

QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DO BAIRRO PERPÉTUO SOCORRO DE SANTA MARIA – RS¹

*QUALITY OF THE UNDERGROUND WATER OF PERPÉTUO
SOCORRO NEIGHBORHOOD, SANTA MARIA - RS*

**Valéria Carvalho de Assis Brasil Souza², Vinicius Prates Soares²,
Anderson Vêras Maciel³ e Pedro Daniel da Cunha Kemerich⁴**

RESUMO

Realizou-se o cadastramento dos poços e de fontes alternativas de água do Bairro Perpétuo Socorro, na cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul (RS), a fim de determinar a qualidade da água e a classe de vulnerabilidade à contaminação das fontes alternativas de abastecimento de água. Na determinação da qualidade da água subterrânea, foram analisados os seguintes itens: cor aparente, sólidos totais dissolvidos, turbidez, temperatura do ar e da água, condutividade elétrica, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio – DBO – e coliformes totais. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões de potabilidade, segundo a Portaria n.º 518 do Ministério da Saúde, de março de 2004, que estabelece os padrões de potabilidade. Para a definição da vulnerabilidade das diferentes áreas representadas pelas unidades geomorfológicas, foi utilizado o método “GOD” (G – *groundwater hydraulic confinement*; O – *overlying strata*; D – *depth to groundwater table*), gerando-se os mapas por meio do programa *Surfer* 8.0. Os resultados obtidos, quanto à qualidade e às condições de potabilidade, em diversos poços, não estavam de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria n.º 518 do Ministério da Saúde. Dessa forma, podem ser geradas doenças veiculadas pela água, causando danos à saúde e à qualidade de vida da população.

Palavras-chave: vulnerabilidade, contaminação, saúde.

ABSTRACT

It has been made a register from wells and alternative water fountains located in Perpétuo Socorro neighborhood in Santa Maria – RS,

¹ Trabalho Final de Graduação – TFG.

² Acadêmicos do Curso de Engenharia Ambiental – UNIFRA.

³ Laboratorista do Curso de Engenharia Ambiental – UNIFRA.

⁴ Orientador – UNIFRA.

determining the quality of water and the vulnerability class to contamination of alternative water fountains. To define the quality of subterranean water were analyzed its apparent color, total dissolved solids, turbidity, air and water temperature, electric conductivity, pH, alkalinity, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand – BOD and total coliforms. The results obtained were compared to potability patterns according to “Portaria N.º 518 - Ministério da Saúde, from March 2004” that establishes potability patterns. To define vulnerability from different areas represented by the geomorphologic units, it was used the “GOD” (G – groundwater hydraulic confinement; O – overlaying strata; D – depth to groundwater table) method, generating the maps using Surfer 8.0 Program. The results obtained from quality and potability conditions in many wells, were not according to the patterns established by Portaria N.º 518 from the Health Department, what may cause illnesses propagated by water with damages to population’s health and quality of life.

Keywords: *vulnerability, contamination, health.*

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os problemas ambientais tem ocupado posição de destaque na mídia e em órgãos públicos de muitos países, principalmente com a degradação dos corpos d’água. Isso não está ocorrendo por acaso, pois, há algum tempo, a sociedade considera como prioritárias as questões ligadas ao meio ambiente, o que demanda respostas rápidas e adequadas aos problemas que se apresentam: a preservação, a proteção e a melhoria da qualidade das águas.

No Brasil, a utilização das águas subterrâneas ainda é feita de forma improvisada. Com isso, podem acontecer problemas como: interferência de água entre poços, redução dos fluxos de base dos rios, impacto em áreas encharcadas e redução das descargas de fontes ou nascentes. Cabe acrescentar que os poços abandonados geralmente se transformam em focos de poluição dessas águas, principalmente aqueles localizados no meio urbano.

Atualmente, por causa dos problemas de contaminação, a oferta de água doce superficial e de qualidade diminuiu. Dessa maneira, o homem volta-se, cada vez mais, para a extração de água dos aquíferos subterrâneos, justificando essa atitude em razão do baixo custo de captação, adução e também porque, na maioria das vezes, não se faz necessário nenhum tipo de tratamento, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação natural da água, tornando-a potável.

Apesar de as águas subterrâneas serem a maior reserva de água doce

do planeta e terem uma maior proteção aos impactos danosos, elas sofrem com a poluição pontual devido ao crescimento das atividades humanas em áreas urbanas, rurais, industriais, agropecuárias e mineradoras. Acrescenta-se a esses o problema da contaminação dispersa, o que dificulta ainda mais a identificação e localização das fontes poluidoras.

Além disso, o monitoramento dos mananciais subterrâneos é muito dispendioso e demorado, sendo que, na maioria das vezes, a contaminação só aparece quando as substâncias nocivas surgem nos reservatórios de água, já espalhadas por uma grande área.

Vê-se, então, que a problemática dos recursos hídricos é evidente nos dias de hoje, o que demonstra a necessidade de um melhor trato para com esse bem indispensável à vida na Terra.

