

**XXVII CONGRESSO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
LIMA, PERÚ, 28 AL 30 DE SETIEMBRE DE 2016**

**REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA
SEDIMENTAR DOS PARECIS**

Luiz Antonio da Costa Pereira¹, Thiago Affonso Franzolin¹, Katarina Rempel¹, Francisco de Assis dos Reis Barbosa¹

¹CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Brasil, luiz.pereira@cprm.gov.br, thiago.franzolin@cprm.gov.br,
katarina.rempel@cprm.gov.br, francisco.reis@cprm.gov.br

RESUMO

A expansão da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas - RIMAS, do Serviço Geológico do Brasil, possibilitou a construção de oito poços tubulares para fins de monitoramento das águas subterrâneas na bacia sedimentar dos Parecis, no estado de Rondônia, Brasil, em 2013 e 2014. Esses poços foram perfurados na formação Utiariti, composta de arenito e arenito argiloso, Bahia (2007).

A locação dos poços observou critérios intrínsecos à hidrogeologia, distribuição superficial no aquífero, aspectos logísticos de acesso e segurança, além de critérios relativos ao meio socioeconômico e acordos com os superficiários.

Os trabalhos realizados consistiram na locação dos poços, abertura e instalação dos canteiros das obras, construção dos tanques de lama, perfurações, amostragens de calha, revestimentos e posicionamentos das seções filtrantes. Adicionalmente se fez a limpeza e o desenvolvimento de cada um deles, além dos testes de vazão e coleta de amostras d'água. Ao final se fez a construção da base de proteção dos poços e o chumbamento das bocas de ferro, além da recuperação do terreno impactado.

As amostras de rocha intemperizada e as de sedimento foram analisadas quanto à granulometria e as de água quanto à físico-química e bacteriologia, além da identificação de cátions e ânions, mercúrio, metais, metalóides e selênio. Os resultados dessas análises apresentaram-se dentro dos parâmetros esperados.

ABSTRACT

Groundwater's Integrated Monitoring Network expansion - RIMAS, managed by CPRM - Geological Survey of Brazil, made possible the construction of eight wells for groundwater's monitoring purposes in the Parecis sedimentary basin, Rondônia state, Brazil, in 2013 and 2014. These wells were drilled on Utiariti formation, which contains sandstone and shale or argileous sandstone, within the Parecis group, Bahia (2007).

The location of the wells observed intrinsic criteria to hydrogeology, surface distribution in the aquifer, logistics access and security, as well as criteria for the socio-economic environment and agreements with the surface owners.

The work carried out for the construction of the wells consisted of setting its locations, clearing the work sites, construction of the mud tanks, drillings, channel sampling, coating and positioning of the filter sections. Additionally, the wells were cleaned, developed and flow tests were executed and collection of water sample were carried out. At the end it became the construction of protection wells basis and installation of iron protecting ring covers, in addition to the recovery of the affected land.

The samples of weathered rock and sediments were analyzed to measure particle size, and the water was analyzed in regards to its physical-chemistry and bacteriology, besides the identification of cations and anions, mercury, metals, metalloids and selenium. The results of these analyses were within expected parameters.

KEYWORDS: groundwater; monitoring network; wells; Parecis sedimentary basin.

INTRODUÇÃO

A bacia dos Parecis foi previamente selecionada para a construção de poços de monitoramento em Rondônia por se tratar do aquífero mais importante do estado.

A rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas - RIMAS, projeto permanente do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, tem por objetivo propiciar a médio e longo prazo a identificação de impactos às águas subterrâneas em decorrência da exploração ou das formas de uso e ocupação do solo, a estimativa da disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo, dentre outras informações, Mourão e Peixinho (2011).

A rede de monitoramento proposta é de natureza fundamentalmente quantitativa, ou seja, tem o propósito de registrar as variações de nível d'água (NA), com instrumentos que permitem o registro automático do NA, posteriormente se fazendo a coleta de dados periodicamente e com estes passando por processos de consistência e tratamento Mourão e Peixinho (*op. cit.*).

Entretanto, ainda que a rede não tenha como objetivo específico a avaliação qualitativa da água subterrânea foi concebido um sistema de alerta de qualidade com medições semestrais da condutividade elétrica, pH, potencial de oxi-redução, além de parâmetros mínimos fixados pela resolução CONAMA nº 396 para o monitoramento (nitrato, turbidez e sólidos totais dissolvidos), Mourão e Peixinho (*op. cit.*)

Atualmente a rede nacional de poços de monitoramento está composta por 361 poços, CPRM (2016).

