

ACOMPANHAMENTO TRIMESTRAL DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS LOCALIZADOS NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE SANTANA DO SERIDÓ/RN

GERBESON CARLOS BATISTA DANTAS ¹
HENRIQUETA MONALISA FARIAS ²
SÂMEA VALENSCA ALVES BARROS ³
PATRÍCIA MENDONÇA PIMENTEL ⁴

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar o acompanhamento trimestral da qualidade da água subterrânea de um poço tubular situado em uma comunidade rural no município de Santana do Seridó/RN e, posteriormente, analisar a viabilidade de utilização da água bruta para consumo humano sob a ótica da Portaria de Potabilidade n° 2914/2011. Para isso, foram determinados 15 parâmetros: pH, condutividade elétrica, temperatura na fonte, bicarbonato (HCO_3^-), cloreto (Cl^-), nitrato (NO_3^-), dureza total (CaCO_3), dureza (Ca^{2+}), dureza (Mg^{2+}), alcalinidade, sólidos dissolvidos totais (SDT), oxigênio dissolvido (DO), nitrogênio amoniacal, nitrito (NO_2^-) e ferro. Foram realizadas coletas quinzenais no poço tubular pelo período de três meses (março a maio de 2019) e então foram feitas as análises físico-químicas em triplicatas. A metodologia de análise dos parâmetros decorreu conforme o Manual do Standard Methods. De acordo com as análises, as águas apresentaram discordâncias dos valores permitidos máximos estabelecidos pela Portaria n° 2914. Os valores dos compostos nitrogenados (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal) foram superiores aos valores máximos permitidos estabelecidos pela referida portaria. A concentração de ferro também foi elevada, principalmente, devido as tubulações de ferro fundido oxidadas. Além disso, as águas foram classificadas como duras e apresentaram baixo teor de oxigênio dissolvido. Por fim, conclui-se que estas águas brutas estão impróprias para consumo humano, sendo necessário aplicar soluções de tratamento para ajuste dos parâmetros alterados e manutenção das instalações degradadas.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, Poços tubulares, Portaria 2914/2011, Padrões organolépticos.

¹ Graduado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, gerbeson_dantas@hotmail.com;

² Graduada pelo Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, monalisa_miler@hotmail.com;

³ Professora Doutora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, sameavalensca@ufersa.edu.br;

⁴ Professora orientadora: Doutora, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, pimentelpm@ufersa.edu.br.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável à sobrevivência humana. Isso ocorre devido sua necessidade em quase todas as atividades antrópicas. Embora seja um recurso em abundância no globo terrestre (>70% do planeta), há restrições provocadas por sua disponibilidade. Do total, apenas 3% se encontra disponível, dentre os quais, menos de 1% está na fase líquida. Entretanto, sua distribuição é bastante assimétrica nas diversas regiões do planeta, bem como há restrições qualitativas nas diversas regiões do planeta e, mais especificamente, no semiárido brasileiro, que terminam por dificultar o acesso deste recurso a todos (DANTAS et al., 2018; RIBEIRO; ROLIM, 2017; PÁDUA; FERREIRA, 2006).

Um das saídas encontradas para abastecimento das regiões semiáridas brasileiras são os mananciais subterrâneos. Segundo Zoby (2008) e Dantas et al. (2018) as águas subterrâneas podem ser subsuperficiais ou profundas, estão presentes no semiárido nordestino e já vem sendo frequentemente utilizada para consumo/uso humano há décadas, em razão da indisponibilidade e/ou insuficiência dos mananciais superficiais em suprir a demanda por água nas quantidades cada vez mais crescentes, sobretudo, para as populações distantes dos grandes conglomerados urbanos, tais como as comunidades rurais.

Entretanto, nem sempre os mananciais subterrâneos apresentam qualidade adequada. Estas águas podem apresentar-se como duras (altas concentrações de cálcio e magnésio) e, não menos frequente, contaminadas por agrotóxicos, lançamento de efluentes industriais e domésticos e uso de tubulações com elevado nível de corrosão. Além disso, combinada com os processos de erosão, desmatamento das zonas de recarga e com fatores geológicos (formação rochosa), o uso destas águas podem ser limitados (HANSEN et al., 2010).

Nesse sentido, um importante mecanismo é realizar o diagnóstico da qualidade destas águas para determinar o tratamento mais adequado, que seja economicamente viável, tecnologicamente possível e ambientalmente adequado.