Com base no tema exposto, neste trabalho, o objetivo geral é determinarem-se parâmetros físicos, químicos e biológicos para estabelecer a condição de potabilidade da água subterrânea do bairro em estudo e os objetivos específicos: (i) caracterizar os parâmetros físicos da água dos poços (cor aparente, sólidos dissolvidos totais, turbidez, temperatura da água, temperatura do ar, condutividade elétrica); (ii) determinar os parâmetros químicos (pH, alcalinidade total, oxigênio dissolvido, DBO); (iii) avaliar a contaminação biológica (coliformes totais); (iv) gerar mapas temáticos e avaliar a vulnerabilidade da água subterrânea, retratando as características do bairro em estudo, na cidade de Santa Maria – RS, área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A água é, aparentemente, muito abundante, cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície total do planeta. Entretanto, de toda água existente na Terra, 93,7% são águas salgadas e 2,7% doce. Do total de água doce disponível, 78,1% encontram-se nas geleiras e 21,5% correspondem aos reservatórios de águas subterrâneas. As águas superficiais são menos de 1% do total, sendo que 0,33% se encontra nos lagos; 0,035%, na atmosfera, e 0,03% flui nos rios. Assim como os recursos hídricos de superfície, a quantidade de água subterrânea se distribui de forma muito desigual no planeta (PAIVA; PAIVA, 2001).

Segundo Feitosa e Manoel Filho (1997), no período de 1970 a 1975, foram perfurados cerca de 300 milhões de poços no mundo. Essas obras fornecem água subterrânea para o abastecimento de mais de 50% da população do planeta e para irrigação de, aproximadamente, 90 milhões de hectares. No Brasil, a falta de controle na utilização da água subterrânea, provavelmente, não permita fazer estimativas sem erros significativos.

O impacto ambiental que decorre na contaminação das águas subterrâneas vem preocupando as pessoas, não só pelo problema de degradação qualitativa, mas também pela série de impactos à saúde humana e meio ambiente. Quando a contaminação acontece, a remoção é muito mais difícil do que nas águas superficiais, podendo, em alguns casos, tornar-se irreversível. Isso se deve ao lento movimento das águas subterrâneas, sobretudo, em camadas de materiais finos, intercaladas em formações de permeabilidade mais alta e a fenômenos de adsorção e trocas iônicas na superfície da matriz sólida. Tais fenômenos são significativos quando existem materiais argilosos presentes no aquífero (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

É fato que os aquíferos contaminados não podem ser recuperados. Por isso, prevenir a contaminação é melhor que exterminá-la. Assim, para os recursos hídricos, faz-se necessário o estabelecimento de programas claros e eficientes de proteção dos aquíferos para controlar as atividades humanas, para planejar e ordenar a ocupação e o uso do solo (HIRATA et al., 1997).

Segundo Brollo et al. (2000), a avaliação da vulnerabilidade de aquíferos à contaminação constitui um dos aspectos de maior importância para subsidiar o planejamento de uso do solo e para gerenciar a instalação e o funcionamento de empreendimentos potencialmente impactantes aos recursos hídricos subterrâneos. Esse tipo de avaliação, portanto, é de grande importância para subsidiar a gestão ambiental de territórios diante das mais diversas atividades antrópicas.

A cidade de Santa Maria está localizada no centro geográfico do Estado do Rio Grande do Sul e, por esse motivo, é conhecida como “Coração do Rio Grande”. Está entre as coordenadas 29° 39’ 31” e 29° 39’ 56” de latitude sul da Linha do Equador e a 53° 39’ 56” a 53° 53’ 56” de longitude oeste de Greenwich. Situa-se na Região Geográfica Sul, Mesorregião Geográfica Ocidental Rio-Grandense e Microrregião Geográfica Santa Maria. Segundo a SEMA (2003), Santa Maria pertence à Região Hidrográfica do Guaíba e à Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim (G60). Quanto à drenagem, segundo Maciel Filho (1997), tem seu traçado de detalhe ligado a vales de folhas ou simples fraturas, sendo que apenas possuem vales com planícies de inundação expressiva os arroios Vacacaí-Mirim e Cadena.

O aumento demográfico trouxe sérios problemas a Santa Maria, dentre eles, à área habitacional, com o aumento de favelas, sendo muitas delas em áreas irregulares, como às margens das estradas rodoviárias e ferroviárias, das áreas de várzea e da encosta do planalto.

É importante ressaltar que o crescimento populacional aumentou a frota de veículos. Pelo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), a frota de Santa Maria era de 112.330 automóveis.

Somam-se à frota local, os automóveis provenientes de outras localidades, os quais chegam a Santa Maria devido à atração de seu setor terciário. Nos últimos anos, isso gerou o surgimento de inúmeros postos de combustíveis na cidade, para abastecer essa frota crescente de veículos. Com esses postos, aumentou o número de lava-jatos. Cabe ressaltar que a grande maioria desses postos não possui alvará da Prefeitura Municipal para funcionamento, portanto, não sofrem a devida fiscalização. Dessa forma, muitos desses postos têm poços tubulares e despejam as águas da lavagem, sem nenhum tratamento, diretamente em cursos d'água, podendo afetar a qualidade das águas subterrâneas.

