

ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DAS ÁGUAS DO AQÜÍFERO CÁRSTICO PARANAENSE

**Andrea Elisa Kertscher¹, André Virmond L. Bittencourt² e
Ernani Francisco da Rosa Filho²**

Resumo - Este trabalho apresenta os resultados parciais obtidos do estudo hidroquímico realizado na área do Projeto *Karst* Emergencial. Este projeto vem sendo desenvolvido através de um convênio realizado entre a Sanepar - Companhia de Saneamento do Paraná, Suderhsa - Superintendência do Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Joanneum Research (Áustria) e Universidade Federal do Paraná, abrangendo uma área de aproximadamente 30 km². A área localiza-se na porção norte da Região Metropolitana de Curitiba, município de Colombo, e é constituída por mármores calcíticos e dolomíticos da Formação Capiru do Grupo Açungui.

Após o mapeamento das fontes da área, 28 foram selecionadas para análise a longo prazo. Mensalmente, condutividade, pH e temperatura foram medidos em campo e amostras foram coletadas para as análises hidroquímicas.

As águas das fontes são Bicarbonatadas cálcio-magnesianas. As águas do aquífero cárstico apresentam um padrão iônico similar, com condutividades superiores a 200 μ S/cm e pH entre 7 e 8, com ótimas condições para utilização humana. Nas regiões de filitos as águas apresentam condutividades abaixo de 30 μ S/cm, com uma salinidade muito inferior às águas cárstica, e pH próximo de 5. O controle do quimismo das águas das regiões de filitos deve ser submetido a um estudo mais aprofundado.

¹ Pós-graduanda do Curso de Geologia Ambiental - UFPR - E-mail: elisa@setuva.geologia.ufpr.br - L.P.H. - Lab. de Pesquisas Hidrogeológicas - Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico - Jardim das Américas CEP 81531-290 Curitiba – Paraná - Tel./Fax: (041) 267-7910

² Profs. Drs. do Depto. de Geologia - UFPR E-mail: lph@setuva.geologia.ufpr.br, L.P.H. - Lab. de Pesquisas Hidrogeológicas - Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico - Jardim das Américas CEP 81531-290 Curitiba – Paraná - Tel./Fax: (041) 267-7910

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional no município de Curitiba gerou um déficit no abastecimento de água da Região Metropolitana. Para solucionar este problema, colocou-se como fonte alternativa a água subterrânea da região do carste paranaense.

Com os recursos de um convênio firmado entre a Sanepar, UFPR Suderhsa, e o *Johanneum Research Institut* (Graz, Áustria) os estudos foram iniciados na área do **Projeto Karst Emergencial**, com o mapeamento de detalhe na escala 1:10.000. Neste projeto é dada ênfase a delimitação dos diques de diabásio, que funcionam como barreiras naturais ao fluxo de água dentro do aquífero, para o mapeamento das fontes naturais, controle das vazões dos rios e mapeamento de fontes de poluição, como lixões, águas residuais domésticas, industriais, mineiras e hospitalares e tanques de combustível.

A área de exploração deste localiza-se no Município de Colombo, porção norte da Região Metropolitana de Curitiba, entre os paralelos 25°15'30" e 25°17'30" S e entre longitudes 49°09'20" e 49°14'15" W. Abrange 3 microbacias pertencentes à bacia do Ribeira (Botiatumirim - Tumiri, da Fervida e do Ribeirão das Onças), que totalizam 4 comunidades rurais envolvidas, tendo na olericultura a sua principal atividade agrícola. Na presente área de estudo, ocorre a Formação Capirú, Grupo Açungui, composta por mármores e/ou metacalcários, com intercalações lenticulares de quartzitos e filitos. Toda a área é seccionada por diques de diabásio de direção noroeste, que funcionam como barreiras para o fluxo da água subterrânea.

Neste trabalho são apresentados os resultados do estudo hidroquímico que está sendo realizado com base nos dados de campo e das análises físico-químicas das águas das fontes da área deste projeto.

MÉTODOS UTILIZADOS

Foram mapeadas 57 fontes na área deste projeto, sendo 28 delas selecionadas para uma observação hidroquímica a longo prazo. O interesse geral de um estudo sobre o quimismo de uma determinada água é conhecer as condições do ambiente natural. Por

este fato, os parâmetros físico-químicos que são sujeitos a alterações sensíveis, desde o momento da coleta da amostra até sua análise em laboratório, devem ser determinados o mais rapidamente possível ainda no campo. Assim, mensalmente a condutividade elétrica, temperatura e valor do pH são medidos no campo e as amostras para análises hidroquímicas e de isótopos são coletadas em frascos apropriados previamente esterilizados e são devidamente acondicionadas e preservadas.

