

CONTAMINAÇÃO BACTERIOLÓGICA DO AQUÍFERO LIVRE DA FORMAÇÃO SERRA GERAL NA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Michele Tedesco¹ & Pedro Antônio Roehe Reginato²

Resumo - Este trabalho tem por objetivo apresentar os problemas relacionados com a contaminação bacteriológica do aquífero livre da Formação Serra Geral no estado do Rio Grande do Sul. A área de estudo consistiu nas comunidades rurais do município de Veranópolis. Por meio desse estudo, identificou-se que o aquífero livre possui um alto grau de contaminação (mais de 70% dos poços analisados) cujas causas estão relacionadas com as atividades agrícolas (lixiviação de nutrientes orgânicos) e domésticas (lançamento de águas residuárias sem tratamento).

Abstract - This paper aims to present the problems related with the bacteriological contamination of the free aquifer of *Serra Geral* Formation in the state of Rio Grande do Sul. The study area consisted of the agricultural communities in the city of Veranópolis. It was identified through this study that the free aquifer has a high degree of contamination (more than 70% of the analyzed wells) whose causes are related with the agricultural activities (leaching of organic nutrients) and domestic ones (residuary water launching without treatment).

Palavras-Chave - Contaminação Bacteriológica; Aquífero Livre; Aquífero Serra Geral.

INTRODUÇÃO

A água subterrânea tem uma importância muito grande nas comunidades rurais de qualquer município, sendo utilizada para abastecimento e para o desenvolvimento das atividades agrícolas.

A forma de captação das águas subterrâneas nessas comunidades é variável, mas há uma predominância da utilização de fontes e poços escavados (cacimba). Na maior parte dos casos as fontes e, em menor proporção os poços, são abertos facilitando os processos de contaminação. Além disso,

¹ Colégio Estadual São Luiz Gonzaga. Av. Osvaldo Aranha, 633. Veranópolis/RS. CEP 95.330-000. e-mail: mktedesco@ibest.com.br

² Universidade de Caxias do Sul (UCS) / Centro de Ciências Exatas da Natureza e Tecnologia (CENT) – Departamento de Ciências Exatas e da Natureza (DCEN) – Alameda João dal Sasso, 800 – Bento Gonçalves/RS – CEP 95.700-000 – Tel. (54) 452-1188 e-mail: parregin@ucs.br

existe uma premissa de que, a água subterrânea por sofrer um processo de filtração natural, quando de sua formação, estaria isenta de contaminantes de qualquer natureza. Essa premissa é falsa, principalmente quando se trata de aquíferos livres que apresentam uma alta vulnerabilidade.

Este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados de um projeto de pesquisa que envolveu a análise das águas subterrâneas, provenientes de fontes e poços cacimbas, utilizadas no abastecimento das famílias rurais do município de Veranópolis (Tedesco, 2002).

LOCALIZAÇÃO

A área abrangida nesse trabalho está localizada na zona rural do município de Veranópolis, situado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (Figura 1).

