

AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Pedro Antônio Roehe Reginato¹, Alexandra Rodrigues Finotti² & Catherine Michelin³

RESUMO --- O presente trabalho tem por objetivo apresentar a caracterização hidrogeológica de uma bacia hidrográfica e avaliar a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. A área de estudo está localizada na cidade de Caxias do Sul, na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e na bacia hidrográfica do Rio Caí. Os recursos hídricos subterrâneos estão representados por aquíferos livres ou freáticos, captados por meio de fontes e por aquíferos fraturados, captados por meio de poços tubulares. Com a caracterização hidrogeológica observou-se uma série de problemas (como inexistência de dados, falta de regularização junto ao DRH, e superexploração). Além disso, observou-se que não há nenhum sistema de gestão sendo aplicado, o que acaba por comprometer a quantidade, qualidade e disponibilidade desses recursos.

ABSTRACT --- The paper aims has for objective to present the hidrogeological characterization of a basin hydrographic and to evaluate the administration of the groundwater resources. The study area is situated in the city of Caxias do Sul, in the northeastern area of the State of Rio Grande do Sul and in the hydrographic basin of Rio Caí. The groundwater resources are represented by free aquífers, captured through sources and for fractured aquífers, captured through tubular wells. With the hidrogeological characterization a series of problems was observed (as inexistence of data, regularization lack close to DRH, and extensive groundwater extraction). Besides, it was observed that no there is any administration system being applied what ends for committing the amount, quality and readiness of those resources.

Palavras-chave: avaliação hidrogeológica, gestão de águas subterrâneas, aquíferos fraturados

¹ Universidade de Caxias do Sul (UCS), Departamento de Ciências Biológicas (DCBI/CCBS), Setor de Geociências (MUCS). Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, CEP95070-560. Tel/FAX. 54-32182100. e-mail: parregin@ucs.br

² Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Engenharia Química (DENQ/CCET). Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, CEP95070-560. Tel./FAX. 54-32182100. e-mail: ARFinott@ucs.br

³ Universidade de Caxias do Sul, Curso de Engenharia Ambiental, Bolsista de Iniciação Científica. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, CEP95070-560. Tel./FAX. 54-32182100. e-mail: CMichelo@ucs.br

1 - INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos de uma região, superficiais e subterrâneos, caracterizam importantes reservas, imprescindíveis para o desenvolvimento populacional, econômico e industrial de qualquer região. Com o aumento populacional e o desenvolvimento de novas indústrias, faz-se cada vez mais necessária a utilização de maiores quantidades desses recursos que, devido ao desperdício e à poluição ligada, principalmente, às atividades de urbanização, desenvolvimento industrial, práticas agrícolas e extração mineral estão se tornando mais escassos (Foster *et.al.*, 1993).

Na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, a utilização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos aumenta a cada ano, visto que a região apresenta amplo desenvolvimento econômico. Isso é evidenciado através das constantes obras de ampliação dos sistemas de abastecimento, bem como, do aumento do número de poços tubulares perfurados. Esse crescimento na utilização das águas superficiais e subterrâneas mostra uma necessidade urgente de planos de gestão de águas, para que esses recursos não sejam degradados ou esgotados. Em geral, os planos de gestão existentes levam em consideração somente os recursos hídricos superficiais, sendo que os subterrâneos são relegados a um segundo plano.

Para promover a gestão dos recursos hídricos subterrâneos é necessário ter conhecimento sobre as características hidrogeológicas da região que está sendo estudada. No entanto esse estudo, em geral, é pouco realizado ou é deficiente, em função da pequena quantidade ou da qualidade dos dados disponíveis.

Este trabalho visa apresentar a caracterização hidrogeológica de uma microbacia hidrográfica com o intuito de levantar dados necessários para o desenvolvimento de projetos de gestão de águas subterrâneas. Com o desenvolvimento desse trabalho, no entanto, foi evidenciado que existem poucos dados disponíveis sobre os poços tubulares e que os mesmos, na maioria das vezes, são incompletos ou pouco confiáveis.

2 – LOCALIZAÇÃO

A área abrangida nesse trabalho está localizada no município de Caxias do Sul, na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e compreende a área da microbacia denominada de Cidade Universitária, que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Caí (Figura 1).

