

AVALIAÇÃO HIDROGEOLOGICA E HIDROQUÍMICA DE UMA ÁREA DE EXPERIMENTO AGRÍCOLA IRRIGADO COM ÁGUA PRODUZIDA TRATADA PROVENIENTE DA EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO

Paula Stein¹; Germano Melo Júnior²; Laécio Cunha de Souza³; Edeweis Rodrigues de Carvalho Júnior⁴; José Geraldo de Melo⁵; Marcus Paulus Martins Baessa⁶; Helga Elisabeth Pinheiro Schlüter⁷

Resumo: Para avaliar o potencial impacto de um experimento de irrigação utilizando água produzida de petróleo após tratamento, foi realizada a caracterização hidrogeológica e hidroquímica de uma área no Ceará e a subsequente amostragem das águas subterrâneas no principal aquífero raso da região, antes da instalação do experimento. O modelo hidrogeológico conceitual estabelecido para a área caracteriza que o sistema aquífero Barreiras-Jandaíra na área estudada é do tipo livre e apresenta uma unidade hidroestratigráfica superior, relacionada à Formação Barreiras, responsável pela transferência das águas de chuvas para a unidade hidroestratigráfica inferior, composta por uma rede de condutos/canais/cavidades cársticas desenvolvida nos calcários da Formação Jandaíra. O mapa de fluxo das águas subterrâneas apresenta uma configuração irregular, dificultando a definição dos setores de montante e jusante do fluxo das águas subterrâneas em relação à área do experimento. A amostragem desses poços evidenciou águas predominantemente cloretadas sódicas e diferenciações hidroquímicas nos poços localizados nos setores de altos potenciométricos, que apresentaram águas mistas ou cloretadas sódico-cálcicas.

Abstract: In order to evaluate the impact of an irrigation experiment with petroleum produced water after treatment, a hydrogeological and hydrogeochemistry characterization was carried out in an area in the Ceará state, along with a subsequent sampling of the groundwater in the main shallow aquifer in the region, before the development of the experiment. The hydrogeological conceptual model defined for the area shows that the Barreiras-Jandaíra aquifer system is of the free type and presents an upper hydrostratigraphic unit, related to the Barreiras Formation, responsible for rain water transfer to the lower hydrostratigraphic unit, made up by a framework of karstic conducts/channels/cavities developed in the limestones of the Jandaíra Formation. The flow of the groundwater has an irregular configuration, making it difficult the definition of upstream and downstream sector for the groundwater flow, in relation to the experiment area. Sampling of the

¹ Laboratório de Geoquímica Ambiental/Departamento de Geologia/UFRN – paula.stein@gmail.com

² Laboratório de Geoquímica Ambiental/Departamento de Geologia/UFRN – germano@geologia.ufrn.br

³ Laboratório de Geoquímica Ambiental/Departamento de Geologia/UFRN – laecio@geologia.ufrn.br

⁴ PETROBRAS/UO-RNCE/SMS – edeweis@petrobras.com.br

⁵ Departamento de Geologia/UFRN – jgmelo@ufrnet.br

⁶ PETROBRAS/CENPES/PDEDS/BTA - marcus.baessa@petrobras.com.br

⁷ PETROBRAS/CENPES/PDEDS/TTRA – helga@petrobras.com.br

monitoring wells revealed mainly sodium-chloride waters and hydrochemical differentiations for the wells located in the potentiometric highs, which present mixed waters or sodium-calcium chloride.

Palavras-chave: hidroquímica, aquífero cárstico, água produzida.

1 - INTRODUÇÃO

A área estudada está localizada no município de Aracati-CE, às margens da rodovia BR-304. Por iniciativa da PETROBRAS, numa área de 1,9 km² será instalado um experimento de irrigação, mediante o plantio de espécies de plantas ornamentais e oleaginosas. Nesse experimento, as plantas serão irrigadas com a água produzida após variados níveis de tratamento. Para avaliar potencial impacto eventualmente decorrente desse experimento, o Laboratório de Geoquímica Ambiental UFRN vem executando o projeto de pesquisa “Caracterização e Monitoramento de Solo e Água Subterrânea em Experimentos de Reúso Agrícola de Água Produzida Tratada”. No que tange a linha de ação em águas subterrâneas do referido projeto, as pesquisas vem sendo realizadas no entorno da área do experimento, onde foram executadas sondagens de reconhecimento e instalados 12 poços de monitoramento captando águas do aquífero cárstico Jandaíra, que constitui a principal unidade aquífera rasa da área de estudo. O conhecimento da área em sub-superfície permitiu a compreensão dos aspectos hidrogeológicos envolvidos e foi concebido para possibilitar a locação de poços de monitoramento. Nos referidos poços, foram coletadas águas pelo sistema de baixa vazão antes da instalação do experimento de irrigação e os valores hidroquímicos obtidos serão utilizados como referencial para futuras campanhas de amostragem, a serem realizadas após a instalação do experimento, no sentido de se avaliar eventuais alterações nas águas subterrâneas. No presente trabalho será apresentada a concepção do modelo hidrogeológico conceitual da área, o mapa de fluxo subterrâneo e a classificação das águas com uso do diagrama de Piper.