Com uma população cada vez maior, Santa Maria também terá, conseqüentemente, um maior número de óbitos, mais enterros e mais *necrochorume* nos cemitérios. No município de Santa Maria, estão localizados seis cemitérios, que se encontram em área urbana ou de expansão urbana. Com a expansão da população urbana, há o aumento da produção de esgoto *in situ* e do lixo, que é depositado no lixão da Caturrita. Destaca-se, como agravamento, que grande parte da cidade não possui rede de esgoto e que o lixão da Caturrita encontra-se sobre a área de recarga de um dos maiores aquíferos da região, o Aquífero Passo das Tropas, pertencente à Formação Santa Maria (CPRM, 1994; DUTRA, 2001; BRUM, 2004).

Outro aspecto a ser ressaltado é a localização do Distrito Industrial, no qual inúmeras indústrias obtêm água do Aquífero Guarani subterrâneo e outras ainda dispõem resíduos na superfície do terreno (DUTRA, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL EM ESTUDO

O trabalho em questão foi desenvolvido no Bairro Perpétuo Socorro, na cidade de Santa Maria, RS, ilustrado na figura 1.

O Bairro limita-se ao leste, pela Rua Luiz Mallo; ao sul, pelos trilhos da Viação Férrea; ao oeste, pelas ruas Anselmo Zock e Adolfo Ungaretti; e ao norte é iniciado pela crista do morro, prolongando-se até o Monumento Ferroviário.

O Perpétuo Socorro, segundo informações da Associação de Moradores, possui cerca de 6.700 habitantes, distribuídos em 1.800 unidades habitacionais, sendo composto, basicamente, por uso residencial. Há no bairro dois clubes esportivos, um posto de gasolina, um hospital e uma fábrica de refrigerantes.

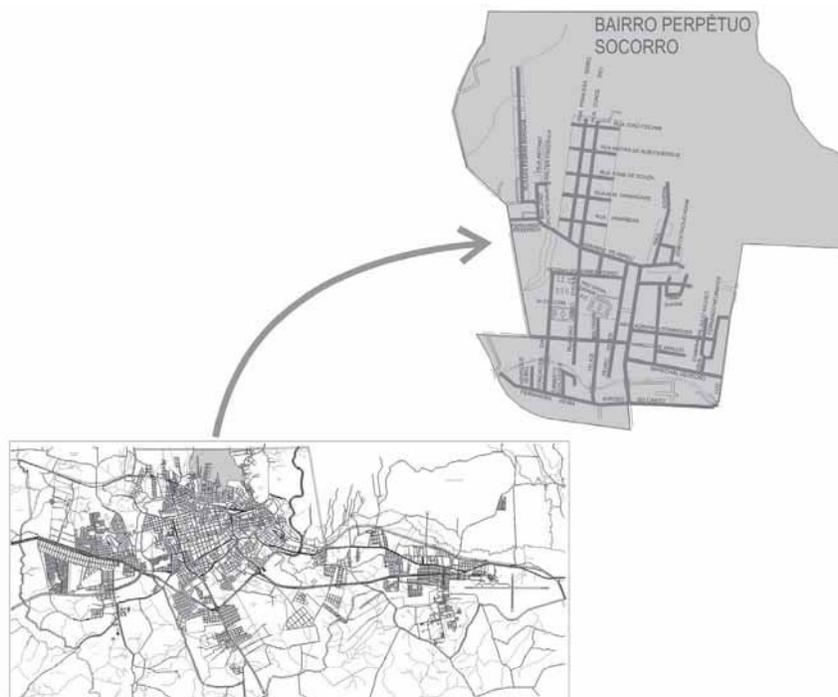


Figura 1. Localização do bairro Perpétuo Socorro e ruas percorridas.

CADASTRAMENTO DOS POÇOS

O cadastramento dos poços foi realizado por meio de visitas às residências do Bairro Perpétuo Socorro, no período de 14 de setembro a 24 de outubro de 2006. O número de poços, os tipos, as localizações e situações em que se encontram foram levantados nessas visitas.

Instrumentos utilizados

Os instrumentos utilizados foram uma planilha, na qual foram anotados os dados coletados, quanto à situação de funcionamento, uso da água e o tipo dos poços a fim de gerar um cadastro; uma trena de 20 metros; um GPS topográfico da marca Trimble, modelo GeoExplorer 3 e uma máquina fotográfica digital.

DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE AMOSTRAGEM

Localização dos pontos de amostragem

Os poços encontrados em funcionamento foram analisados para

determinar a qualidade da água, não foram coletadas amostras de água dos poços desativados.

Procedimento de coleta e identificação das amostras

As amostras foram coletadas, manualmente, nos poços que não possuíam bomba d'água. O acondicionamento foi feito em garrafas plásticas de 2.000 mL, devidamente rotuladas e identificadas de acordo com o número dos poços cadastrados.

DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE

As análises foram realizadas com os instrumentos e as metodologias descritas no quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros analisados.