3 – GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA REGIONAL

Na área de estudo há a ocorrência de uma seqüência de rochas vulcânicas pertencentes a Formação Serra Geral. As principais litologias são representadas por basaltos toleíticos, andesitos, riolitos e dacitos (Radam/Brasil, 1986; Roisenberg, 1990).

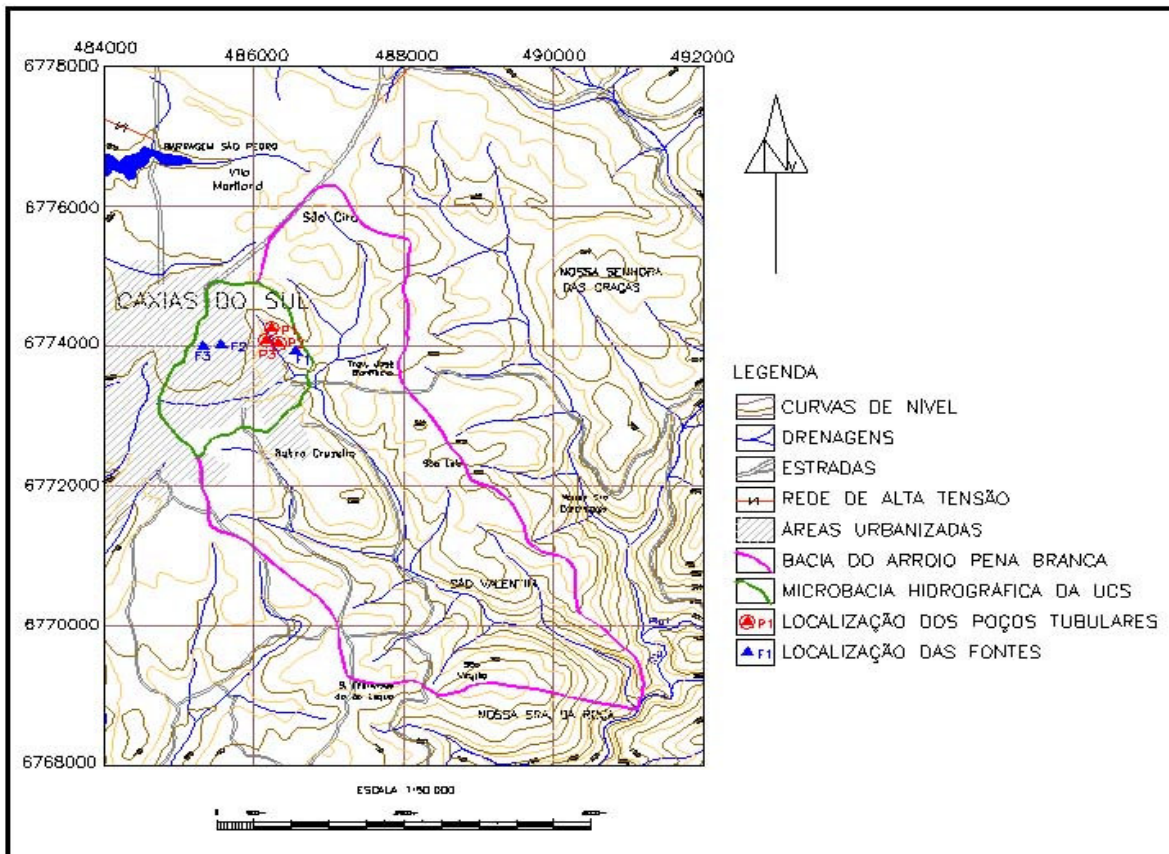


Figura 1 – Localização da Área de Estudo.

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 e Strieder (2006) 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 riodacitos, 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). Além disso, esses autores identificaram que as rochas dessa região foram submetidas a um forte controle tectônico, responsável pela geração de estruturas tectônicas, como fraturas e zonas de fraturas.

Com relação a hidrogeologia, a área de estudo está inserida na província hidrogeológica denominada de “Província Basáltica” (Hausman, 1995). Conforme Lisboa (1993, 1996) a área está localizada 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 aquíferos, um denominado de livre ou freático e outro de fraturado (Reginato e Strieder, 2004, 2005).