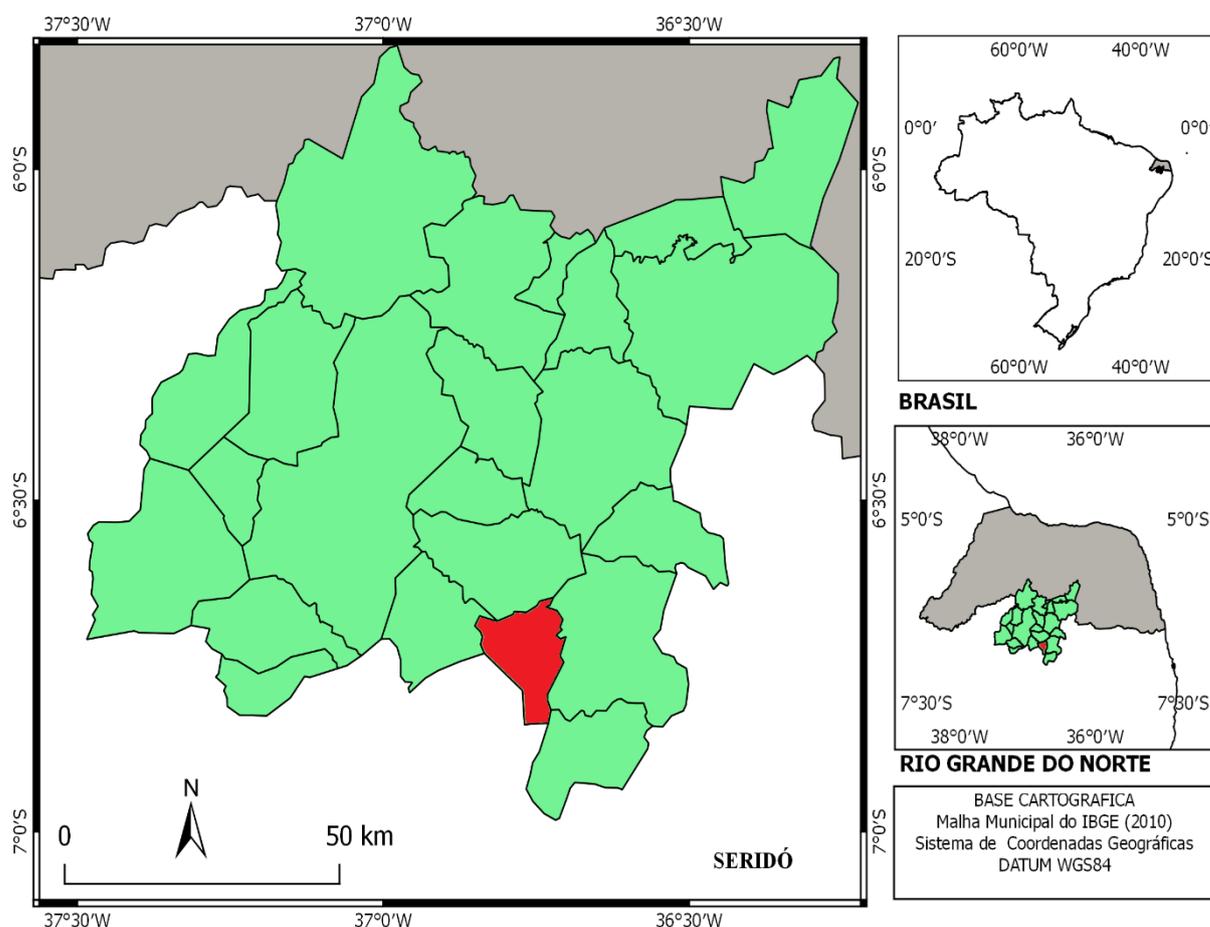
Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar o acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas de um poço tubular situado em uma comunidade rural do município de Santana do Seridó, situado no Estado do Rio Grande do Norte, avaliando a viabilidade para consumo humano. Esta avaliação foi efetuada sob a ótica da Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011).

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo está centrada em um poço localizado na zona rural do município de Santana do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). As coletas foram realizadas entre março a maio de 2019. As coletas se deram 2 vezes por mês, a cada 15 dias. Para caracterizar as amostras, foram testados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, temperatura na fonte, bicarbonato (HCO_3^-), cloreto (Cl^-), nitrato (NO_3^-), dureza total (CaCO_3), dureza (Ca^{2+}), dureza (Mg^{2+}), alcalinidade, sólidos dissolvidos totais (SDT), oxigênio dissolvido (DO), nitrogênio amoniacal, nitrito (NO_2^-) e ferro.