2 - RESULTADOS

Na Figura 1 pode-se visualizar o modelo hidrogeológico conceitual estabelecido para a área. O setor estudado está inserido na porção emersa da Bacia Sedimentar Potiguar, onde em superfície aflora um pacote de sedimentos siliciclásticos com aproximadamente 15 metros de espessura, correlacionados à Formação Barreiras. Esses sedimentos estão assentados sobre os calcários da Formação Jandaíra que apresentam espessura média de 65 metros. Ambas as unidades hidroestratigráficas formam o Sistema Aquífero Barreiras–Jandaíra - SABI (Carvalho Jr. *et al.*, 2008), de natureza livre, onde a Formação Barreiras corresponde a uma unidade de transferência de águas de chuva para armazenamento na rede de condutos/canais/cavidades cársticas da Formação

Jandaíra sotoposta. A Formação Açú, unidade basal das sequências estudadas, está à aproximadamente 80 metros de profundidade. Na área de estudo, foi interceptado apenas o topo dessa unidade, a qual é composta por folhelhos de coloração marrom avermelhada. As informações estratigráficas obtidas dos perfis litológicos das sondagens de reconhecimento permitiram a subdivisão do referido Sistema Aquífero Barreiras–Jandaíra em quatro unidades preferenciais:

- Porção superior: sedimentos siliciclásticos de coloração avermelhada - Formação Barreiras;
- Porção intermediária superior: calcários compactos ou decompostos de coloração esbranquiçada - Formação Jandaíra;
- Porção intermediária inferior: calcários fraturados insaturados ou saturados em água, com intercalações arenosas e/ou argilosas - Formação Jandaíra;
- Porção inferior: composta por folhelhos/argilitos calcíferos de coloração cinza a cinza esverdeada - Formação Jandaíra.

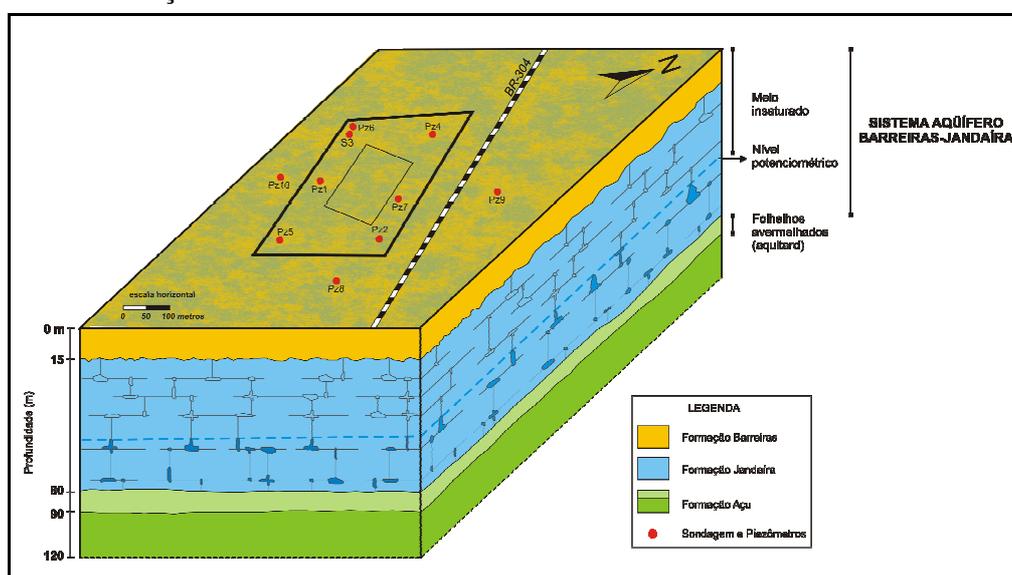


Figura 1. Modelo hidrogeológico conceitual do SABJ. O paralelogramo preto limita a área alvo dos estudos hidrogeológicos. Retângulo central ilustra a área de realização dos experimentos de irrigação