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

O aquífero fraturado está localizado nas rochas vulcânicas, sendo seu principal condicionante as estruturas tectônicas. Os condicionantes secundários consistem na estruturação primária da rocha, o relevo e o solo (tipo e espessura). A formação e a circulação da água subterrânea está diretamente relacionada com a estruturação tectônica (presença de fraturas, zonas de fraturas) e, em segundo plano, com a estruturação primária da rocha. Assim, esse aquífero é caracterizado por uma forte anisotropia responsável por vazões variáveis e por capacidades específicas, em geral baixas. A forma de captação das águas subterrâneas desse aquífero ocorre por meio de poços tubulares.

4 – AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DE MICROBACIAS

A microbacia hidrográfica denominada de Cidade Universitária faz parte da microbacia do Arroio Pena Branca, ambas inseridas na bacia hidrográfica do Rio Caí.

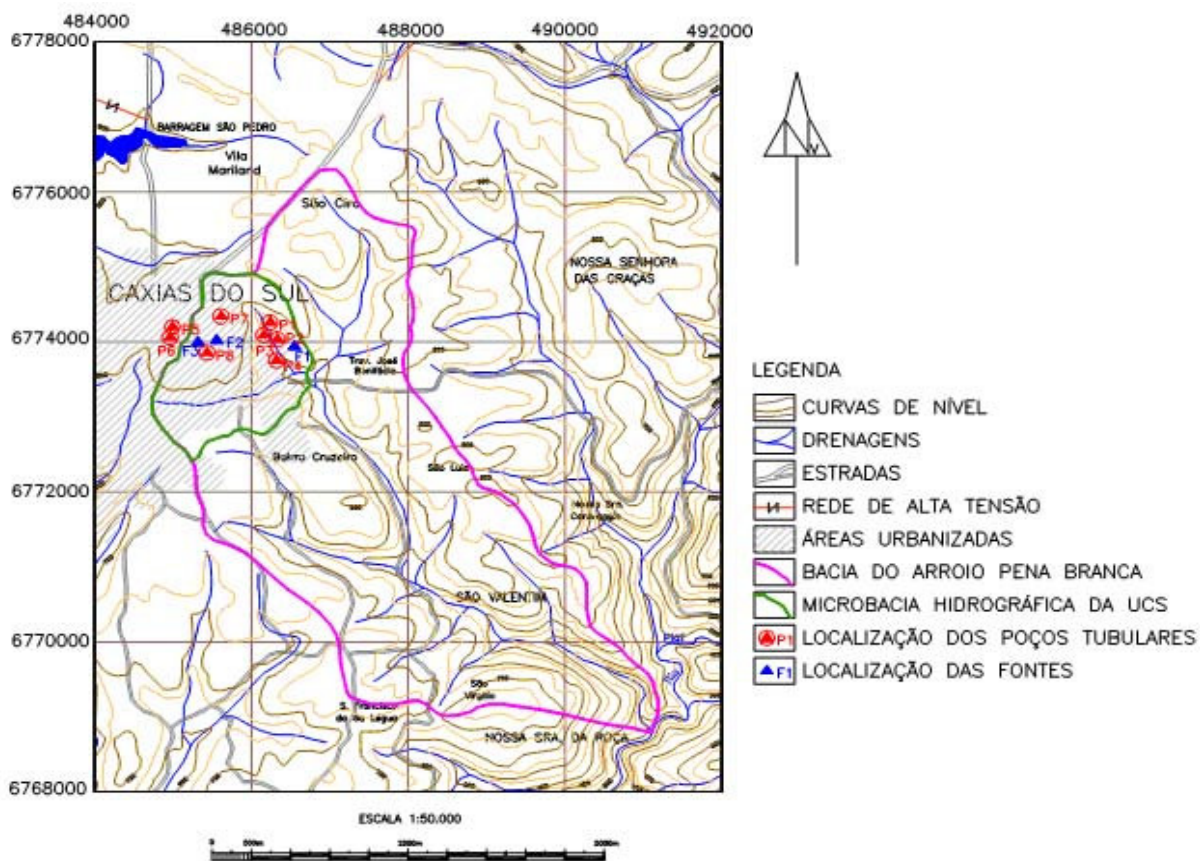
A caracterização hidrogeológica envolveu estudos relacionados com a delimitação da bacia, identificação da utilização de recursos hídricos subterrâneos e caracterização hidrodinâmica e hidroquímica dos aquíferos.

