

Caracterização Hidrogeológica nas Rochas Cristalinas da Bacia do Rio Sergipe

Alan Dantas Cardoso¹; Cristine Lenz²; Rogério Vila Nova Chaves Filho³; Karoline Ferreira da Silva Mecnas⁴; Luiz Henrique Passos⁵; Paulo Henrique Prado Stefano⁶

RESUMO: *Visando amenizar a problemática da escassez de água em algumas localidades no estado de Sergipe, foram realizados estudos hidrogeológicos nas rochas cristalinas da bacia do Rio Sergipe (rochas metassedimentares, granitos e gnaisses). Essas rochas afloram ao longo do Cinturão de Dobramento Sergipano, que possui uma estruturação com direção predominante NNW-SSE. Para a realização do estudo foram relacionadas as estruturas de mega escala com a sua respectiva geologia. Em termos de geologia, a região está localizada sobre os Gnaisses Migmatíticos do Domo de Itabaiana, os Granitóides Tipo Glória, as rochas Metassedimentares do Domínio Macururé e do Domínio Vaza-Barris, que possuem falhas e fraturas com direções preferenciais NW-SE, E-W e N-S. A integração de dados geológicos-estruturais e hidrogeológicos tornou possível a escolha de locais com condicionantes favoráveis para a prospecção de água subterrânea, obedecendo os padrões de densidade, direcionamento e interconectividade entre as fraturas, como também a caracterização da qualidade da água. Foi concluído que a quantidade/qualidade da água é fortemente controlada pela litologia, densidade e interconectividade de fraturas presentes na região.*

Palavras-chave: Escassez; Prospecção; Condicionantes.

INTRODUÇÃO

A dinâmica das águas subterrâneas em rochas fraturadas é pouco compreendida se comparada aos aquíferos encontrados em rochas sedimentares. De modo geral, sua baixa permeabilidade, as dificuldades e altos custos da perfuração dos poços fizeram com que o potencial desses aquíferos fossem, por muito tempo, pouco explorados. Porém, nos últimos anos, com o crescente aumento da necessidade de água para abastecer centros urbanos e áreas rurais, o cenário mudou drasticamente, levando ao aumento das pesquisas sobre o tema.

Em rochas cristalinas, o principal meio para acumulação de água subterrânea, segundo Singhal & Gupta (1999), é um espesso manto de intemperismo e a presença de descontinuidades, as quais podem ser falhas, fraturas e planos de foliação.

Os poços em rochas de granulação grossa e ricas em quartzo, como granitos, pegmatitos e quartzitos, tendem a ser mais produtivos do que em outras rochas cristalinas. Por serem mais competentes, as rochas ácidas desenvolvem e preservam sistemas de juntas mais abertas (Davis & Turk, 1964). Já a produtividade em filitos, xistos e ardósias geralmente é mais baixa, pois essas rochas têm minerais micáceos que se alteram para argilas, tendendo a colmatar as fraturas. Esta deve ser a razão para sua baixa transmissividade se comparadas com granitos e gnaisses (Singhal & Gupta, 1999).

A região centro-oeste do estado de Sergipe, onde está localizada a bacia hidrográfica do Rio Sergipe, é uma região controlada pela climatologia agreste e semiárida, sendo comum a falta de

¹ Graduando, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, alan_tribo@hotmail.com (apresentador do trabalho);

² Professora, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, crislenz@yahoo.com.br;

³ Geólogo, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, rogeriovilan@gmail.com;

⁴ Mestra, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análises de Bacias (PGAB), Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão SE, CEP: 49100-000 karolmecnas@yahoo.com.br;

⁵ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC - Ala Central, CEP 70910-900 - Brasília DF, lhpasos.geologo@gmail.com;

⁶ Professor Substituto, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, paulohenriquestefano@hotmail.com

chuva. A região se localiza sobre cinco grandes unidades geológicas: o Complexo Gnáissico-Migmatítico do Domo de Itabaiana, os Domínios Macururé e Vaza-Barris (rochas metassedimentares de protólito siliciclásticos e químicos), os Granitóides do Tipo Glória, e as Formações Superficiais. Esse contexto geológico restringe os tipos de aquíferos possíveis de ocorrer na região como sendo predominantemente do tipo fissural.

O presente trabalho tem como objetivo mostrar a influência que as características geológicas promovem no potencial hidrogeológico dos aquíferos fissurais da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, visando indicar regiões com maiores probabilidades de possuírem altas vazões e boa qualidade de água. Nele, foram utilizadas informações de poços pré-existent, como vazão e qualidade, confrontando com lineamentos gerados a partir de imagens de satélites confeccionadas por tratamentos de modelo digital de terreno (MDE).

MATERIAL E MÉTODOS

Os métodos utilizados para a realização desse trabalho, podem ser dividido em três etapas, sendo elas: Geoprocessamento e Fotointerpretação, Tratamento de informações de poços pré-existent e integração e interpretação de dados.

Na primeira delas utilizaram-se dados de MDE da missão SRTM (*Shuttler Radar Topography Mission*), que foram tratados para a confecção de imagens de relevo sombreado no programa Global Mapper 10. Nessas imagens foram traçados todos os alinhamentos morfoestruturais visíveis com o uso do programas QGIS 2.18. Sendo gerado um banco de dados SIG com todos os lineamentos obtidos, com suas respectivas informações de azimuth e comprimento. Em seguida, foram realizadas sobreposições desses dados com os dados SIG de geologia obtidos no site Geobank do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Com essas sobreposições, pôde-se delimitar os lineamentos conforme seu posicionamento nas unidades geológicas, e como resultado, a construção de diagramas de roseta evidenciando as direções de lineamentos ocorrentes para cada unidade. Os lineamentos identificados em superfície através de dados de satélite, no geral, servem como base para uma análise indireta do contexto estrutural também em subsuperfície. Além disso os diagramas de roseta são ótimas ferramentas para análise e interpretação estrutural de áreas, buscando identificar campos de tensão e direções preferenciais de fraturamentos e falhas.