Em 2013 e 2014 foram construídos mais oito poços para a rede na Bacia dos Parecis em Vilhena, Rondônia; todo esse trabalho chegou a bom termo, no entanto sempre ocorrem problemas com esse tipo de obra: paralisações durante a obra devido a dificuldades operacionais, como carência de pessoal técnico especializado, problemas mecânicos e de equipamentos de perfuração inadequados, ocasionando baixa produtividade na construção dos poços.

Por outro lado, foi de grande importância a participação do titular da empresa construtora na facilitação dos contatos e negociações para os termos de acordos com os superficiários, devido a seu bom relacionamento de trabalho neste município e adicionalmente o empenho institucional em demonstrar a importância da instalação dos poços de monitoramento para a comunidade. Todo o trabalho de relacionamento e construção de parcerias com as instituições públicas e privadas foi muito bem sucedido e os termos de acordo foram todos assinados.

Os trabalhos realizados foram: locação dos poços com a prévia expansão da avaliação dos terrenos hidrogeológicos o que possibilitou essa locação com os melhores critérios técnico-científicos e também de acesso e de segurança a este patrimônio público.

As etapas de cada obra consistiram em abertura do canteiro, construção do tanque de lama, perfuração do poço, descrição litológica das amostras de calha, revestimento e posicionamento das seções filtrantes, limpeza e desenvolvimento, recuperação do terreno impactado, ensaios de bombeamento e recuperação, construção da base de proteção e chumbamento da boca de ferro. Adicionalmente se fez a coleta e envio de amostras d'água para análises de laboratório: análises catiônicas, aniônicas, mercúrio, mais vinte e oito elementos químicos e as análises físico-químicas e bacteriológicas. As amostras de calha foram enviadas para análises granulométricas.

METODOLOGIA

Os trabalhos realizados consistiram na prévia seleção de áreas para a locação dos poços na zona rural do entorno da cidade de Vilhena, licitação e contratação de empresa construtora, locação específica dos oito poços (tabela 1 e figura 1), aberturas dos canteiros, construção dos tanques de lama, perfuração, amostragem dos perfis dos poços, revestimento e posicionamento das seções filtrantes, colocação dos pré-filtros e cimentação.

Em seguida foram realizadas a limpeza e o desenvolvimento, teste de bombeamento (ensaio de rebaixamento e recuperação), amostragens d'água, construção da base de proteção, instalação da boca de ferro e recuperação do terreno impactado. Após a fase de implementação foram instalados os equipamentos sensores para o monitoramento regular, conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Locais dos poços implementados no município de Vilhena em 2013 e 2014 e dados do monitoramento

Estações	Latitude	Longitude	NE (m) - mai/2014	NE (m) - out/2014	NE (m) - abr/2015
APCSA	-12,773344	-60,188357	7,07	8,47	6,72
AVV	-12,727090	-60,228150	31,70	33,17	31,35
Bela Manhã	-12,671298	-60,190935	36,78	36,75	36,68
APROCIS	-12,806843	-60,366067	73,77	73,00	72,45
ASPROUNIÃO	-12,51757258	-60,15314756	-	18,84	16,67
Divisa RO/MT	-12,34797567	-59,84691439	-	30,41	29,85
Fazenda Santa Catarina	-12,45513056	-59,93104675	-	27,76	27,95
Paz Ambiental	-12,68838969	-60,15392006	-	28,98	28,76

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características dos Poços - os poços têm diâmetros de quatro polegadas e profundidades variando entre 47 m e 92 m, tendo as perfurações atingindo o limite máximo de 94,5 m. Os perfis são predominantemente arenosos com a granulometria variando de areia muito fina a areia grossa, sendo mais frequentes as porções fina e média com coloração clara a amarelada principalmente; as espessuras variam de 40 m a 80 m. Os testes de bombeamento foram feitos em 480 minutos e a recuperação em 240 minutos, com a utilização do método volumétrico para as medidas de vazão. Os níveis estáticos variaram entre 7,95 m e 73,64 m, os rebaixamentos totais entre 0,45 m e 37,63 m e os níveis dinâmicos entre 9,23 m 74,09 m. As vazões específicas se situaram entre 2,7 m³/h/m e 5,0 m³/h/m. As vazões referenciais se situaram entre 17,7 m³/h e 70,3 m³/h.