A microbacia hidrográfica da Cidade Universitária possui características acidentadas, em função da existência de relevos com grau de dissecação médio e abrange uma área aproximada de 327,94 ha. O uso e ocupação do solo nessa bacia foi realizado com base na fotointerpretação de fotografias aéreas em escala 1:8.000 tendo sido identificados 914 ha de áreas urbanizadas, 206 ha de vegetação nativa, 7 ha de Bosque, 190 ha de campo e 2 ha de áreas de cultivo.

Nessa bacia foram cadastrados 3 fontes que captam águas do aquífero superficial ou freático e 8 poços tubulares que estão associados ao aquífero fraturado (Figura 2).

4.1 – Avaliação do Aquífero Livre ou Freático

O aquífero freático ou livre está localizado no manto de alteração existente sobre as rochas vulcânicas da região. Sua caracterização foi realizada com base na análise de três fontes.



As fontes existentes na microbacia hidrográfica são do tipo encosta, apresentam, em geral, vazões inferiores a 1 m³/h (Tabela 1) e são utilizadas, na maioria dos casos para abastecimento.

Tabela 1 – Características gerais das 3 fontes cadastradas.

Fontes				
Código	Tipo	Vazão	Situação	Uso
1	Encosta	n.d.	Não utilizada	-
2	Encosta	654,3 L/h	Utilizada	Abastecimento
3	Encosta	n.d.	Não utilizada	-

n.d. - Não determinado

Com a análise físico-química e bacteriológica foi possível identificar que as águas desse aquífero são bicarbonatadas sódicas e apresentam, em geral, contaminação bacteriológica (Figura 3). Essa contaminação é explicada em função de que esse aquífero é superficial e apresenta alta vulnerabilidade. Infelizmente, essa facilidade de contaminação não é compreendida pela população em geral, que acredita ser toda a água subterrânea isenta de contaminação e utiliza essas fontes para consumo.

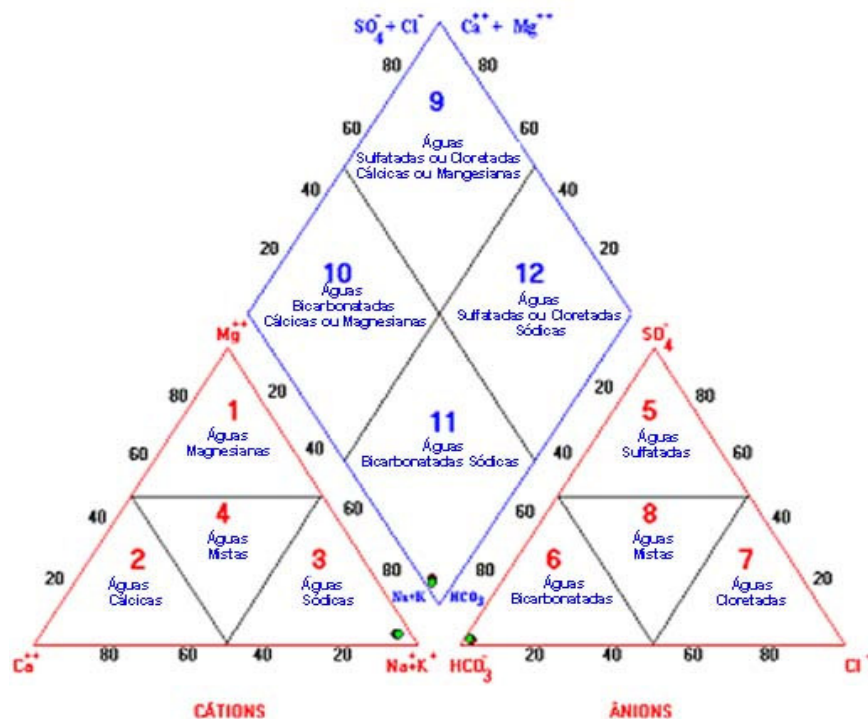


Figura 3 – Diagrama Piper com a classificação das águas do aquífero livre.