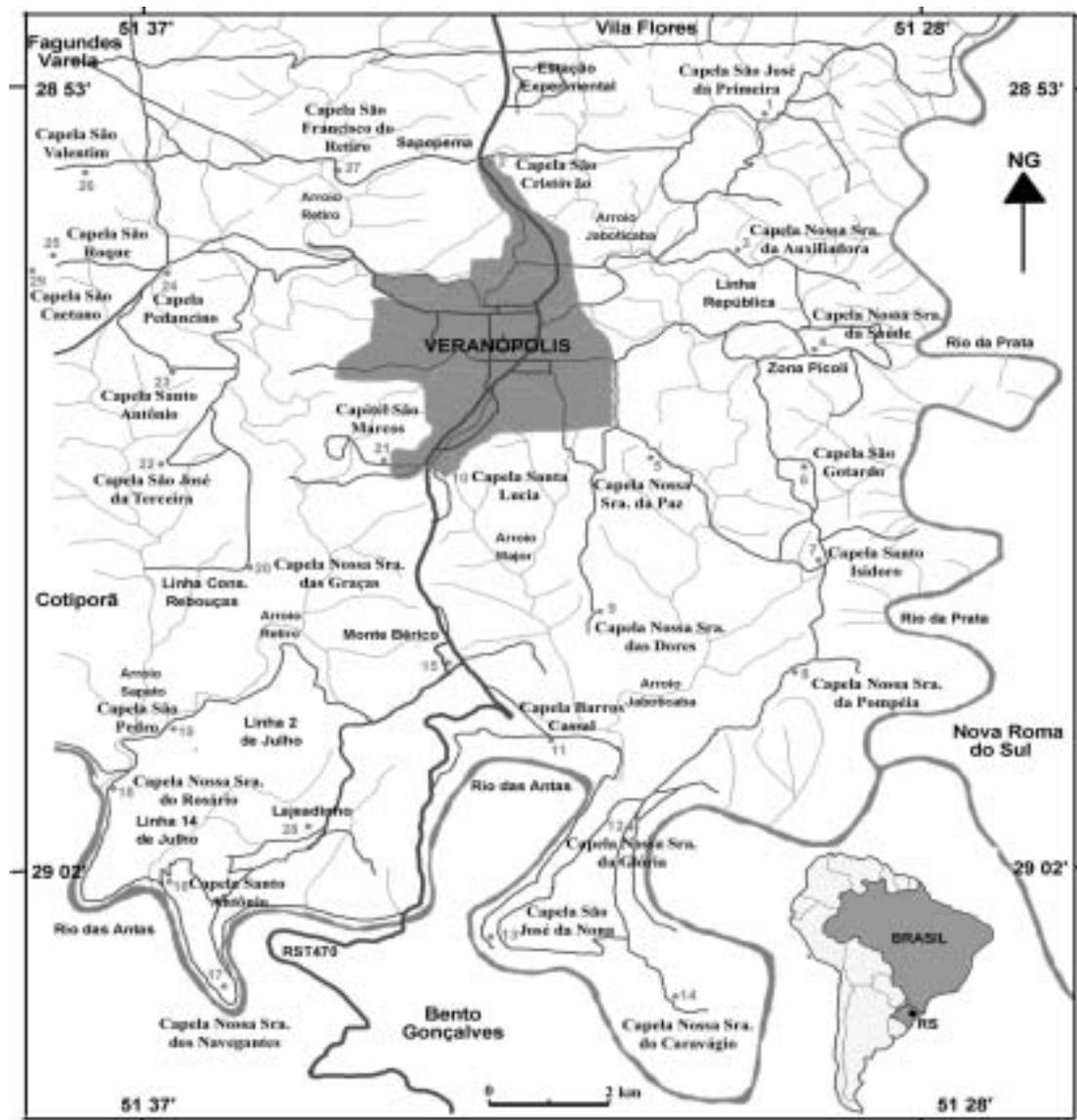


Figura 1 – Localização da área de estudo

CONTEXTO GEOLÓGICO

Na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul há a ocorrência de uma seqüência de rochas vulcânicas pertencentes a Formação Serra Geral. As principais litologias são representadas por basaltos toleíticos, andesitos, riocacitos, riolitos e dacitos (Radam/Brasil, 1986; Roisenberg, 1990).

Conforme levantamento realizado pela CPRM (1998), ocorrem dois tipos principais de litologias na área de estudo: basaltos do tipo Gramado e vulcânicas ácidas do tipo Palmas/Caxias.

Segundo Reginato (2003) a região é caracterizada por uma seqüência de rochas vulcânicas ácidas e básicas dispostas em nove derrames principais. As rochas básicas são representadas por basaltos e constituem seis derrames de lavas principais (a estruturação primária consiste de zonas maciças, de disjunção vertical e por zonas vesiculares a amigdalóides intercaladas por brechas vulcânicas). Já as rochas ácidas são caracterizadas pela presença de riocacitos, dacitos, riolitos e vidros vulcânicos e formam três derrames principais (a estruturação primária é marcada por zonas basais, de disjunção horizontal, zonas vesiculares a amigdalóides e de brechas vulcânicas).

CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Com relação ao Estado do Rio Grande do Sul, a área de estudo está inserida na província hidrogeológica denominada de “Província Basáltica” (Hausman, 1995). Conforme Lisboa (1993, 1996) a área está inserida na unidade morfotectônica denominada de Fachada Atlântica e nas unidades hidrogeológicas denominadas de Ácidas Aplainadas e Ácidas Dissecadas.