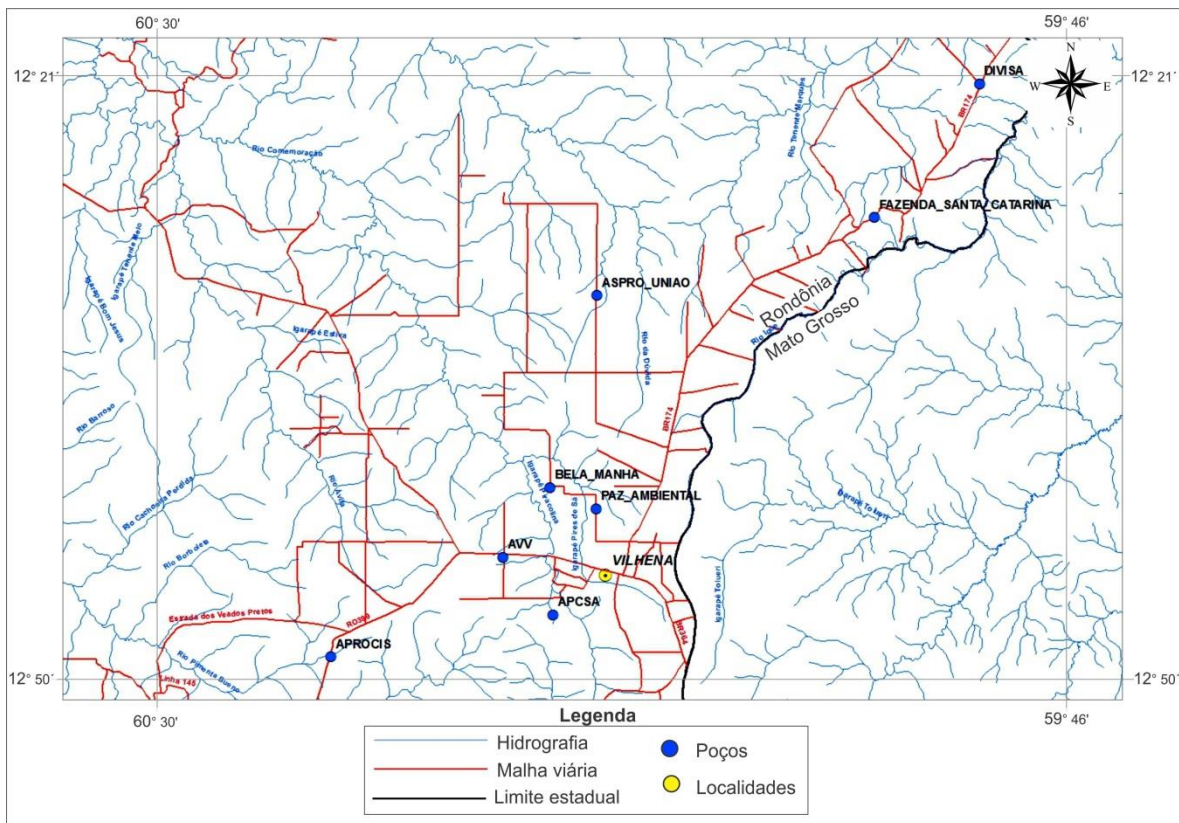


Figura 1. - Localização dos poços incorporados à rede RIMAS.

3.1.1 Resultados das Análises Granulométricas - na realização das análises se utilizou de procedimento operacional padrão, com os resultados analíticos sendo apresentados em tabelas individuais. O resultado final é baseado na classificação granulométrica de Wentworth. Os resultados definiram as amostras como quase todas predominantemente arenosas. A exceção se deu no poço denominado APROCIS onde a predominância foi siltico-argilosa no nível 0,0 m a 18,0 m; no intervalo de 18,0 m a 20,0 m houve o domínio da fração siltica sobre a arenosa e daí por diante até aos 76,0 m finais apenas o predomínio da fração arenosa.

3.1.2 Resultados das Análises d'Água - as análises realizadas consistiram na determinação de cátions e ânions e mercúrio. As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados relativos aos metais, metalóides e selênio. Nos poços ASPROUNIÃO, Divisa RO/MT, Fazenda Santa Catarina e Paz Ambiental, o mercúrio teve como resultado o valor de 0,003 mg/l, menor que o valor registrado. Na região de estudo a classificação das águas as define como sulfatadas ou cloretadas sódicas e sódicas, Pereira *et al.* (2013). Entretanto em trabalho anterior concluiu-se que as águas no geral são de boa qualidade química, classificadas como cloretadas sódicas, com condutividade elétrica e resíduo seco extremamente baixos, com valores médios de 15,4 micromhos/cm e 24 mg/l, respectivamente, Moraes (1998) *apud* Pereira (2013).