4.2 – Avaliação do Aquífero Fraturado

O aquífero fraturado está associado às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sendo seu principal condicionante o sistema estrutural (fraturas e zonas de fraturas) e, em segundo plano, as estruturas primárias dessas rochas. A caracterização desse aquífero foi realizada com base na interpretação de dados provenientes de poços tubulares cadastrados na área de abrangência da microbacia, bem como na análise de dados coletados em campo.

Ao todo foram cadastrados oito poços tubulares, sendo 2 produtivos, 2 atulhados e 4 encontram-se desativados/abandonados em diferentes situações (Tabela 2).

Tabela 2 – Características gerais das 8 poços cadastradas.

Poços Tubulares					
Código	Tipo	Profundidade	NE	Vazão	Situação
1	Tubular	147m	35,5m	8608 l/h	Ativo
2	Tubular	172m	21m	1841 l/h	Ativo
3	Tubular	148m	18m	5280 l/h	Desativado
4	Tubular	118m	1,6m	4281 l/h	Atulhado
5	Tubular	s.d.	s.d.	s.d.	Desativado
6	Tubular	s.d.	s.d.	s.d.	Desativado
7	Tubular	154m	10m	9000 l/h	Atulhado
8	Tubular	120m	24,5m	2880 l/h	Desativado

s.d. - Sem Dados

Os poços tubulares produtivos estão associados a um lineamento principal de orientação N10W o que evidencia a existência de aquíferos fraturados que estão condicionados a estruturas tectônicas (Figura 4).