Na área de estudo há a ocorrência de dois sistemas de aquíferos, um denominado de livre ou freático e outro de fraturado (Reginato, 2003).

O sistema aquífero livre ou freático está localizado no manto de alteração existente sobre as rochas vulcânicas e possui como principais condicionantes os seguintes fatores: solo (tipo e espessura), relevo, litologia (tipo e estruturação primária) e clima.

Os solos que apresentarem menores proporções de argilas e maiores espessuras, em princípio, possuem as melhores condições de armazenar e circular a água subterrânea. A topografia tem uma influência direta no processo de circulação da água, pois a mesma acompanha as inclinações do terreno e do substrato rochoso. Assim, em regiões de declividade mais acentuada, no contato entre o manto de alteração e o substrato rochoso, há a tendência de formação de fontes. Quanto ao substrato rochoso, o principal fator corresponde a estruturação dos derrames de lavas, pois, em zonas maciças, a circulação da água ocorrerá entre o contato da zona de alteração e da rocha sã. Já, quando o substrato for caracterizado por rochas vulcânicas com estruturas primárias representadas por disjunção vertical e horizontal, haverá uma circulação por essas juntas e, quando as mesmas forem interceptadas por fraturas tectônicas, haverá a recarga dos aquíferos fraturados. Da mesma

forma, nas zonas vesiculares a amigdalóides poderá haver uma circulação maior, dependendo do grau de alteração que essas rochas apresentarem. Conforme Hausman (1966), o sistema de juntas de resfriamento das rochas vulcânicas forma um sistema de vasos comunicantes, onde o nível estático marca um nível de equilíbrio.

O clima possui uma relação direta com o volume de água que circula nesses aquíferos e também com a posição do nível estático. Dependendo do tamanho da área de recarga (micro-bacia) e da quantidade de precipitação sobre a mesma, haverá a formação e circulação de maiores ou menores quantidades de água subterrânea. Além disso, quando há variações significativas da precipitação, haverá mudanças na posição do nível estático, e em períodos de chuvas intensas, há um aumento da zona saturada que eleva esse nível, enquanto em períodos de estiagem o nível diminui.

Segundo Hausman (1966), as vazões associadas ao aquífero livre ou freático, na maior parte dos casos, são inferiores a $1 \text{ m}^3/\text{h}$, mas podem, em alguns locais, alcançar até $18 \text{ m}^3/\text{h}$.

Com relação à qualidade da água do aquífero livre ou freático, Hausman (1966) comenta que as mesmas não apresentam particularidades marcantes. Em geral, são águas que possuem pH variando entre 6 e 9,5, que apresentam baixos teores de sólidos totais, alcalinidade não muito elevada e dureza abaixo de 100. Outra característica está relacionada com a presença de ferro, que, em boa parte dos casos, apresenta-se em níveis acima do permitido. O teor desse elemento está relacionado com o tipo litológico e com o grau de alteração das rochas vulcânicas. Em outras situações, podem ser encontradas águas minerais contendo ou não flúor.

Reginato (2003) observou que há uma tendência química marcada pela relação cálcio>magnésio. Essa característica hidroquímica tem origem com os processos de intemperismo químico que atuam sobre as rochas vulcânicas da região e que são responsáveis pela alteração de silicatos e pela liberação desses íons.

As águas subterrâneas do sistema aquífero livre ou freático são captadas por meio de poços escavados (poços cacimba) ou através de fontes (bastante comuns na região em função da topografia) e são utilizadas para abastecimento público, doméstico e no desenvolvimento de atividades agropecuárias, nas zonas rurais.

CONTAMINAÇÃO BACTERIOLÓGICA

A água subterrânea apresenta sérios problemas de contaminação, apesar dos processos naturais de purificação e de filtração que se realizam no solo. Esses, no entanto, tornam-se inúteis quando os contaminantes se infiltram até o lençol freático do subsolo. Entre esses contaminantes, destacam-se os inorgânicos e os orgânicos.

