalação do hidrômetro para medição do volume de água.

Portanto, nas 54 fontes alternativas de abastecimento de água avaliadas, tanto os poços tubulares, quanto os escavados que utilizam compressores estão em desacordo com as normas vigentes. Os poços tubulares acoplados de compressor, são construídos com máquina perfuratriz atingindo em torno de 100 metros de profundidade, instalados em diâmetros entre 2” e 3”, impossibilitando a introdução do tubo de medição de nível. Dessa maneira a fase de medição de nível torna-se não executável uma vez que esse parâmetro é um dos que é avaliado no método “GOD” segundo Foster *et al.*, (2003).

Utilizando-se o Método “GOD” conforme Foster *et al.*, (2003), verificou-se que todos os poços escavados e fontes nascentes ficaram com nível da água inferior a 5m, obtendo –se assim nota 0,9. Observou-se que não ocorreu artesianismo jorrante na área avaliada. Foram

observados diversos poços os quais não apresentaram conformidades de construção e/ou conservação conforme a NBR 12224/2006.

Dentre estas inconformidades estava o selo de vedação ou sanitário inadequado ou insuficiente, inexistência de laje de proteção, falta de tampa ou tampa inadequada, ausência de tubo guia, detectando-se também que em alguns locais havia presença de fezes de animais nos arredores, acumulação de lixo, embalagens descartadas de produtos químicos, etc. Todos esses fatores isolados ou em conjunto representam risco a saúde das pessoas que utilizam a água dessas fontes alternativas para consumo humano.

Tais condições construtivas, aliadas à falta de limpeza e conservação do entorno dos poços e fontes nascentes, são fatores preocupantes que podem gerar a contaminação da água subterrânea, especialmente em poços escavados com valores baixos de nível estático (Figura 4), os quais podem sofrer influência da água oriunda do escoamento superficial e posterior infiltração no subsolo.



Figura 4 - Poço escavado no nível do terreno sem vedação adequada apresentando risco potencial de contaminação, Santa Maria - RS (2008).

3.1.2 Superfície potenciométrica

A superfície potenciométrica avaliada nos 19 poços escavados variou de 58,62 a 176,78 metros. Observa-se que estes poços são rasos e apresentam elevado potencial de contaminação. Este valor será

mais bem avaliado no parâmetro “D”, profundidade do nível da água no método “GOD” (FOSTER *et al.*, 2003).

A figura 5 ilustra a variação da superfície potenciométrica dos poços escavados e o fluxo preferencial da água subterrânea.

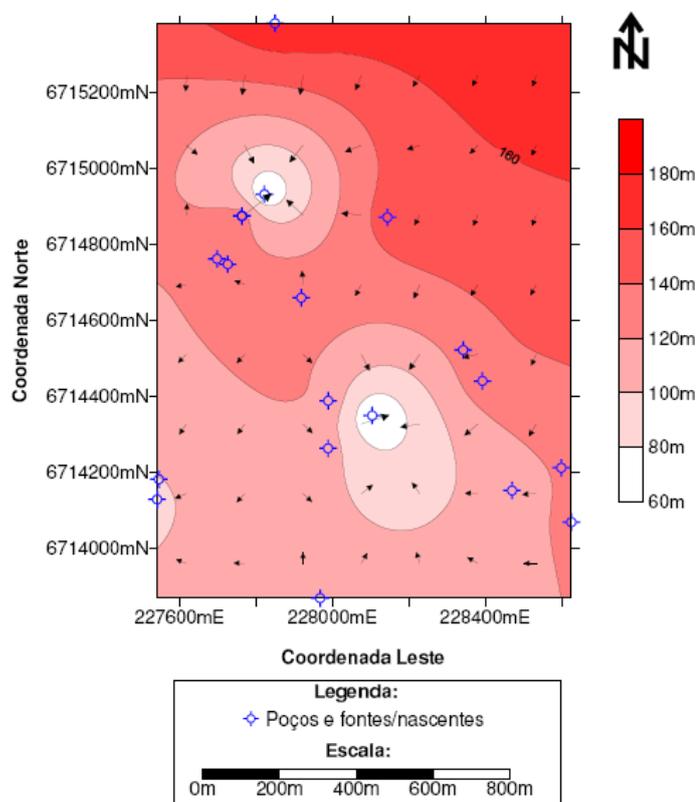


Figura 5 – Variação da superfície potenciométrica dos poços escavados e o fluxo preferencial de água subterrânea, Santa Maria - RS (2008).