Figura 1 – Localização geográfica do município de Santana do Seridó/RN



Procedimento Experimental

Para a coleta das amostras, foram utilizados frascos de polipropileno com capacidade para 500 mL e 1000 mL, frascos de DBO com capacidade de 300 mL e frasco de vidro tipo âmbar com capacidade de aproximadamente 170 mL, esterilizados, devidamente identificados e previamente ambientados com água do local, com o objetivo de minimizar possíveis interferências. As amostras, com exceção de oxigênio dissolvido (OD), foram acondicionadas em caixas térmicas e mantidas sob refrigeração até chegarem ao laboratório e início das análises experimentais.

Para as análises de alcalinidade, dureza (total, magnésio e cálcio) e cloreto foram usados métodos titulométricos. A determinação da alcalinidade foi realizada por meio do método de titulometria ou volumetria de neutralização. Já a determinação da dureza foi utilizada o método de titulometriacomplexométrica baseado no uso do ácido etileno-diamino-tetraacético (EDTA). Neste processo um íon metálico (analito) reage com um ligante (titulante) adequado para formar um complexo (PARRON, 2011). As análises de cloretos foram realizadas utilizando a técnica titulométrica de precipitação pelo método de Mohr.

Quanto à determinação do pH, foi utilizado método eletrométrico por pHmetro de bancada. Para a análise de sólidos totais dissolvidos (STD), utilizou-se o método de pesagens em estufa. Em campo foram obtidos os valores de temperaturas utilizando termômetro de mercúrio e também foi realizada a fixação de oxigênio dissolvido, por meio do método iodométrico (método de Winkler). A condutividade foi medida por meio de um condutivímetro digital portátil. Os ensaios para nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e ferro decorreram conforme especificado pelo o Manual do Standard Methods (APHA, 2005).

Os ensaios físico-química das amostras foram feitos em triplicata e o resultado final foi apresentado pela média aritmética destas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os parâmetros físico-químicos das análises realizadas no poço objeto de estudo do referido trabalho e os valores permitidos máximos (VPM) estabelecidos pela Portaria n° 2914/2011 (BRASIL, 2011) do Ministério da Saúde.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos das amostras nas seis coletas

Parâmetros	Amostras						VPM*
	Março		Abril		Maio		
	Primeira Coleta	Segunda Coleta	Terceira Coleta	Quarta Coleta	Quinta Coleta	Sexta Coleta	
Condutividade (µS/cm)	820,00	811,00	759,00	809,10	825,00	815,00	-
pH	5,60	5,00	5,40	5,92	5,40	5,50	6-9,5
Temperatura (°C)	29,00	21,00	21,00	22,00	29,00	21,00	22 °C
Cloreto (mg/L)	63,18	52,00	57,09	64,90	65,10	60,60	250
Dureza Total (mg/L)	424,5	590	687,5	589,5	878,5	797,1	500
Dureza Ca ²⁺ (mg /L)	307,5	390	387,5	397	380,5	310,1	-
Dureza Mg ²⁺ (mg /L)	117	200	300	192,5	498	487	-
Alcalinidade (mg/L)	526,00	526,00	524,00	512,00	502,00	463,00	500
Bicarbonatos (mg/L)	526,00	526,00	524,00	512,00	462,00	463,00	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	996,00	974,00	931,00	968,00	998,00	979,00	1000
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	1,31	1,36	1,32	2,11	2,23	2,26	-
Nitrogênio Amoniacal (mg /L)	0,62	0,65	0,79	1,51	1,45	1,39	1,5
Nitrato (mg /L)	15,35	14,13	11,50	11,58	15,10	12,92	10
Nitrito (mg /L)	1,39	1,57	1,71	1,82	1,71	1,72	1
Ferro (mg /L)	1,41	1,49	1,41	1,49	1,46	1,37	1,33

VPM*= Valores permitidos máximos conforme Portaria de Potabilidade 2914/2011 (BRASIL, 2011).