Parâmetros físicos	Equipamentos: marca e modelo	Referências
Cor aparente	Colorímetro/Aqua-Tester/611-A	Portaria, n.º 518
Sólidos dissolvidos totais	*	Macêdo (2003)
Turbidez	Turbidímetro Portátil/2100P	Portaria, n.º 518
Temperatura da água	Incoterm /0,5°C/168453/01	–
Temperatura do ar	Hygrotherm/0,1°C/7429	–
Condutividade elétrica	Condutivímetro/Analion/C 708	Macêdo (2003)
Parâmetros químicos	Equipamentos	Referências
pH	pH-metro/Analion/PM 608	Macêdo (2003)
Alcalinidade total	*	Macêdo (2003)
Oxigênio dissolvido	Oxímetro/Digimed/DM-4	Macêdo (2003)
DBO	*	Macêdo (2003)
Parâmetros biológicos	Equipamentos	Referência
Coliformes totais	*	Alexander, 1982

* Em razão do grande número de materiais utilizados, esses não foram discriminados no quadro.

Os parâmetros físicos, como a cor aparente e a turbidez, foram realizados na Estação de Tratamento de Água de Santa Maria (ETA – CORSAN), seguindo a Portaria do Ministério da Saúde, n.º 518 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

Os parâmetros químicos e os biológicos foram analisados no Laboratório de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), no período de 15 de setembro a 13 de novembro de 2006, utilizando-se, para as determinações: água destilada/deionizada, vidrarias e equipamentos específicos para cada método.

ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

Os valores obtidos na análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foram comparados com os valores estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde, n.º 518, a qual estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO E REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

A metodologia “GOD” (G – *groundwater hydraulic confinement*; O – *overlying strata*; D – *depth to groundwater table*), elaborada por Foster e Hirata (1988) foi utilizada para a definição da vulnerabilidade das diferentes áreas representadas pelas unidades geomorfológicas. Os poços escavados foram tomados como base, em virtude de uma maior facilidade para a medida do nível estático.

A estimativa do índice de vulnerabilidade “GOD” segue as seguintes etapas:

- 1) identificar o grau de confinamento hidráulico do aquífero, atribuindo-lhe um índice entre 0,0 a 1,0;
- 2) especificar 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;
- 3) estimar 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.

O índice final integrado de vulnerabilidade de aquíferos “GOD” é o produto dos índices obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (desprezível) até 1,0 (extrema). Os dados da vulnerabilidade foram

calculados por meio da metodologia “GOD” ilustrada na figura 2. Utilizou-se o software *Surfer* 8.0 para espacializar os dados em dimensões, o que gerou os mapas de vulnerabilidade dos poços.

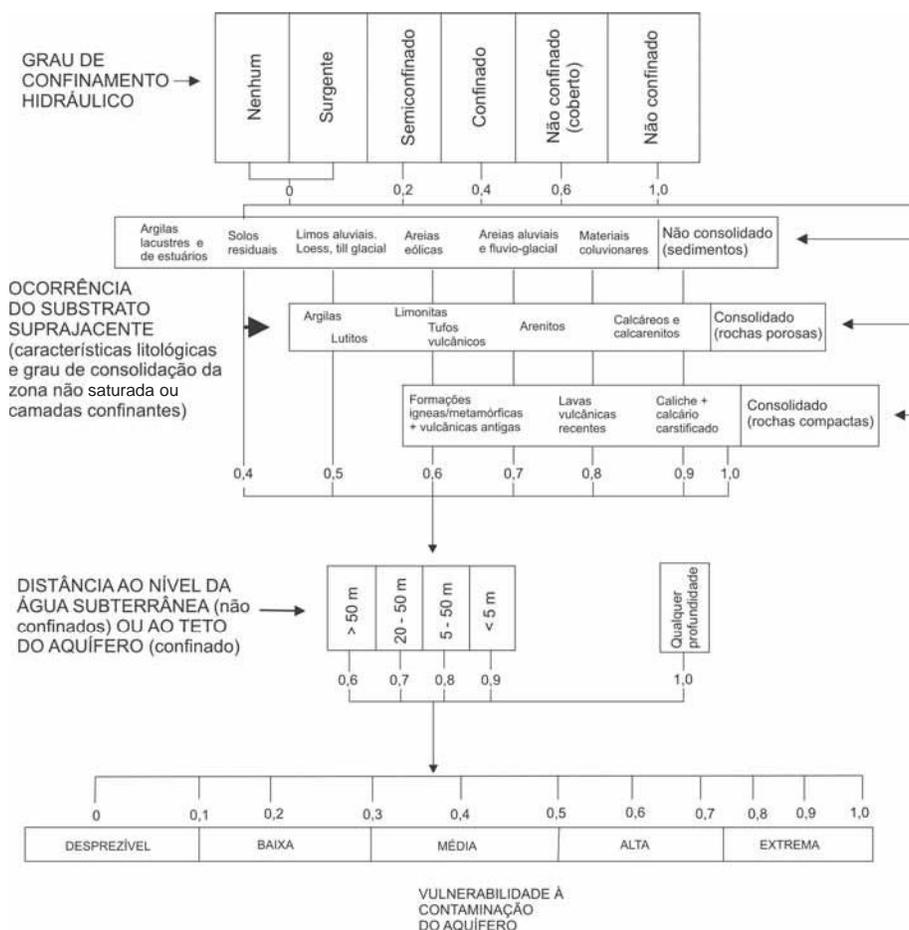


Figura 2. Croqui da metodologia “GOD” para o cálculo de vulnerabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS

Na figura 3, ilustra-se a localização dos diferentes tipos de poços encontrados no Bairro Perpétuo Socorro. Do total de 54 fontes alternativas encontradas, 19 são poços escavados, 23 são poços tubulares, uma é fonte

nascente, uma é vertente e 10 poços estão desativados. Dos poços em atividade, 30 utilizam bombas, e em 12, a água é retirada manualmente.

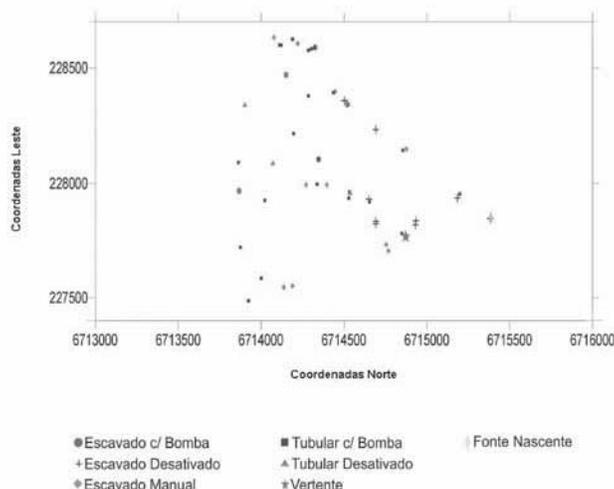


Figura 3. Localização e espacialização dos poços do Bairro Perpétuo Socorro.

PARÂMETROS FÍSICOS

Cor aparente

A Portaria n.º 518, de 2004 estabeleceu que o valor máximo da cor aparente é de 15uH. O valor médio de cor aparente obtido nos poços do Bairro Perpétuo Socorro foi de 11,0uH, com um desvio padrão de 9,3, sendo o valor mínimo de 2uH e o máximo de 40uH. Dentre os poços analisados, os escavados foram os que mais ultrapassaram o valor máximo permitido, representado pela linha em vermelho, e causando um aspecto negativo na aparência da água. Contudo, isso não apresenta risco à saúde humana. Esses valores elevados podem estar relacionados a uma grande quantidade de substâncias dissolvidas, ferro e manganês, pela decomposição de matéria orgânica e, também, pela presença de esgotos domésticos e industriais. Cabe ressaltar que a análise dos parâmetros demonstrou que 2 dos 23 poços tubulares e 9 dos 19 poços escavados apresentaram valores acima do normatizado, conforme a figura 4.

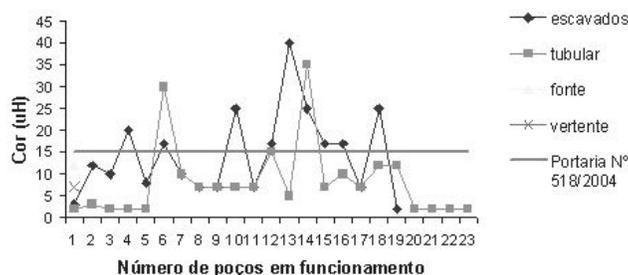


Figura 4. Variação da cor aparente dos diferentes poços.

Turbidez

Ao observar a figura 5, percebe-se que 2 dos 23 poços tubulares e 8 dos 19 poços escavados encontram-se fora do limite máximo de 5UT, conforme a mesma Portaria. Cabe ressaltar, que o valor médio obtido foi de 3,86UT com um desvio padrão de 6,28, apresentando um valor mínimo de 0,3 e máximo de 31UT. Os poços escavados foram os que mais apresentaram valores acima do normatizado. A turbidez altera o aspecto cristalino da água, deixa-a com uma aparência opaca, merecendo cuidados no uso pelo homem.

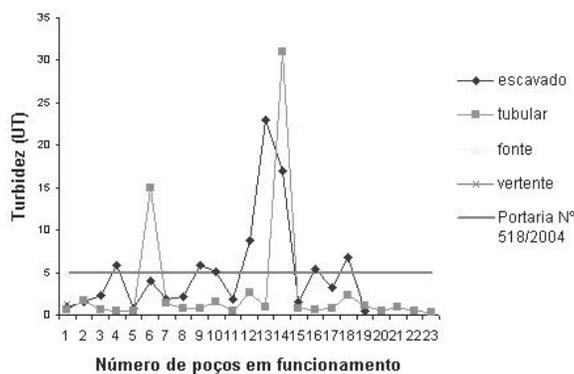


Figura 5. Variação da turbidez dos diferentes poços.