A coluna de água sobre o datum nível do mar (Porto de Imbituba –SC) varia numa amplitude de 145 metros, representando o peso de uma coluna de água sobre o datum vertical, supondo-se que todos os espaços porosos granulares estejam preenchidos por água (HEATH, 1983).

Nota-se a ocorrência de altos potenciométricos nas porções Norte e

Nordeste do cartograma, favorecendo fluxos subterrâneos divergentes para Sul, Sudoeste e ainda dois pontos da porção Central. A altitude em que se encontram instalados os poços tubulares, escavados e fontes nascentes variou de cotas altimétricas de 61,57 a 176,98 metros conforme ilustrado na Figura 6.

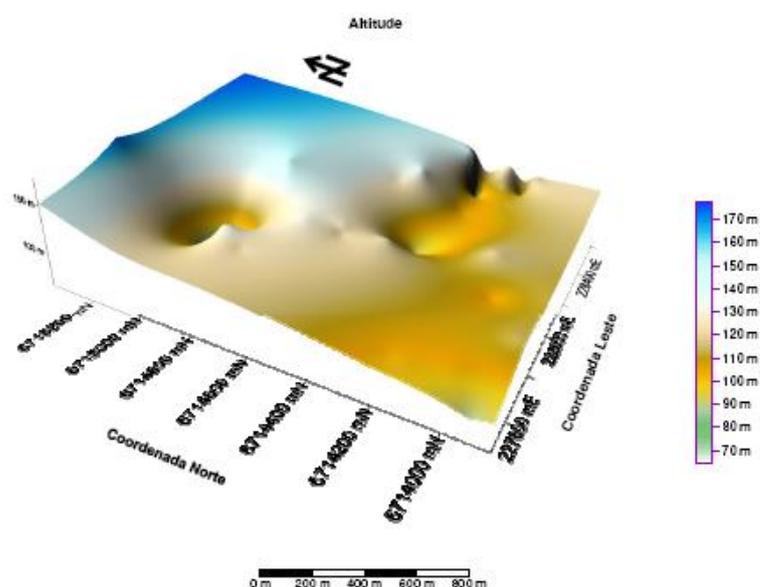


Figura 6 - Variação da cota altimétrica dos poços e fontes nascentes, Santa Maria - RS (2008).

A análise estatística dos dados e a aplicação do método de Poisson nos valores de superfície potenciométrica e altitude dos poços tubulares, escavados e fontes nascentes demonstrou que os mesmos não apresentaram relação significativa. Os poços escavados foram encontrados no intervalo de 61,57 a 176,98 metros de profundidade sendo que tiveram maior ocorrência no intervalo de 102,48 – 129,25 metros, conforme Quadro 1, penetrando arenitos pertencentes à Formação Caturrita e/ou Formação Santa Maria - Membro Passo das Tropas (GASPARETTO *et al.*, 1990; MACIEL FILHO, 1990). Salienta-se que no bairro estudado não há ocorrência de artesianismo como ocorre em outras localidades de Santa Maria como na Avenida Borges de Medeiros.

Quadro 1 - Frequência das cotas altimétricas dos poços escavados.

Intervalo (m)	Frequência	%
61,57 - 96,71	6	31,6
102,48 - 129,25	7	36,8
130,23 - 176,98	6	31,6
Total	19	100

As duas fontes nascentes ficaram localizadas no intervalo de 130,23 - 176,98 metros. Com relação aos poços tubulares, estes foram encontrados em todos os

intervalos com maior ocorrência na faixa de valores de 102,48 – 129,25 metros (Quadro 2).

Quadro 2 - Frequência das cotas altimétricas dos poços tubulares.

Intervalo (m)	Frequência	%
61,57 - 96,71	5	21,7
102,48 - 129,25	12	52,2
130,23 - 176,98	6	26,1
Total	23	100

3.2 Vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea no Bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro

Com a utilização da Metodologia “GOD” (Foster *et al.*, 2003) e a construção do cartograma de vulnerabilidade natural à contaminação para os poços escavados e fontes/nascentes (Figura 7), observa-se que a vulnerabilidade variou de 0 a 0,6.

Com isso pôde-se caracterizar a área onde os poços escavados encontram-se como áreas de vulnerabilidade desprezível à alta. Já as duas fontes/nascentes estão situadas em áreas com vulnerabilidade desprezível.