O pH indica a acidez ou a basicidade da água. Valores acima ou abaixo do recomendado do pH podem provocar problemas de saúde no corpo humano, como por exemplo, o surgimento de coceira ou ainda a irritabilidade dos olhos quando os mesmos entram em contato com a água (Sperling, 2007; Moura et al., 2016). Além disso, a ingestão de água com pH ácido está frequentemente associado a potenciais problemas do sistema gastrointestinal. Observa-se que os valores de pH das amostras de água coletadas do poço sob análise apresentaram pH ácido,

conforme Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011), mas dentro do que é observado para águas subterrâneas.

No que se refere ao que foi observado pela análise feita, percebe-se uma variação de até 8°C entre as coletas, onde na primeira detectou-se 29°C e, posteriormente, 21°C, se mantendo constante até a quinta coleta (29 °C) e retornando para 21 °C. Essa variação pode ser explicada por diversos fatores como, por exemplo, pela hora do dia em que foram realizadas as coletas, bem como o período do ano em que as mesmas ocorreram, uma vez que as águas subterrâneas mostram uma baixa variação térmica, por não sofrerem influência da temperatura atmosférica. Outra explicação plausível é a probabilidade de efluentes domésticos, principalmente urina, ter contaminado estas águas. Não obstante, as amostras que apresentaram maiores temperaturas, foram aquelas que apresentaram maiores concentrações de nitrato ($>15\text{mg.L}^{-1}$). Os fatores que contribuem para contaminação das águas são: ausência de fossa séptica nas residências; a formação geológica, uma vez que o poço está situado numa cota mais baixa que os níveis das casas e a ausência de proteção das regiões adjacentes ao poço (ZIMBRES, 2014; PACHECO et al., 2016; BRASIL, 2011).

No que concerne aos cloretos, observou-se que os valores encontrados pela análise do poço encontram-se inferiores aos valores permitidos máximos. Este comportamento é esperado devido às características principais observadas nas áreas de recarga do manancial subterrâneo. Não foram observados usos de fertilizantes, nem tampouco, cloração para desinfecção das águas, justificando o teor razoável de cloretos nas águas.

No que se refere à dureza total, os resultados variaram dentro do intervalo $424,5\text{mg.L}^{-1}$ a $878,5\text{mg.L}^{-1}$. De acordo com Richter (2009), as águas são classificadas em pouco dura ($<50\text{mg.L}^{-1}$), moderadamente dura ($50-150\text{mg.L}^{-1}$); dura ($150-300\text{mg.L}^{-1}$) e muito dura ($>300\text{mg.L}^{-1}$). Nesse sentido, de acordo com a classificação de Richter (2009), essas águas podem ser classificadas como muito duras. A importância da classificação se dá por que a dureza está intimamente ligada com a incapacidade de obtenção de espuma por meio da reação entre água e sabão, incrustação de materiais sólidos nas tubulações e, especialmente no corpo humano, uma vez que, além de conferir gosto a água, sua ingestão tem sido relacionada a problemas renais (SPERLING, 1996; SANTOS; MOHR, 2013). Apesar disso, segundo a égide da portaria, as águas sob análise estão apropriadas, tanto para ingestão, como para uso em algumas atividades humanas.

Os resultados obtidos pela análise realizada evidenciam que os valores de alcalinidade são resultantes da presença dos bicarbonatos e estão superiores aos estabelecidos pelos padrões

de potabilidade, com exceção da última coleta. As amostras apresentaram baixos teores de OD, entretanto, nas últimas três coletas, houve aumento significativo deste teor, provavelmente explicado pela recarga do manancial. O valor padrão de comparação do teor de sólidos dissolvidos é de 1000 mg.L^{-1} , no mesmo passo em que as águas analisadas apresentaram valores pouco inferiores a isto, atendendo, portanto, ao valor permitido máximo estabelecido pela portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011).

O nitrato e o nitrito são contaminantes que atuam no lençol freático de forma a deslocar-se para os corpos hídricos subterrâneos. Estes contaminantes possuem diversas formas de origem, dentre as quais, destacam-se o uso de fertilizantes, como também estão presentes nos efluentes domésticos e industriais (BOUCHARD et al., 1992). A ingestão de água contaminada por nitrato leva a ocorrência de danos à saúde, como a indução à metahemoglobinemia, principalmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (MENEZES et al., 2013; BARBIERI et al., 2014, PACHECO et al., 2016). O valor encontrado do mesmo ficou acima do valor padrão definido pela Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011), fazendo com que estas águas estejam impróprias para o consumo humano. Os teores elevados de nitratos, combinados com os teores de nitrogênio amoniacal permitem inferir que as águas sofrem um processo de contaminação contínuo.