Tabela 1 - Resultados das análises d'água dos poços (mg/l)

Poços	Al	B	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na
Bela Manhã	0,006	0,000	0,023	0,640	0,002	0,001	0,000	0,082	0,088	0,000	0,068	0,309	0,001	0,873
	0,008	0,000	0,024	0,776	0,001	0,002	0,000	0,098	0,095	0,000	0,070	0,316	0,001	0,880
APROCIS	0,000	0,000	0,053	0,923	0,006	0,002	0,000	0,092	0,090	0,000	0,131	0,909	0,001	0,257
	0,000	0,000	0,058	0,957	0,006	0,002	0,000	0,091	0,102	0,000	0,138	0,977	0,001	0,237
APCSA	0,009	0,000	0,016	0,997	0,001	0,001	0,002	0,025	0,081	0,000	0,051	0,114	0,000	0,189
	0,008	0,000	0,019	0,507	0,001	0,002	0,001	0,021	0,071	0,000	0,047	0,131	0,000	0,162
AVV	0,011	0,000	0,012	0,393	0,001	0,002	0,001	0,037	0,101	0,000	0,058	0,039	0,000	0,255
	0,007	0,000	0,012	0,459	0,000	0,002	0,001	0,029	0,102	0,000	0,057	0,038	0,000	0,239
ASPRO- UNIÃO	0,092	0,000	0,019	3,320	0,002	0,001	0,004	0,151	0,556	0,000	0,187	0,176	0,001	1,602
	0,225	0,000	0,025	3,133	0,002	0,002	0,003	0,153	0,557	0,000	0,200	0,193	0,001	1,456
Divisa RO/MT	0,225	0,000	0,025	3,133	0,002	0,002	0,003	0,153	0,557	0,000	0,200	0,193	0,001	1,456
	0,011	0,000	0,002	0,181	0,000	0,001	0,001	0,012	0,010	0,000	0,008	0,003	0,000	0,086
Fazenda Santa Catarina	0,033	0,000	0,002	0,618	0,000	0,001	0,001	0,020	0,012	0,000	0,017	0,003	0,000	0,077
	0,023	0,000	0,002	0,390	0,000	0,001	0,001	0,020	0,013	0,000	0,014	0,003	0,001	0,072
Paz Ambiental	0,023	0,000	0,004	1,571	0,001	0,001	0,002	0,027	0,029	0,000	0,028	0,014	0,001	0,304
	0,014	0,000	0,002	0,206	0,001	0,001	0,001	0,019	0,017	0,000	0,011	0,010	0,000	0,213

Adicionalmente foram realizadas algumas análises físico-químicas e bacteriológicas, com os resultados a seguir. Nos poços denominados APCSA e AVV as características organolépticas se mantiveram dentro dos VMPs, exceto pelo pH que foi definido entre 5,0 e 5,4; as características físico-químicas também se mantiveram dentro do permitido, com a condutividade elétrica variando de 2,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C a 3,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; quanto às características bacteriológicas ocorreu a presença de coliformes totais e ausência de coliformes fecais e E-coli ou coliformes termo tolerantes. As amostras analisadas não atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos na portaria MS nº. 518 de 25 de março de 2004.

No poço denominado Paz Ambiental o pH se manteve dentro da faixa acima referida e com a condutividade registrando um valor de 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; quanto às características bacteriológicas, estas atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos na portaria MS nº. 518 de 25 de março de 2004. No poço denominado ASPROUNIÃO o pH se elevou para 6,9 e com a condutividade registrando um valor de 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; quanto às características bacteriológicas, estas não atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos na portaria MS nº. 518 de 25 de março de 2004, tendo ocorrido a presença de coliformes totais e ausência de coliformes fecais e E-coli ou coliformes termo tolerantes.

No poço denominado Fazenda Santa Catarina o pH mostrou um valor de 5,8 e com a condutividade registrando um valor de 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; quanto às características bacteriológicas, estas atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos na portaria MS nº. 518 de 25 de março de 2004, com a ausência de coliformes totais, coliformes fecais e E-coli ou coliformes termo tolerantes.