As análises físico-químicas estão sendo realizadas pelo Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas da UFPR. Os cátions metálicos são analisados por espectrometria de absorção simples (AAS) e os ânions e outras espécies dissolvidas são analisados por titulação. Os parâmetros analisados estão representados na tabela 1.

Realizadas as análises, o primeiro passo foi verificar a consistência das análises através da verificação das diferenças de balanço iônico (DBI) pela da relação:

$$\text{DBI (\%)} = \frac{\Sigma \text{ cátions} - \Sigma \text{ ânions}}{\Sigma \text{ cátions} + \Sigma \text{ ânions}} \times 100$$

Segundo Bittencourt (1994), em análises boas e completas é de se esperar um balanço com diferenças inferiores a 2%, entretanto aceitam-se valores de até 10%, em função das condições inadequadas de análise e dos laboratórios, além da possível presença de íons não analisáveis. O erro das análises das águas das fontes da área é inferior a 10%, portanto dentro do valor aceitável.

Testada a consistência das análises, escolheu-se o Diagrama de Piper para representar graficamente os dados obtidos, permitindo uma melhor visualização das diferenças (ou semelhanças) de composição química entre o conjunto de amostras de água. Para isto, foi necessário transformar todos os parâmetros analisados, que estavam em mg/l, para meq/l.

RESULTADOS OBTIDOS

A condutividade das águas das fontes foi determinada em campo por condutímetro ajustado a uma temperatura padrão de 25°C. Através dos dados obtidos observou-se que a condutividade das águas das fontes nas regiões de filitos e quartzitos apresentam valores entre 30 e 40 $\mu\text{S/cm}$, enquanto as das regiões de calcários e mármore são superiores a 200 $\mu\text{S/cm}$, chegando a mais de 400 $\mu\text{S/cm}$.

Fonte	HCO ₃ ⁻ mg/l	Cl mg/l	PO ₄ ⁻³ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l	F ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	Ca ⁺² mg/l	Mg ⁺² mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Fe ⁺² mg/l	SiO ₂ mg/l	CaCO ₃ mg/l	C μS/ cm	T °C	pH
ACS1	174,2	2,69	0,06	0,5	0,01	9,77	0,006	24,58	18,1	2,34	1,1	0,05	14,87	131,1	297	17,8	7,39
ACS2	139,4	2,45	0,03	0,5	0,01	8,78	0,006	19,74	16,61	1,89	1,21	0,01	14,34	105,9	244	18,2	7,8
ATS2	281,2	2,45	0,03	0,5	0,01	5,55	0,006	40,13	27,14	1,52	0,87	0,01	8,62	211,9	450	17,6	7,17
ATS3	202,8	1,96	0,03	0,5	0,01	5,36	0,006	28,08	21,33	1,47	0,43	0,01	9,05	150,8	332	17,1	7,51
ATS4	294,9	5,14	0,03	0,5	0,01	17,21	0,006	43,71	29,81	4,37	1,24	ND	9,74	231,8	501	17,9	7,21
ATS5	209,1	2,21	0,03	0,5	0,01	10,23	0,006	28,82	22,81	2,36	0,59	ND	9,89	154,4	343	19,1	7,47
ATS6	135,1	1,41	0,7	0,5	0,01	0,63	0,006	16,34	12,31	1,16	0,9	0,01	11	91,44	214	18,2	7,88
ONS1	130,7	1,47	0,03	0,5	0,01	3,49	0,006	18,59	12,48	1,38	1,39	0,51	16,14	97,77	216	18,5	7,2
ONS11	197,9	1,96	0,03	0,5	0,01	7,2	0,006	28,57	19,36	1,51	0,79	0,01	9,67	151	326	18,9	7,5
ONS15	190,4	1,96	0,06	0,5	0,01	6,33	0,006	28,43	19,1	1,58	0,59	0,01	7,94	149,6	318	18,5	7,3
ONS19	204,1	1,47	0,04	0,5	0,09	3,78	0,006	28,83	19,74	1,49	0,97	ND	11,04	153,2	329	17,4	7,48
ONS20	191,6	1,47	0,03	0,5	0,01	2,17	0,006	28,39	18,18	1,57	0,79	0,01	13,48	145,7	312	17,8	7,41
ONS22	210,3	1,47	0,06	0,5	0,01	5,21	0,006	29,71	21,82	1,46	0,85	ND	14,72	154,1	334	17,8	7,4
ONS26	175,5	1,47	0,03	0,5	0,01	3,65	0,006	24,63	16,79	1,35	0,79	0,09	11,04	130,6	288	17,8	7,53
ONS29	174,2	1,96	0,03	0,5	0,01	1,9	0,006	25,05	16,69	1,12	0,45	0,01	7,3	131,2	281	17,9	7,6
ONS3	154,3	1,47	0,03	0,5	0,05	3,54	0,006	22,43	14,8	1,42	1,13	0,05	12,82	116,9	256	18,9	7,8
ONS30	173	1,47	0,03	0,5	0,01	5,77	0,006	24,05	19,09	1,57	0,84	0,01	11,73	126,6	282	18,6	7,64
ONS33	162,3	1,75			0,01			27,68	17,5	0,45	0,93			142	269	18	7,66
ONS4	192,5	2,04	0,12	0,5	0,01	2,43	0,006	27,72	18,78	1,53	0,65	0,01	11,88	146,5	258	17,9	7,53
ONS5	250,1	2,69	0,03	2	0,03	4,6	0,006	37,13	24,09	1,99	0,85	ND	15,75	191,8	404	18,2	7,43
ONS8	199,1	1,96	0,03	0,5	0,01	5,55	0,006	29,17	19,15	1,6	0,87	ND	11,96	151,6	327	17,1	7,43
TAS1	133,8	1,92	0,03	0,5	0,01	5,76	0,006	17,51	14,86	1,27	0,37	ND	5,95	95,6	220	17,8	7,22
TAS2	158	1,44	0,03	0,5	0,01	2,41	0,006	20,51	16,55	1,12	0,48	ND	7,62	111,1	250	17,8	7,47
TUS4	214	2,88	0,03	0,5	0,01	6,96	0,006	31,5	20,78	1,9	0,79	ND	10,38	164,2	352	18,2	7,8
TUS5	248,9	5,76	0,03	0,5	0,01	16,12	0,006	36,1	24,79	4,98	1,12	0,05	9,18	192,1	425	18,4	7,31
TUS8	280	4,32	0,03	0,5	0,01	20,95	0,006	42,44	28,17	4,11	1,93	ND	12,86	211,2	490	18,8	7,18
TUS9	11,2	1,68	0,03	0,5	0,01	3,96	0,006	0,86	1,68	1,43	0,88	ND	11,73	9,05	26	16,4	5,57
UVS2	8,54	1,27		0,5		0,5		0,95	1,45	0,94	0,58			8	14,2	16,1	5,65