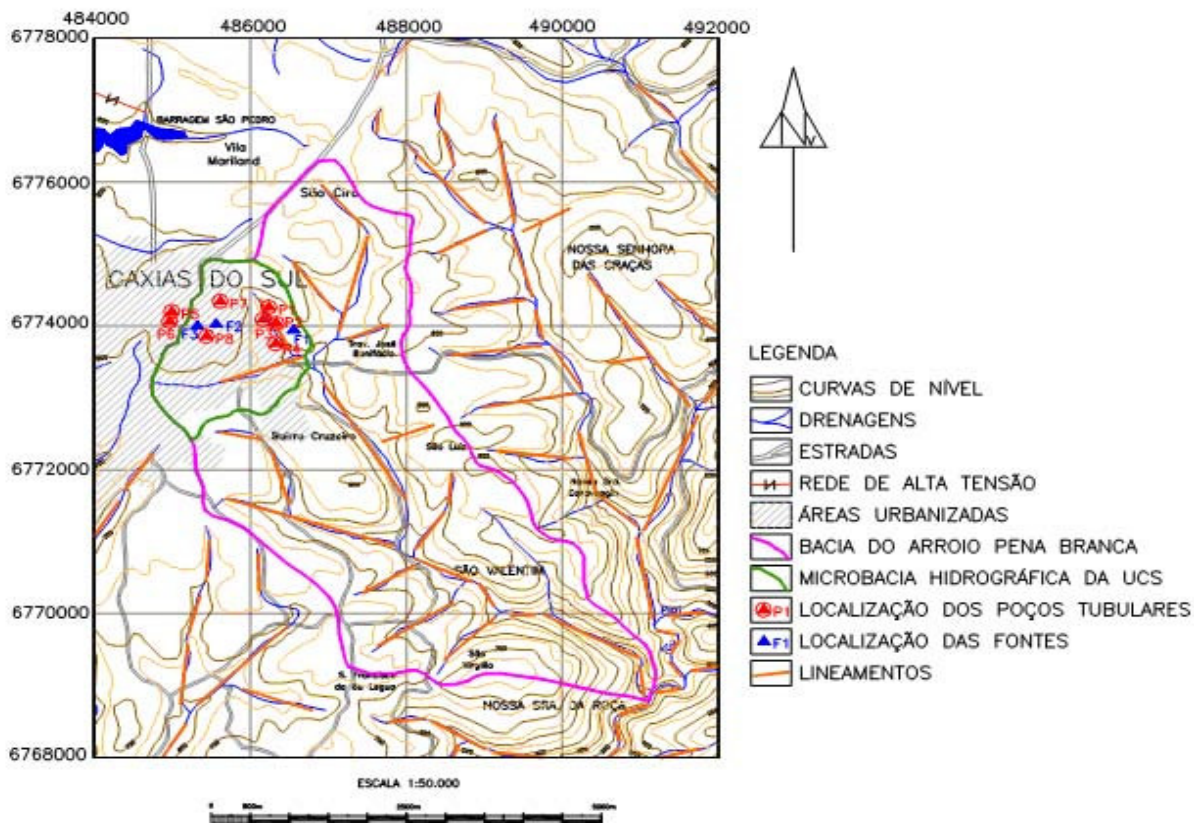


Figura 4 – Lineamentos identificados na microbacia do Arroio Pena Branca e Cidade Universitária.

A avaliação da captação desses recursos foi realizada através de campanhas de monitoramento realizadas durante 12 meses. O volume captado durante esse período foi comparado com a vazão máxima definida para captação de cada um dos dois poços, visando com isso definir a real condição de exploração do aquífero (Figura 5 e 6). Com essa comparação, pode-se observar que a variação de consumo do poço tubular 1 foi determinada entre 3,5 a 7 m³/h, enquanto que a vazão no poço tubular 2 foi entre 0,5 a 4,5 m³/h. Levando-se em consideração os testes de bombeamento realizados pelas empresas, quando da perfuração dos poços, observa-se que o poço tubular 1 está sendo explotado conforme seu limite de capacidade, porém o poço tubular 2 está sendo explotado, em alguns períodos, acima de sua capacidade de produção.

Na caracterização hidroquímica, foi identificado que as águas do aquífero fraturado pertencem a classe das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (Figura 7). Em geral, essas águas são potáveis, mas algumas podem apresentar contaminação bacteriológica. Nesse caso, o principal problema de contaminação deve-se à má qualidade na construção dos poços tubulares (falta de selo sanitário ou isolamento das entradas de água relacionadas ao aquífero superficial).

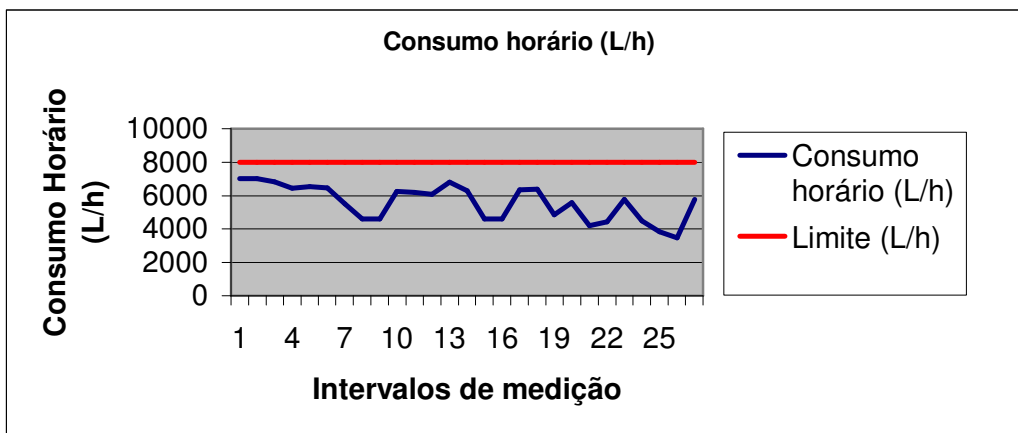


Figura 5 – Vazões medidas no poço tubular 1 sua comparação com a vazão máxima.