Sólidos totais dissolvidos

A figura 6 apresenta os resultados obtidos para os sólidos totais dissolvidos. Nenhum dos poços analisados ultrapassou o valor máximo de 1000 mg.L⁻¹, conforme a Portaria n.º 518, de 2004. O valor médio

encontrado foi de $237,7 \text{ mg.L}^{-1}$ com um desvio padrão de 203,2. Os valores máximo e mínimo ficaram estabelecidos em 20 e 920 mg.L^{-1} , respectivamente. Possivelmente, os valores mais altos estão relacionados à presença de substâncias dissolvidas ou em estado coloidal presentes nas amostras.

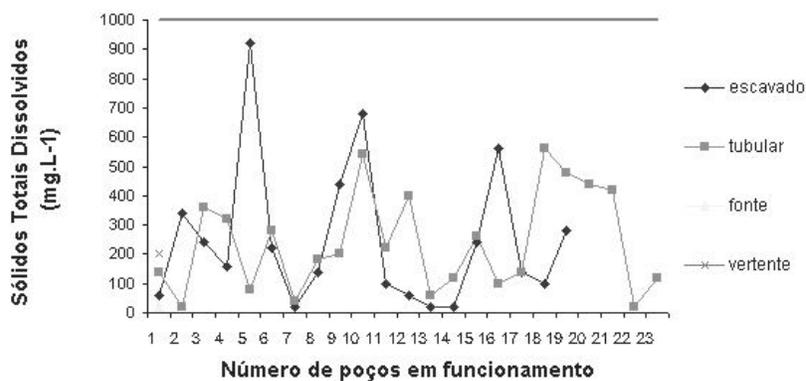


Figura 6. Quantidade de sólidos totais dissolvidos dos diferentes poços.

Temperatura do ar e da água

A determinação desses parâmetros foi julgada importante, apesar de eles não serem sugeridos na Portaria. Isso em virtude de se verificar a sua variação e o grau de dependência entre eles. A figura 1 apresenta os valores obtidos. Salienta-se a proximidade entre esses valores, evidenciando sua inter-relação.

Tabela 1. Valores da temperatura da água e do ar

	Temperatura (°C)	
	Água	Ar
Média	24,25	25,62
Desvio padrão	2,96	3,05
Valor mínimo	13,5	20,3
Valor máximo	32	31,8

Condutividade elétrica

A Portaria n.º 518, de 2004, não faz referência a valores máximos ou mínimos de condutividade elétrica. No entanto, segundo Chapman e Kimstach (1998), a condutividade elétrica em águas doces varia de 10 a 1.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. O valor médio obtido nas águas dos poços analisados foi de 32,52 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ com um desvio padrão de 15,82. Os valores mínimo e máximo são, respectivamente, 6 e 90,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Valores baixos, como os obtidos em todos os poços, indicam que a água é desmineralizada, apresenta baixíssimas concentrações de sais dissolvidos, e podem ser consideradas como águas leves.

PARÂMETROS QUÍMICOS

pH

Os valores de pH encontrados demonstraram que 30,4% dos poços tubulares, 31,5% dos escavados e 100% das fontes nascentes e vertentes apresentaram resultados abaixo do estabelecido pela Portaria n.º 518, de 2004, que compreende o intervalo entre 6 e 9,5. Conforme a figura 7, o valor médio de pH encontrado foi de 6,1 com um desvio padrão de 0,9. O pH mínimo encontrado foi de 3,24 e o máximo de 7,8. O pH mínimo foi de uma fonte nascente. Cabe lembrar que esse pH baixo é um fator preocupante ao consumo humano devido à característica ácida. Já o pH ácido pode ser devido a uma contaminação interna ou externa no local.

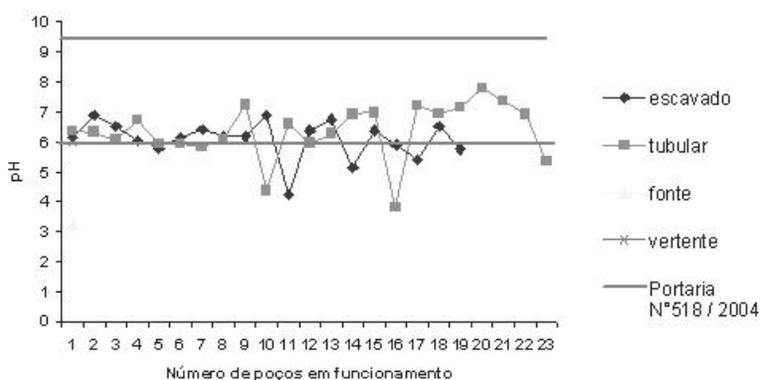


Figura 7. Valores médios do pH da água de diferentes fontes.

Alcalinidade

Não há referência à alcalinidade na Portaria n.º 518, de 2004. A alcalinidade, geralmente, é causada por sais alcalinos, principalmente, de sódio e cálcio. O intervalo médio encontrado, nas águas dos poços analisados, foi de $60,3 \text{ mg.L}^{-1}$ de CaCO_3 e o desvio padrão, de 43,3, com valores mínimos e máximos, na ordem de 0 e 171 mg.L^{-1} de CaCO_3 estando estes dentro da normalidade, não indicando uma grande presença de sais.