No poço denominado Divisa RO/MT o pH mostrou um valor de 6,2 e a condutividade registrando um valor de 98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; quanto às características bacteriológicas, estas não atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos na portaria MS nº. 518 de 25 de março de 2004, com a presença de coliformes totais e ausência de coliformes fecais e E-coli ou coliformes termo tolerantes.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Todo o trabalho de implementação dos oito poços se deu a contento ao final das etapas, ocorrendo apenas dificuldades esperadas com relação à medição da capacidade produtiva dos poços, mas tendo sido superadas; atraso no início das obras e paralisações durante as mesmas devido a dificuldades operacionais, como carência de pessoal técnico especializado, problemas mecânicos e de equipamentos de perfuração inadequados, ocasionando redução de produtividade na construção dos poços.

As amostragens tanto de rocha intemperizada e das coberturas sedimentares quanto as de água se efetuaram de forma adequada conforme os parâmetros e procedimentos prévios. Os resultados das análises das amostras d'água se deram dentro da normalidade, bem como o das amostras dos perfis dos poços que corroboraram as descrições desses feitas em campo.

A questão da frequência e regularidade das visitas às estações para *download* dos dados dos sensores e suas manutenções podem ser otimizadas considerando sua extensa distribuição espacial e seu número total na bacia dos Parecis, em Rondônia, que já chega a dezenove. Interessante seria, futuramente, a instalação de estações telemétricas.

Agradecimentos - Marcos Quadros, Cynara, Pamela, Rosalva e equipe do laboratório da CPRM de Porto Velho; Lamin Rio e Lamin Manaus - CPRM; Juliana, Henrique, Joab, Igor, Evanildo e Alison da Seção de Hidrogeologia da CPRM Porto Velho; equipes técnicas e de apoio das construtoras Geopoços e Hidrocampos, Laboratório do SAAE de Vilhena; APCSA, APROCIS, Chácara Bela Manhã (Sr. Genauro), Agropecuária Verde Vale (Junior), Paz Ambiental Soluções Ambientais (Sra. Patrícia), ASPROUNIÃO, Fazenda Santa Catarina (Sr. Lizeu), Sítio da Divisa RO/MT (Sr. Jacy).

REFERÊNCIAS

a) Tese

BAHIA, R.B.C. (2007). Evolução tectonossedimentar da bacia dos Parecis - Amazônia. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

b) Artigo em Anais de Congresso

MOURÃO, M. A. A.; PEIXINHO, F. C. (2011). A Rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas: fundamentos, estruturação e implantação. In: *Anais do Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo*, São Paulo, 2011. pp. 1 - 4.

PEREIRA, L. A. C.; CAJAZEIRAS, C. C. A.; OLIVEIRA, C. E. S. de; GAVA, C. (2013). Qualidade das águas subterrâneas em Vilhena - RO. In: *Anais do SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*, Belém, Set. 2013, pp. 22 - 26.

c) Relatório Técnico

MORAIS, P.R.C. (1998). Mapa hidrogeológico do Estado de Rondônia: texto explicativo. Escala 1:1. 000.000. Porto Velho: CPRM. pp 32. (Programa Recursos Hídricos)

d) Relatório Técnico

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO-SAAE. Resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas. (2013/2014).

e) Web

CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **RIMAS**: rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas. Total de poços cadastrados: 351. Atualizado em 18/05/2015. Disponível em: <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/uf_pocos.php>. Acesso em: 29 maio 2015.

Referências Bibliográficas

BAHIA, R.B.C. (2007). Evolução tectonossedimentar da bacia dos Parecis - Amazônia. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

MOURÃO, M. A. A.; PEIXINHO, F. C. (2011). A Rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas: fundamentos, estruturação e implantação. In: *Anais do Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo*, São Paulo, 2011. pp. 1 - 4.

PEREIRA, L. A. C.; CAJAZEIRAS, C. C. A.; OLIVEIRA, C. E. S. de; GAVA, C. (2013). Qualidade das águas subterrâneas em Vilhena - RO. In: *Anais do SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*, Belém, Set. 2013, pp. 22 - 26.

MORAIS, P.R.C. (1998). Mapa hidrogeológico do Estado de Rondônia: texto explicativo. Escala 1:1. 000.000. Porto Velho: CPRM. pp 32. (Programa Recursos Hídricos)

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO-SAAE. Resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas. (2013/2014).

CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **RIMAS**: rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas. Total de poços cadastrados: 351. Atualizado em 18/05/2015. Disponível em: <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/uf_pocos.php>. Acesso em: 29 maio 2015.