A **Figura 2a** apresenta o mapa de fluxo das águas subterrâneas do SABJ obtido com informações dos poços de monitoramento instalados. De maneira geral, a configuração desta superfície aponta para um fluxo subterrâneo bastante irregular e difuso, com regiões de cargas hidráulicas mais elevadas de fluxo divergente e regiões de cargas hidráulicas mais baixas de fluxo convergente, condizente com a natureza cárstica/fissural do sistema aquífero em questão. De acordo com o diagrama de Piper (**Figura 2b**), as águas amostradas são predominantemente cloretadas sódicas (8 amostras) e, secundariamente, mistas (2 amostras) e cloretadas sódico-cálcicas (2 amostras). O fluxo subterrâneo irregular pode estar influenciando de maneira marcante a diferenciação hidroquímica evidenciada no diagrama de Piper. As amostras dos poços que caracterizam regiões de cargas hidráulicas mais elevadas de fluxo divergente (9-IRR-01-CE a 9-IRR-04-CE) se diferenciam hidroquimicamente do conjunto das demais amostras por apresentarem-se mais enriquecidas em cálcio e bicarbonato. As incertezas da interconexão dos condutos cársticos

e a litologia da unidade aquífera, onde em alguns poços ocorrem argilitos ou folhelho intercalados nos calcários puros, pode contribuir na variação iônica verificada nessas águas.

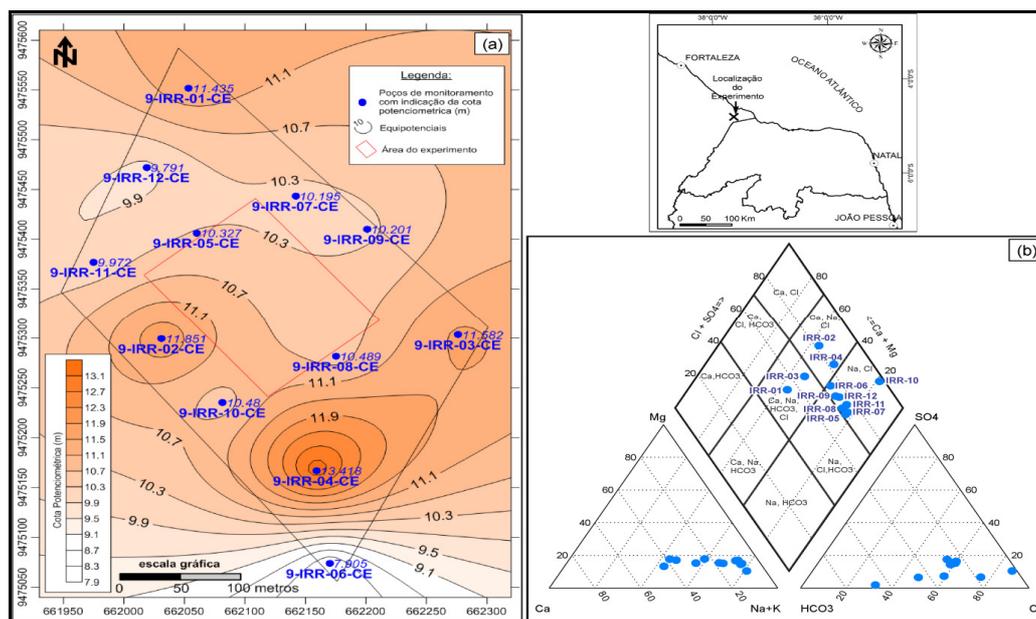


Figura 2. (a) Fluxo das águas subterrâneas do aquífero cárstico Jandaíra. **(b)** Representação em diagrama de Piper das águas subterrâneas amostradas.

3 - CONCLUSÕES

As perfurações executadas no âmbito do estudo permitiram a subdivisão hidroestratigráfica do Sistema Aquífero Barreiras–Jandaíra em quatro unidades preferenciais, cuja zona saturada propriamente dita se encontra na porção intermediária inferior do pacote carbonático e é composta por calcários fraturados com intercalações arenosas e/ou argilosas. O mapa potenciométrico da área, concebido com os dados de nível estático dos poços de monitoramento, assinala para a irregularidade do fluxo subterrâneo e não possibilita uma avaliação precisa dos setores a jusante e montante do fluxo subterrâneo em relação à área do experimento. Os resultados hidroquímicos obtidos corroboram para esse cenário. O nível atual de desenvolvimento da pesquisa apontou para a necessidade de se verificar mediante técnicas específicas a existência de interconexão hidráulica entre os condutos saturados na unidade hidroestratigráfica relacionada à Formação Jandaíra. Nesse sentido, recentemente foi realizada a aplicação de traçadores utilizados em pesquisas hidrogeológicas (eosina e fluoresceína) e no momento os dados obtidos estão sendo interpretados. Dessa ação, pretende-se dirimir as dúvidas quanto a conexão hidráulica dos condutos cársticos e estabelecer o mapa de fluxo das águas do aquífero Jandaíra no setor investigado..

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho Júnior, E. R.; Baessa, M.P.M.; Braga Júnior, M. G., 2008. Relações Hidráulicas e Hidroquímicas entre os Aquíferos Barreiras-Jandaíra e Açú na Região de Fazenda Belém, Estado do Ceará – Brasil. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, RN.