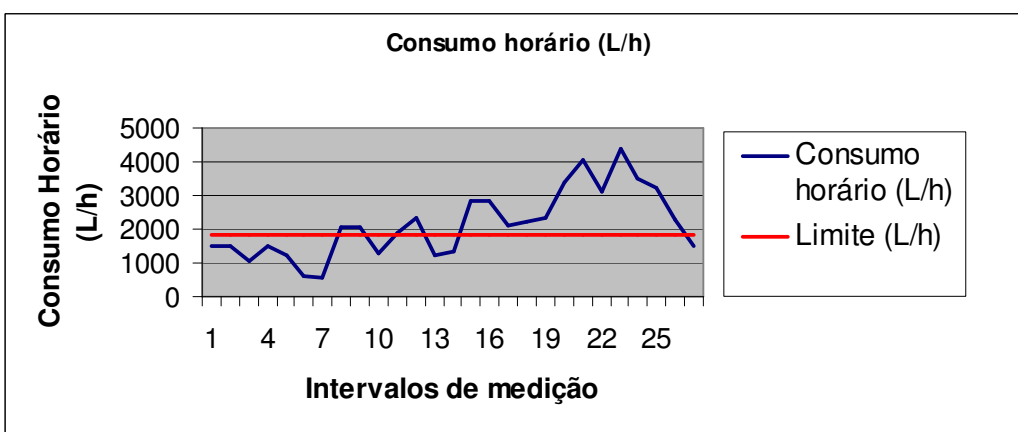


Figura 6 – Vazões medidas no poço tubular 2 sua comparação com a vazão máxima.

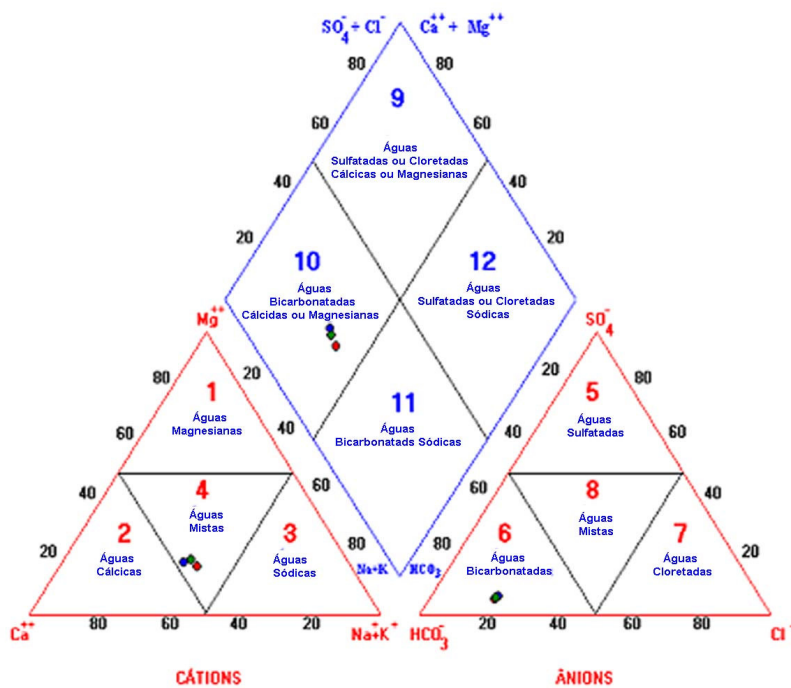


Figura 7 – Diagrama Piper com a classificação das águas do aquífero fraturado.

Analisando-se a caracterização do aquífero fraturado, observa-se que o mesmo consiste na fonte de recursos hídricos subterrâneos de maior importância, visto que os volumes de água são maiores e a qualidade das águas são melhores. No entanto, observa-se que há uma má gestão desses recursos seja em função da superexploração, seja em função da má qualidade de construção dos poços, o que acarreta em uma contaminação desses recursos.

5 – AVALIAÇÃO DA GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA MICROBACIA

Com a caracterização hidrogeológica da microbacia hidrográfica da Cidade Universitária, pode-se observar que os recursos hídricos subterrâneos são representados por aquíferos livres ou freáticos e fraturados. A utilização dos recursos subterrâneos é variada, sendo os mesmos utilizados para fins de irrigação, industriais e de abastecimento público.