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas das águas das fontes

Na figura 1 pode se observar que a grande maioria das águas das fontes da área estudada apresenta um padrão similar, com apenas duas amostras desviando deste padrão, que são justamente as águas das fontes relacionadas aos filitos e quartzitos.

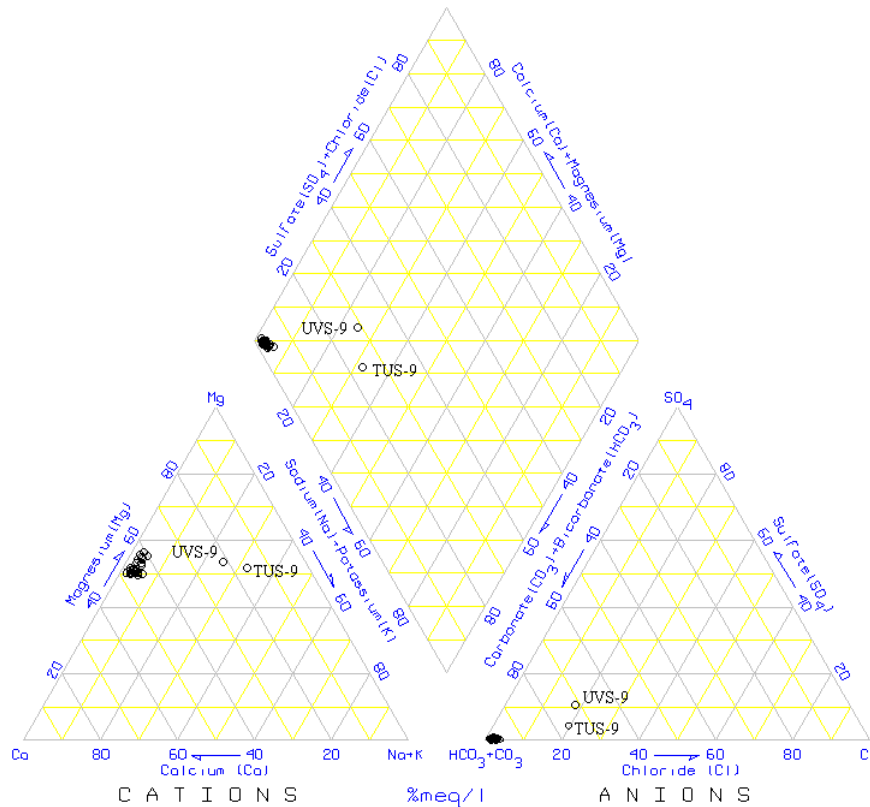


Figura 1: DIAGRAMA DE PIPER representando a composição iônica das águas das fontes, em termos de miliequivalentes/l.