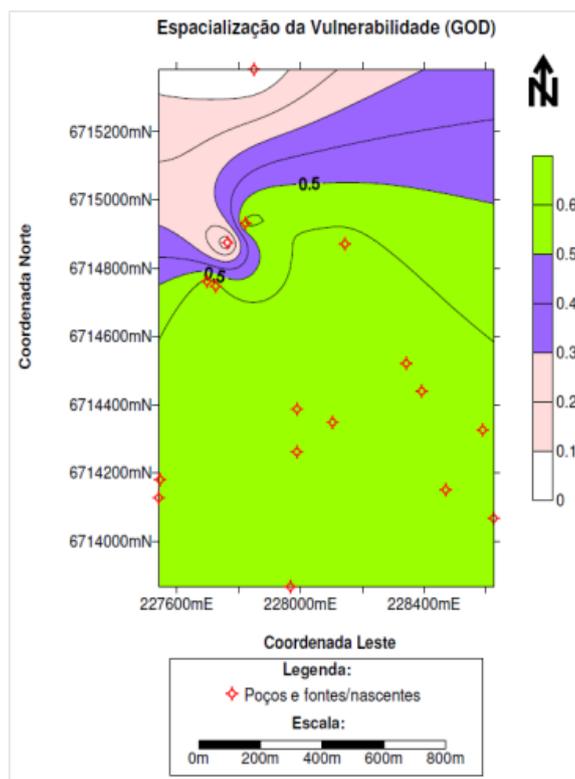


Figura 7 - Cartograma de vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea no Bairro Perpétuo Socorro, Santa Maria - RS (2008).

4. CONCLUSÃO

Existem diversos poços construídos de forma irregular, apresentando risco à saúde da população que se abastece de água subterrânea para consumo humano. Nos poços escavados tem-se vulnerabilidade natural à contaminação variando de média a alta, nas fontes/nascentes a vulnerabilidade é desprezível.

Em áreas de vulnerabilidade considerável é indispensável à realização de monitoramento freqüente da qualidade da água subterrânea para evitar o contato da população com águas poluídas.

5. REFERÊNCIAS

- ALLER, L. *et al.* **DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings.** US. 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT. **Construção de poço para captação de água subterrânea: NBR 12244.** Rio de Janeiro, 1992. 6p. Atualizada em 2006. 10p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT. **Construção de poço para captação de água subterrânea: NBR 12244.** Rio de Janeiro, 1992. 6p. Atualizada em 2006. 10p.
- _____. **Projeto de poço para captação de água subterrânea: NBR 12212.** Rio de Janeiro, abr.1992. 5p, atualizada em 2006. 10p.

- CABRAL, J. et al. **Recursos Hídricos Subterrâneos**. In: Paiva, J. B. D. e Paiva, E. M. C. D. (Org.) Hidrologia aplicada à gestão de pequenas Bacias Hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001. p. 237-277.
- FOSTER, S. S. D. et al. **Protección de la calidad del agua subterránea**. Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Edición en español. 2003. 115p.
- FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes**. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 92 p.
- FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. **Contaminación de las aguas subterráneas. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud**, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente. Lima, Peru, 1987.
- GASPARETTO, N. V. L. et al. **Mapa Geológico da Folha de Santa Maria e Nota explicativa**. FINEP - UFSM, 1990. Escala 1:50.000.
- HEATH, R. C. **Hidrologia básica de águas subterrâneas**, Denver: 1983. 86 p. USGS Paper n.º. 20. Tradução para o português. Wrege, M.; Potter, P. (Trad.) Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.
- HIRATA, R. et al. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. Secretaria do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Geológico, CETESB, DAEE, 1997. 2 v. 128p.
- HIRATA, R. **Principales métodos para la determinación de la vulnerabilidad y riesgo de contaminación de acuíferos**. Disponível em: <<http://www.medioambienteonline.com/figures/hirata1cuadro2.htm>> . Acesso em: 07 jun 2006.
- MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitária – UFSM. Santa Maria, 1990. Escala 1:25.000.
- OSÓRIO, Q. da S. **Vulnerabilidade Natural de Aquíferos e Potencial de Poluição das Águas Subterrâneas**. 2004. 139f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- RIBEIRA, F. **Calidad, contaminación y protección de acuíferos** In: **III CURSO HISPANOAMERICANO DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**. 4 de outubro a 3 de dezembro de 2004, Montevideo – UY, 2004.
- RIO GRANDE DO SUL. **Decreto n.º 23.430 de 24 de outubro de 1974**. Decreta o Código Sanitário do Estado do Rio Grande do Sul, dispõe sobre a promoção, proteção e recuperação da saúde pública. Porto Alegre, 1974.
- RIO GRANDE DO SUL. **Decreto n.º 42.047, de 26 de dezembro de 2002**. Regulamenta disposições da Lei n.º 10.350, de 30 de dezembro de 1994, 2002.