O ferro é uma substância frequentemente encontrada em águas subterrâneas devido ao processo de infiltração das águas pelos interstícios rochosos, porém, em concentrações substancialmente maiores que $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$, pode incorrer em sabor desagradável a água, aumento da turbidez que, além de causar transtornos aos usuários da água (manchar roupas, utensílios etc), pode favorecer ao desenvolvimento de microorganismos patogênicos (CETESB, 2009; PACHECO et al., 2016). Somando-se a isso, o ferro, na sua forma metálica, é nocivo ao corpo humano (PÁDUA; FERREIRA, 2006). Conforme os valores de ferro encontrado na amostra e os valores padrões previstos na portaria de potabilidade, há excesso de ferro nas amostras, impossibilitando o uso destas águas brutas para consumo. Uma das explicações para o acontecimento disto, é o tipo do material da tubulação. Observou-se que as tubulações são de ferro fundido com alto grau de oxidação, o que termina por causar desprendimento de película de hidróxido de ferro (ferrugem) na água. Uma importante saída para este problema é substituição do material oxidado por tubos de PVC (mais utilizados atualmente).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, de acordo com os valores experimentais das amostras de água no intervalo de dois meses e dos valores previstos pela portaria de potabilidade nº 2914/ 2011, onde a maioria dos parâmetros de qualidade da água dissuadiu do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde, estas águas subterrâneas brutas estão inapropriadas ao consumo humano devido seu caráter nocivo à saúde humana. Logo, duas saídas para seu uso são recomendáveis: análise de seu uso para outras finalidades (dessedentação animal, irrigação) ou ainda, realização de tratamento para adequação dos parâmetros aos requisitos de Potabilidade, seguido de substituição das tubulações oxidadas do poço tubular.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater**. USA: Washingtown, 2005.

BARBIERI, E.; BONDIOLI, A.C.V; MARQUES, H.; CAMPOLIM, M. Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananea-SP. **O Mundo da Saúde**, v.1, n.38, p.105-115, 2014.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. D.; SURAMPALLI, R. Y. Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. **Journal of the American Water Works Association**, v.84, p.85-90, 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Potabilidade nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 14 de dezembro de 2011. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf. Acesso em: 2 de maio de 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Disponível em: cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf. São Paulo, 2009.

DANTAS, G.C.B.; FARIAS, H.M.; OLIVEIRA, C.R.S.; SILVEIRA, A.M.D.; BARROS, S.V.A. Physico-chemical quality of waters of tubular wells located in the interior of the State of Rio Grande do Norte. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 91-96, 2018.

HANSEN, M. A. F.; LIMA, J. P. R.; FRIES, M.; MOREIRA, C. A. **Importância da geofísica no estudo das águas subterrâneas**. In: COSTA, A.B (Org). *Água & Saúde*. 1.ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010

MENEZES, J.P.C.; BERTOSI, A.P.A.; SANTOS, A.R.; NEVES, M.A. Qualidade da água subterrânea para consumo humano e uso agrícola no sul do estado do Espírito Santo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 17, n. 17 p.3318 –3326, 2013.

PACHECO, G.; COSTA, A.B.; SILVEIRA, E.O.; DEPRA, B.; LOBO, E.A. Calibração de um índice de qualidade de águas subterrâneas (IQNAS) para a região do vale do rio Pardo, RS, Brasil: nova ferramenta tecnológica para o monitoramento ambiental. **Águas Subterrâneas**, v.30, n.3, p. 440-454, 2016.

PÁDUA, V.L.; FERREIRA, A.C.S. **Qualidade da água para consumo humano**. In: Heller, L.; Pádua, V.L. (Org.). *Abastecimento de água para consumo humano*. 8 ed. Belo Horizonte: UFMG, v.1, 2006. 342 p.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análises físico-química de água**. Embrapa. Florestas, 2011.

RIBEIRO, L.G.G.; ROLIM, N.D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 7, n. 1, p. 7-33, 2017.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352p.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, v. 13, n. 24/25, p.46-53, 2013.

SPERLING, M. V. **Noções de qualidade das águas. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996, 238p.

ZIMBRES, E. **Guia avançado sobre água subterrânea**. Meio Ambiente Pró BR. Disponível em: <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>, 2014.

ZOBY, J. L. G. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, Suplemento, 2008.