Os compostos orgânicos são os maiores responsáveis pela alteração da qualidade das águas subterrâneas. A origem desses compostos está relacionada, na maior parte dos casos, com os efluentes domésticos, ricos em matéria orgânica. Nas áreas rurais, também são provenientes dos dejetos de aviários, pocilgas e estábulos, e da lixiviação da adubação orgânica feita nas lavouras.

Para determinar a qualidade da água, um dos métodos mais utilizados é o exame bacteriológico, que é regulado pela Portaria 36/GM, de 19 de janeiro de 1990, do Ministério da Saúde (Rocha, 1999).

Conforme Branco (1993, 1986), os exames de qualidade da água, isto é, testes químicos e microbiológicos, visam observar vários parâmetros ou índices de qualidade. As bactérias coliformes são boas indicadoras do grau de segurança bacteriológica da água. Elas são mais resistentes que as patogênicas, por isso, sua ausência indica que a água é boa para o consumo. Os coliformes, por eles mesmos, não são causadores de doenças, mas sua presença é uma indicação da possível existência de microrganismos patogênicos.

Caracterização das fontes da Região de Veranópolis e Resultados Encontrados

O abastecimento de água no interior do município de Veranópolis é feito, em grande parte, por meio da captação da água subterrânea, que aflora em fontes.

A maioria dos agricultores atribui potabilidade à água que consomem apenas baseados no seu aspecto límpido e agradável. A determinação da qualidade da água, baseada exclusivamente em suas características organolépticas como aparência perfeitamente clara e livre de sabores e odores peculiares, leva muitos agricultores a crerem que a água de sua fonte é potável e de boa qualidade. Com os exames laboratoriais de análise da água, observou-se que não se pode atribuir a potabilidade da água somente por meios visuais e por ser uma água de fonte.

O município de Veranópolis possui vinte e nove comunidades na zona rural, das quais, a maioria é abastecida por águas subterrâneas, seja através de poços tubulares, poços escavados ou fontes. Para compor este estudo, foram catalogadas cinquenta amostras de água, coletadas pela Secretaria Municipal da Saúde, através do Departamento de Vigilância Sanitária e pela EMATER, e analisadas pelo Laboratório Veranense Ltda. Os exames laboratoriais das amostras de água foram realizados entre os anos de 1996 e 2002, sendo que, dos cinquenta exames realizados, somente sete foram refeitos pelo menos mais de uma vez.

As cinquenta amostras foram provenientes de dezessete comunidades. Oito dessas comunidades foram visitadas. Nelas, treze pontos de captação foram mapeados, conforme identificação na Tabela 1.

Cada ponto mapeado foi analisado em campo, onde foram obtidos dados sobre a localização (utilizou-se GPS para obtenção das coordenadas) e características do ponto (tipo: fonte, poço

escavado; profundidade; sistema de proteção; forma de captação). Além disso, os usuários dessas águas foram entrevistados visando a obtenção de informações sobre o uso da água, se era feita a desinfecção da mesma, ou se já tinham sido orientados por algum órgão sobre a necessidade de limpeza, proteção e desinfecção dos pontos de captação.

Tabela 1 – Procedência das amostras de água analisadas e identificação das fontes mapeadas

Nº de Amostras	Comunidade	Nº de Pontos de Captação
4	Capela Nossa Senhora da Glória	-
9	Capela São José da Primeira	2
2	Capela São Valentim	2
2	Capela São Roque	2
2	Barros Cassal	-
1	Capela Nossa Senhora da Paz	-
1	Usina Velha	-
3	Linha República	1
1	Capela Santa Bárbara	-
1	Lajeadozinho	-
1	Monte Bérico	1
1	Capela Nossa Senhora da Pompéia	-
1	Capela Santa Rita	-
2	Capela Santo Antônio	-
9	Capela São Gotardo	1
8	Capela Santo Isidoro	2
2	Sapopema	2

Os parâmetros verificados nas análises laboratoriais corresponderam às características visuais das águas (cor e aspecto), características químicas (pH) e índice de coliformes fecais (em U.F.C/ml – Unidades Formadoras de Colônia por mililitro de água).