Embora todas as análises estejam no campo das águas caracterizadas como Bicarbonatadas magnésio-cálcicas, as amostras UVS-9 e TUS-9 apresentam uma pequena variação. A quantidade relativa de bicarbonato é menor em relação as outras amostras, e a razão magnésio/cálcio é maior que 1.5, enquanto esta relação, nas outras amostras, fica abaixo de 0.85. Este fato caracteriza o caráter mais alcalino dos filitos.

Com relação ao potencial hidrogeniônico, também determinado em campo, as águas das fontes em região de filito e quartzito apresentam valores em torno de 5, enquanto as das regiões carbonáticas, acima de 7. Para Bittencourt(1984) os valores aceitáveis de pH para águas potáveis estão entre 6.5 e 8 e valores fora destes limites devem ter sua causa investigada, pois valores de pH inferior a 6.5 são propícios a processos de corrosão.

A dureza mede a capacidade de uma água para consumir sabão ou produzir incrustações. Segundo Custódio & Llamas(1976), a Dureza Total (DT) é o conteúdo total em cálcio e magnésio e a Dureza Temporária só é a quantidade total de cálcio e magnésio associados ao bicarbonato e carbonato. De acordo com a classificação de Dureza Total destes autores, águas das fontes das regiões de filitos e quartzitos são brandas, e as águas das fontes das regiões carbonáticas são moderadamente duras a muito duras.

As águas naturais podem conter certa quantidade de nitrato sem causarem maiores problemas, entretanto teores superiores a 5 mg/l no contexto regional podem indicar contaminação por detritos animais em águas superficiais, e alto nitrato em água subterrâneas pode indicar infiltração de águas com fertilizantes (Bittencourt, 1994). Já para Custódio & Llamas(1976), a concentração de nitrato está normalmente entre 0,1 e 10 ppm, mas em águas poluídas pode chegar a 200 ppm. O conteúdo de Nitrato está elevado, acima de 8,5 mg/l, nas fontes ACS1, ACS2, ATS4, ATS5, TUS5 e TUS8.

Leditzky(1998) observou que existe uma correlação entre o conteúdo do íon Bicarbonato, que pode ser considerado não influenciado por poluição antropogênica, com o íon Nitrato dessas amostras. Quanto maior a mineralização, maior também é o conteúdo de nitrato, e o valor de oxigênio consumido não é correlacionável com a mineralização total da água. Isto sugere que a alta concentração de nitrato (também do Cl^- e K^+) de algumas águas não deriva somente da poluição, mas o estudos até o momento não permitem uma conclusão final do impacto pela utilização do solo ou a utilização de fertilizantes.

CONCLUSÕES

A águas das fontes da região do carste de Curitiba são classificadas como Bicarbonatadas magnésio-cálcicas. As águas cársticas apresentam um padrão iônico similar, com condutividades superiores a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e pH entre 7 e 8. As águas das regiões de filitos e quartzitos apresentam condutividades abaixo de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com uma concentração química muito inferior às águas cársticas, e pH em torno de 5.

Em relação a qualidade, as águas cársticas apresentam ótimas condições para a utilização humana. Os controles do quimismo das águas das regiões de filitos deve ser submetido a um estudo mais aprofundado. A alta concentração de nitrato de algumas fontes ainda não define poluição, mas necessita ser controlada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, A. V. L.**, 1994. Hidroquímica. Módulo II. In: Curso Sul-americano sobre Avaliação e vulnerabilidade de Aqüíferos, 1, Curitiba, 1994. *Memória...*, Curitiba, UFPR, ABAS, Universidad de la Republica Oriental del Uruguay, p. 23-53
- CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R.**, 1976. Hidrologia subterrânea. Barcelona, Ediciones Omega. 2347 p.
- LEDITZKY, H.P.**, 1998. First Results of hydrochemical investigations. In: Projeto Karst - Progress Report Graz, Austria. Institut Joanneum Research, Suderhsa, Sanepar, UFPR, Comec, p.28-36.