Oxigênio dissolvido

Os teores máximos e mínimos de oxigênio dissolvido encontrados em todos os poços analisados variaram de 3,14 a $9,74 \text{ mg.L}^{-1}$, ficando o valor médio estabelecido em $5,69 \text{ mg.L}^{-1}$, com um desvio padrão de 1,32. Tais resultados são considerados baixos, porém normais. Isso por se tratar de água subterrânea, uma vez que o oxigênio dissolvido representa o grau de arejamento da água e este aumenta conforme a superfície em contato com o ar, o que não ocorre com a água subterrânea.

Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

Com relação à DBO, os valores encontrados nas águas dos poços analisados são considerados altos, possivelmente resultado da contaminação por matéria orgânica. Embora não seja um parâmetro definido na Portaria, que serviu de base para as análises, a DBO contribui para um maior conhecimento da qualidade da água. Os valores médios encontrados foram de $0,18 \text{ mg.L}^{-1}$, com um desvio padrão de $1,28 \text{ mg.L}^{-1}$. Os valores mínimos e máximos encontrados foram de 0,23 e $4,98 \text{ mg.L}^{-1}$.

PARÂMETRO BIOLÓGICO

Coliformes totais

A Portaria n.º 518 do Ministério da Saúde considera água não potável aquela que, após análises, tem a presença de coliformes. Na análise dos poços e fontes do local em estudo, os resultados foram positivos para coliformes em cinco poços, três escavados e dois tubulares. Esse parâmetro é um dos mais importantes aspectos de poluição das águas e, também, está diretamente associado às doenças que têm como veículo a água. Observa-se que os poços escavados estão mais contaminados. Isso pode ocorrer devido à vedação inadequada da boca dos poços, ocasionando infiltrações

diretas nos revestimentos. O valor médio obtido para coliformes totais foi de 4,63 NPM/100mL, com um desvio padrão de 13,96, sendo o valor mínimo de 0 e o máximo de 56 NMP/100mL.

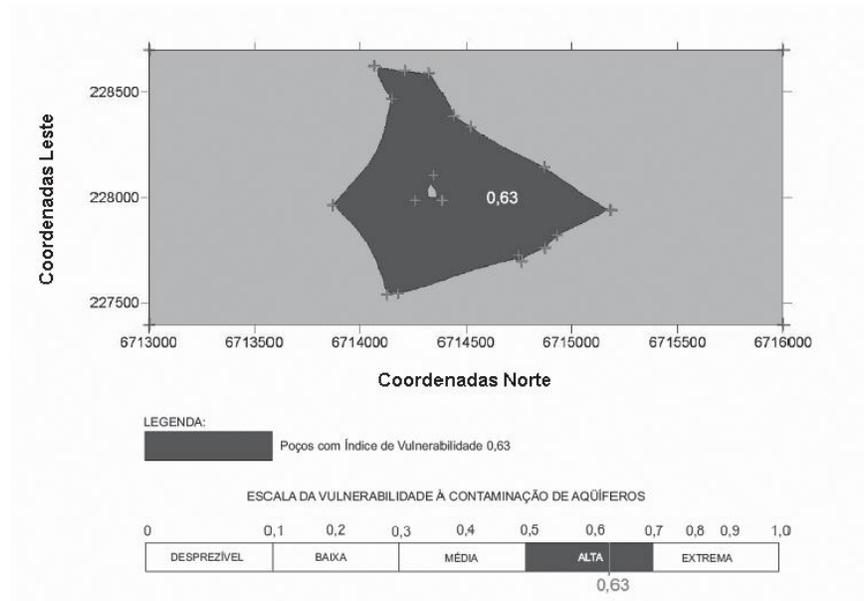


Figura 8. Classes de vulnerabilidade dos poços escavados.

A condição sanitária e de manutenção dos poços e fontes é outro fator a ser considerado quando se fala de vulnerabilidade de água subterrânea. A água será facilmente contaminada, quando houver falta de manutenção ou descuido, como evidenciado na figura 9.

CONCLUSÕES

Após realizar o levantamento das condições de potabilidade das águas subterrâneas dos poços, no Bairro Perpétuo Socorro, na cidade de Santa Maria/RS, os resultados apresentados, bem como os valores obtidos nas análises dos diversos parâmetros de qualidade da água subterrânea e vulnerabilidade, levaram-nos às seguintes conclusões.

Os poços escavados foram os que tiveram mais amostras fora dos padrões estabelecidos pela Portaria n.º 518, de 2004. Dos 19 poços cadastrados em atividade, em 14, as amostras de água encontravam-se acima dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde nos parâmetros

Tabela 2. Planilha de dados para aplicação da metodologia GOD e a vulnerabilidade.