Os resultados obtidos indicaram que, quanto ao pH, 54% das amostras apresentaram valores entre 5,0 e 5,5; 20% entre 5,6 e 6,0; 02% entre 6,1 e 6,5 e 24% apresentam pH entre 6,6 e 7,0 (Figura 2).

Com relação aos coliformes fecais, cuja presença é considerada como um sinal de alarme, de poluição potencialmente perigosa, indicando que o acesso está aberto também para os microrganismos dotados de potencial patogênico, encontrou-se os seguintes resultados: 30% das

amostras não apresentavam índices de coliformes fecais e 70% apresentavam índices que variavam entre 3000 UFC/ml até 42000 UFC/ml (Figura 3).

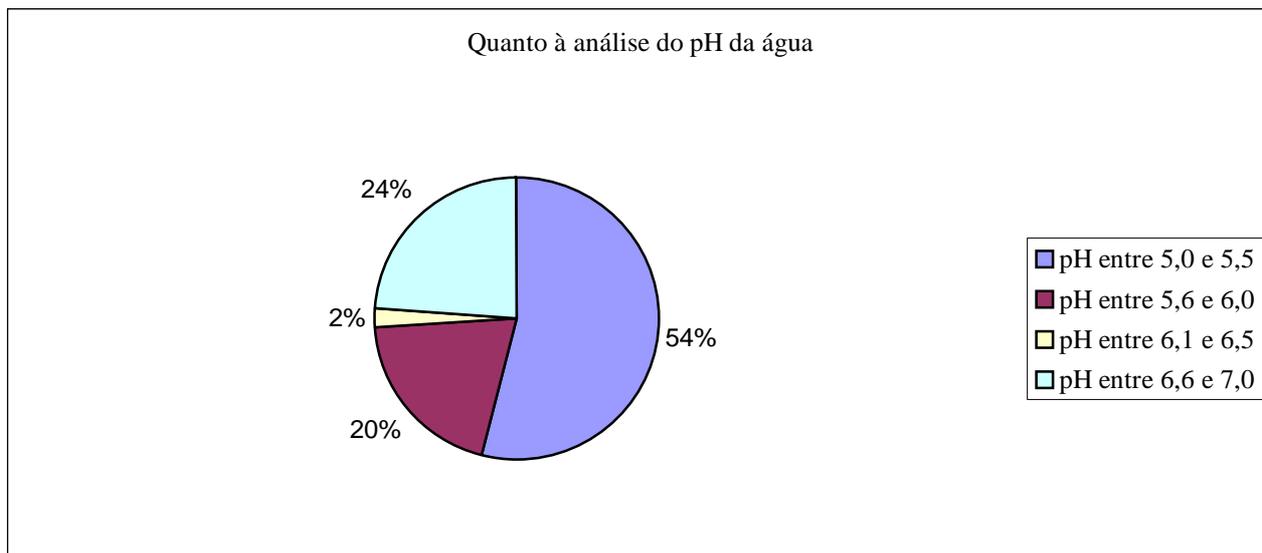


Figura 2 - Distribuição em porcentagem do parâmetro pH dos pontos de captação analisados.