Com relação à gestão desses recursos, foi constatada a inexistência de um plano de gestão seja a nível local (proprietário dos poços tubulares), seja a nível de bacia hidrográfica. Observou-se como pontos problemáticos e que comprometem a quantidade, qualidade e gestão dos recursos a falta de um grande número de informações técnicas sobre os aquíferos e sobre os poços tubulares existentes.

Para o Aquífero Livre observou-se:

- falta de conhecimento sobre a estruturação do aquífero;
- falta de campanhas de monitoramento da qualidade bacteriológica;
- falta de conscientização das pessoas que utilizam esses recursos para consumo e acreditam que por serem fontes as águas estão isentas de contaminação;

Para o Aquífero Fraturado identificou-se:

- a falta de dados sobre a construção dos poços tubulares;
- a inexistência, salvo algumas exceções, de regulação dos poços tubulares junto ao Departamento de Recursos Hídricos do Estado (regularização para solicitação de outorga);
- a falta de dados de teste de vazão confiáveis dos poços tubulares para determinação da vazão máxima de exploração;
- problemas com superexploração de poços tubulares, o que acaba acarretando perda de vazão;
- má condições dos poços abandonados: nesse caso ou os mesmos encontram-se abertos, ou parcialmente fechados;
- problemas na construção de poços tubulares: falta de selo sanitário entre outros fatores.

Com esses dados expostos pode-se observar que os recursos hídricos subterrâneos, considerados como reservas estratégicas, estão sendo mal explorados, em função da inexistência de um sistema de gestão, seja a nível de proprietário, seja a nível de bacia hidrográfica. Isso acaba comprometendo a quantidade, a qualidade e a disponibilidade desses recursos.

6 – CONCLUSÕES

Os recursos hídricos subterrâneos da microbacia hidrográfica da Cidade Universitaria estão associados a aquíferos livres (freáticos) e fraturados. As águas do aquífero livre são utilizadas para consumo e captadas por meio de fontes de encosta. As mesmas são caracterizadas como águas bicarbonatadas sódicas e com alta vulnerabilidade a contaminação bacteriológica. Já as águas do aquífero fraturado são utilizadas para diferentes fins (irrigação, indústria e abastecimento público) e captadas por meio de poços tubulares. Essas águas, em geral, são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e de boa qualidade (uma exceção se faz para poços tubulares mal construídos que apresentaram contaminação bacteriológica).

Com relação a gestão dos recursos hídricos nessa bacia, observa-se que não existem projetos de gestão, sejam os mesmos a nível local (proprietário dos poços), sejam a nível de bacia hidrográfica. Isso acaba por comprometer a quantidade, a qualidade e a disponibilidade desses recursos, normalmente considerados como uma reserva estratégica.

BIBLIOGRAFIA

CPRM. (1998) *Mapeamento geológico integrado da bacia hidrográfica do Guaíba: carta geológica: Folha SH.22-V-D – Caxias do Sul*. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. . Porto Alegre (Brasil). 1 mapa color. Escala 1:250.000. Material cartográfico.

FOSTER. S.; VENTURA, M.; HIRATA, R. 1993. *Poluição Das Águas Subterrâneas: Um documento executivo da situação da América Latina e Caribe com relação ao abastecimento de água potável*. São Paulo. Instituto Geológico (Séries Manuais). 55p.

HAUSMAN, A. (1995). *Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul, RS. Estudos Tecnológicos: Acta Geológica Leopoldensia, Série Mapas. Nº 2. P-1-127*.

LISBOA, N.A. (1993). *Compartimentação Hidrogeológica e Diferenciação Hidrogeoquímica em Aquíferos do Extremo Sul do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul*. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos 10º, Gramado/RS, 1993. p. 539-548.

LISBOA, N.A. (1996). *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).

RADAM/BRASIL. (1986). *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).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2004). *Caracterização Hidrogeológica e Potencialidades dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul*. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá, Anais (CdRoom).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2005) *Caracterização Hidrogeológica dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul*. In: 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul. Santa Maria. RS, Anais. (CdRoom).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2006). *Condicionantes Geológicas dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral e sua Relação com a Locação de Poços Tubulares*. In: XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2006. Curitiba. Anais do XIV CABAS.

ROISENBERG, A. (1990). *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).