Poço	Coordenada N	Coordenada E	Nível da água	G	O	D	Vulnerabilidade	
Poço 1	6714348	228104	4,10	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 5	6714067	228625	1,22	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 10	6714211	228599	3,96	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 11	6714326	228589	4,30	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 12	6714151	228470	2,38	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 14	6714870	228143	1,37	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 16	6714521	228342	2,90	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 17	6714439	228392	2,60	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 24	6714747	227726	2,40	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 25	6714761	227698	4,72	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 26	6714874	227763	1,40	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 34	6715185	227941	1,10	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 36	6714931	227822	2,21	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 39	6714387	227988	3,62	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 41	6714262	227988	1,45	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 46	6714127	227541	3,7	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 47	6714180	227546	2,12	1	0,7	0,9	0,63	Alta
Poço 51	6713867	227967	2,6	1	0,7	0,9	0,63	Alta



Figura 9. Situação de dois poços tubulares sem manutenção.

cor aparente, turbidez, pH e coliformes totais. 47,4% dos poços escavados apresentaram mais do que 15uH no parâmetro cor aparente e 42,1%, apresentaram valores acima de 5 UT para a turbidez.

Dos 23 poços tubulares em funcionamento no Bairro, 10 encontraram-se fora dos padrões, sendo que 8,7% apresentaram problemas na cor aparente, 8,7% na turbidez, 30,4% no pH e 8,7% nos coliformes totais.

As fontes nascentes e vertentes encontradas ficaram com seus valores, no parâmetro pH, abaixo dos padrões estabelecidos na Portaria citada anteriormente. Isso é um fator preocupante para o consumo humano devido a sua grande acidez.

Os valores do parâmetro sólidos dissolvidos totais ficaram abaixo do valor máximo, o qual é de 1000 mg.L⁻¹, em todos os poços cadastrados.

O valor do parâmetro condutividade elétrica da água dos poços em questão foi bem baixo, com 6 e 90,9 µS.cm⁻¹, de mínimo e máximo, respectivamente. Esses baixos valores indicam que a água é desmineralizada, apresentando baixas concentrações de sais dissolvidos e podem ser consideradas águas leves.

Quanto à alcalinidade, os valores médios encontrados nas águas dos poços analisados são de 60,3 mg.L⁻¹ de CaCO₃. Esses valores estão dentro da normalidade e não indicam uma grande presença de sais.

Os valores máximos e mínimos de oxigênio dissolvido encontrados em todos os poços analisados variaram de 3,14 a 9,74 mg.L⁻¹, valores estes normais por se tratar de água subterrânea.

A vulnerabilidade das fontes alternativas de abastecimento dos poços escavados cadastrados foi alta, o que facilita a contaminação.

A condição de potabilidade das águas subterrâneas dos poços cadastrados do Bairro Perpétuo Socorro ficou estabelecida da seguinte maneira: 59,1% dos 44 poços ativos estão fora dos padrões estabelecidos pela Portaria n.º 518/2004, do Ministério da Saúde.

RECOMENDAÇÕES

A repetição dos ensaios em todas as fontes cadastradas se faz necessária. Isso, com base nos resultados obtidos com o cadastramento, avaliação da vulnerabilidade e análises físico-químicas e biológicas realizadas. Dessa maneira, poderão ser tomadas medidas de controle, junto aos órgãos municipais competentes, evitando problemas de saúde na população servida por essas fontes alternativas.

Destaca-se, ainda, a importância da realização de outros trabalhos técnicos e de caráter educativo com a população, visando a formar uma consciência pública sobre a importância dos cuidados básicos com os poços e fontes. Dessa forma, diminuirão os casos de contaminação da água subterrânea, assim, haverá menos riscos à comunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROLLO, J.M.; VEDOVELLOR.; ODA, G.H. Avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos à contaminação através de um sistema gerenciador de informações geoambientais-Um instrumento de gestão ambiental. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Anais...* São Paulo, 2000.

BRUM, H. B. de. **Estudos dos impactos ambientais na qualidade das**

águas subterrâneas. Santa Maria: Trabalho de conclusão de Curso de Especialização Regional de Recursos Hídricos - CT/UFMS, 2004.

CPRM. **Mapa hidrogeológico do município de Santa Maria**. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalúrgica, Companhia de Recursos Minerais, 1994.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2. ed., Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP, 1998, p. 59-126.

DUTRA, D. de A. **Uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Arroio Ferreira, Santa Maria/RS**. Santa Maria: Trabalho Final de Graduação. Curso de Geografia – CCNE/UFMS, 2001.

FEITOSA, A. C. F.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, LCR, 1997.

FOSTER, S. S. D. A; HIRATA, R. C. A. **Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data**. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1998, 78 p.

HIRATA, R. et al. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Geológico, CETESB, DAEE, v.1 e 2, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico/2000**. Disponível em <www.ibge.gov.br> acessado em 15/11/2006.

MACÊDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ, 2003.

MACIEL FILHO, C. L. **Introdução à geologia de engenharia**. Santa Maria: UFSM e CPRM, 1997.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 518**, de 25 de março de 2004. Atualiza as disposições da Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Brasília, 2004.

PAIVA, J. B. D; PAIVA, E. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001, 625p.

SEMA – **Secretaria Estadual do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>>. Acesso em: 12 /09/2006.