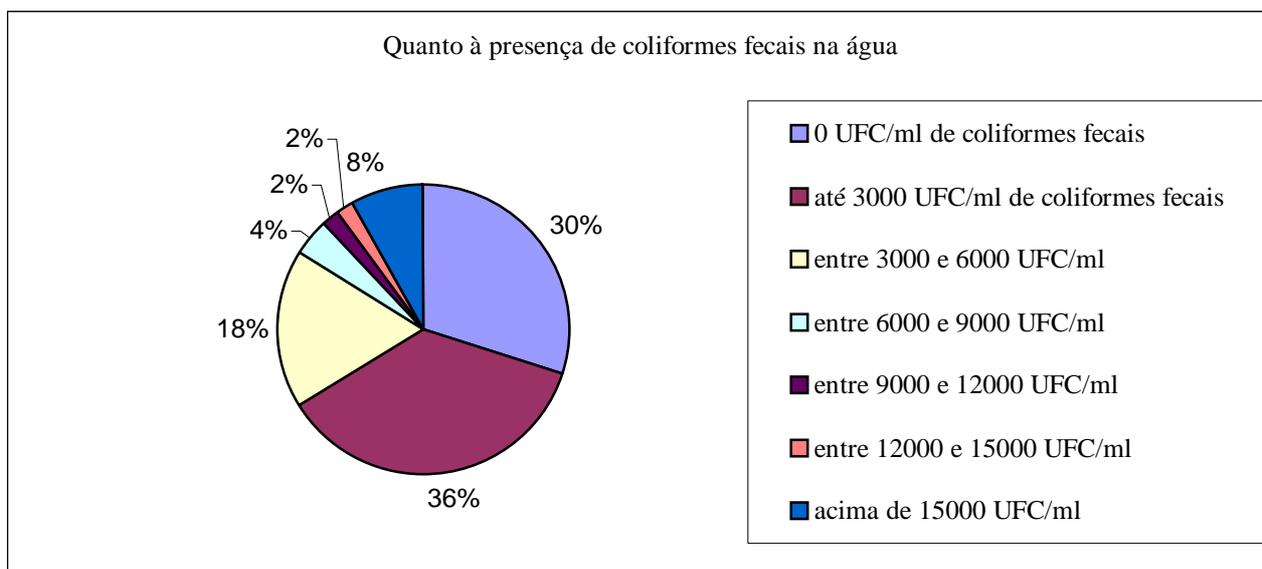


Figura 3 – Distribuição dos índices de coliformes fecais encontrados na análise dos pontos de captação mapeados.

Identificação das Formas de Contaminação

A qualidade da água natural está muito dependente da preservação do ambiente e de ações de saneamento. Não diferente de outras cidades, Veranópolis também apresenta problemas de saneamento básico, não só no núcleo urbano como também, e principalmente, no meio rural. Aliado a esse fator, há também as práticas agrícolas empíricas, que utilizam indiscriminadamente fertilizantes e

compostos tanto químicos como orgânicos. Esses processos antropogênicos são capazes de poluir e contaminar o solo, que por sua vez contamina e polui as águas superficiais e subterrâneas.

As fontes analisadas em Veranópolis apresentam a natureza de sua contaminação devido a ação de microrganismos, tais como bactérias, vírus e protozoários, constituindo o indicativo de “coliformes fecais”. Quanto a sua origem, a contaminação é principalmente agrícola, cujas práticas de cultivo dispensam resíduos tanto orgânicos como químicos em toda a extensão da propriedade, através da lixiviação dos nutrientes. É também doméstica, pelo lançamento das águas residuárias sem tratamento prévio, pois poucas propriedades possuem fossa séptica. Quanto a sua distribuição, a contaminação da água é devida a infiltrações permanentes da lixiviação de descargas de resíduos, podendo ser sazonal devido aos produtos de proteção das plantas e, quanto à sua distribuição no espaço é difusa, de origem agrícola, devendo o saneamento ser “in-situ”.

Medidas de Controle

Com o desenvolvimento desse trabalho ficou evidenciado o problema de contaminação bacteriológica associada às águas subterrâneas captadas pelos moradores das diferentes comunidades rurais do município de Veranópolis. Além disso, identificou-se que as causas dessa contaminação estavam relacionadas com o desenvolvimento de atividades agrícolas e com o lançamento de efluentes domésticos.

Analisando-se essa caracterização sugere-se que sejam tomadas medidas de controle visando minimizar os impactos ambientais causados pela contaminação das águas subterrâneas. As medidas sugeridas foram:

- Programas de educação ambiental;
- Construção de fossas sépticas nas residências;
- Construção de esterqueiras nos estábulos e pocilgas;
- Acondicionamento do lixo seco, e posterior recolhimento do mesmo pelo serviço de limpeza;
- Reaproveitamento do lixo orgânico como adubo, desde que haja orientação técnica para uso do mesmo, a fim de evitar a eutrofização da água tanto superficial como subterrânea;
- Substituição gradual do plantio convencional por técnicas ecológicas;

CONCLUSÕES

A água passa por um ciclo de renovação e purificação contínuo. Devido à interferência humana, o ciclo da água está sendo alterado. As águas superficiais sofrem a ação direta dessa interferência, quase sempre na forma de contaminação, poluição e desperdício.

As águas subterrâneas, até então consideradas de boa qualidade, também têm sua potabilidade comprometida por causa das ações humanas no meio ambiente. Essas ações se refletem principalmente no meio rural, cuja população é servida por essas águas que afloram em fontes ou poços escavados. O uso indiscriminado de agrotóxicos nas lavouras, a adubação orgânica demasiada, a disposição inadequada dos resíduos, o acesso animal a esses mananciais, que muitas vezes se encontram desprotegidos, acaba comprometendo a potabilidade da água das fontes.

No município de Veranópolis, a maior parte da população rural é servida pela água proveniente das fontes. Como não existe um efetivo monitoramento da qualidade da água consumida e nem o gerenciamento e manutenção dessas fontes, a maioria delas – numa amostragem de 50 exames de análise de água, 70% apresentavam coliformes fecais – se encontra contaminada.

A principal causa da contaminação dessas fontes é a presença de microrganismos, como bactérias, vírus e protozoários, constituindo o indicativo coliformes fecais. A origem da contaminação é principalmente agrícola, através da lixiviação dos nutrientes, tanto orgânicos como químicos, utilizados nas lavouras, além de ser doméstica, pelo lançamento de águas residuárias sem tratamento prévio, diretamente no solo ou em riachos. Quanto à distribuição, a contaminação da água é devida à infiltrações permanentes da lixiviação de descargas de resíduos, podendo ser sazonal, devido aos produtos agrícolas utilizados nas lavouras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRANCO, S.M. **Hidrobiologia Aplicada a Engenharia Sanitária**. 3ª edição. São Paulo. CETESE/ASETESE. 1986.
- [2] BRANCO, S.M. **Água: origem, uso e preservação**. 3ª edição. São Paulo. Editora Moderna. 1993.
- [3] CPRM. **Mapeamento geológico integrado da bacia hidrográfica do Guaíba: carta geológica: FolhaSH.22-V-B – Passo Fundo**. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. . Porto Alegre (Brasil), 1998. 1 mapa color. Escala 1:250.000. Material cartográfico.
- [4] CPRM. **Mapeamento geológico integrado da bacia hidrográfica do Guaíba: carta geológica: FolhaSH.22-V-D – Caxias do Sul**. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. . Porto Alegre (Brasil), 1998. 1 mapa color. Escala 1:250.000. Material cartográfico.
- [5] HAUSMAN, A.. Comportamento do freático nas áreas basálticas do Rio Grande do Sul. **Boletim Paranense de Geografia**. Nº18/20 p. 177-215. 1966.

- [6] HAUSMAN, A. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul, RS. Estudos Tecnológicos: **Acta Geológica Leopoldensia**, Série Mapas. Nº 2. P-1-127, 1995.
- [7] LISBOA, N.A.. **Compartimentação Hidrogeológica e Diferenciação Hidrogeoquímica em Aquíferos do Extremo Sul do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS 10^o, Gramado/RS, 1993. Anais. p. 539-548. 1993.
- [8] LISBOA, N.^a. **Fácies, estratificações hidrogeoquímicas e seus controladores geológicos, em unidades hidrogeológicas do sistema aquífero Serra Geral, na bacia do Paraná, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1996. Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 135p. il. (Inédito).
- [9] RADAM/BRASIL. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra**. 1986. Rio de Janeiro: IBGE 796p. (Levantamento de Recursos Naturais, v..33).
- [10] REGINATO, P.A.R.. **Integração de Dados para Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS)**. Porto Alegre, 2003. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais. UFRGS. 254p.
- [11] ROCHA, J.S.M.da. **Educação Ambiental, Ensino Fundamental, Médio e Superior**. Santa Maria, Imprensa Universitária. 1999.
- [12] ROISENBERG, A. **Petrologia e Geoquímica do Vulcanismo Ácido Mesozóico da Província Meridional da Bacia do Paraná**. Porto Alegre, 1990. Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Inédito).
- [13] TEDESCO, M.. **A contaminação da água usada para abastecimento por compostos orgânicos e biológicos na zona rural do município de Veranópolis**. Joinville, 2002. Monografia. Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano e Gestão Ambiental, Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE. 70p. (inédito).