Na segunda etapa foi abastecido o banco de dados com as informações dos poços tubulares cedidas pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SEMARH) e pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (COHIDRO). Esses dados trouxeram informações de localização como as coordenadas XY do sistema de coordenadas *Universal Transversa de Mercator* (UTM), medida de vazão (m^3/h) e análises químicas do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos (STD).

Por fim, na terceira etapa, foi gerado um mapa de correlação geologia x estruturas x vazão no programa QGIS 2.18. A geologia do estado foi adquirida no Geobank da CPRM, passando por um processo de recorte utilizando como máscara a limitação da área de estudo. Os lineamentos adquiridos na primeira etapa do trabalho, intitulada Geoprocessamento e Fotointerpretação, foram inseridos no mapa supracitado. As vazões dos poços existentes foram inseridas a partir de um texto delimitado, configurando esquemas de cores de acordo com as vazões. Foram analisadas as influências que o controle litoestrutural da região promove no contexto hidrogeológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

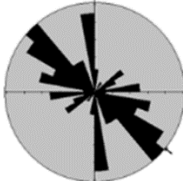
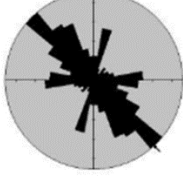
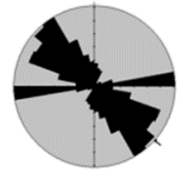
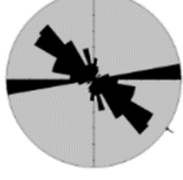
As unidades litológicas encontradas na região têm suas principais características explanadas na Tabela 1. O Complexo Gnáissico-Migmatítico Domo de Itabaiana é constituído por ortognaisses com composição granítica a granodiorítica com intercalações de anfibolitos e gabros, podendo apresentar feições migmatíticas e miloníticas (Santos *et. al.* 2001). O bandamento gnáissico apresenta direção predominante de 300/45, apesar de serem comuns dobramentos nessas rochas e as estruturas rúpteis possuem direção preferencial NW-SE e WSW-ENE (N050).

O Domínio Macururé situado na porção norte do Cinturão de Dobramentos Sergipano (CDS), está dividido em Grupo Macururé, de natureza metapelítica, divididos em seis litofácies, granitóides intrusivos além das Formações Superficiais. Na área de estudo são encontradas as litofácies MNm1, MNm2, MNm3 e MNm4, que se caracterizam por possuírem estruturas rúpteis de direções preferenciais NW-SE (N135, N150), WSW-ENE (N085). Os Granitóides são os do Tipo Glória, e

intrudem as rochas metassedimentares do Domínio Macururé. Possuem estruturas rúpteis com direção preferencial NW-SE (N135) como também W-E (N085) e NE-SW (N005).

O Domínio Vaza-Barris circunda as rochas do embasamento gnáissico, e é dividido em três grupos: Miaba, Simão Dias e Vaza-Barris, todos eles subdivididos em formações. O Domínio em questão é constituído principalmente por metassedimentos psamo-pelito-carbonáticos de baixo grau metamórfico (D'el Rey Silva, 1995). As estruturas principais são dobramentos antiformais e sinformais de grande porte, com vergência para SSW, associados a cavalgamentos e zonas de transcorrências (Santos *et al.*, 1998). As estruturas rúpteis possuem direção NW-SE (N135), NNW-SSE (N170) e WSW-ENE (N085).

Tabela 1. Características das unidades geológicas encontradas na região estudada.

Unidade	Subdivisão	Tipo de Rocha	Idade	Diagrama Rosetas	Direções Preferenciais
Domínio Vaza-Barris	Grupo Miaba, Simão Dias e Vaza Barris.	Conglomerados, Metarenitos, Quartzitos, Filitos, Metagrauvacas, Metaconglomerados, Calcário, Dolomito, Metacarbonatos, Metapelitos, Filitos	MESOPROTEROZÓICO / NEOPROTEROZÓICO		NW-SE NNW-SSE WSW-ENE
	Granitóides Tipo Glória	Granitos	NEOPROTEROZÓICO		NW-SE W-E NE-SW
Domínio Macururé	Litofácies MNm ₁ , MNm ₂ , MNm ₃ , MNm ₄ .	Xistos, Mármore, Quartzitos, Metassiltitos, Filitos, Metarritmitos, Metagrauvacas, Metarenitos.	MESOPROTEROZÓICO / NEOPROTEROZÓICO		NW-SE WSW-ENE
	Domo de Itabaiana	Ortognaisses, Anfibolitos, Gabros.	ARQUEANO / PALEOPROTEROZÓICO		NW-SE WSW-ENE

Foi gerado um mapa, mostrando a conexão entre a geologia, as estruturas rúpteis e as vazões dos poços pré-existent (Figura 1), fornecendo capacidade para entender e interpretar como ocorre o controle estrutural e litológico, e o quanto isso influencia nas vazões dos poços.

No Domo de Itabaiana encontram-se as maiores fraturas, e também a maior interconexão entre estas estruturas rúpteis, sugerindo que as altas vazões na região tenham total ligação com o controle estrutural da unidade, além de serem rochas gnáissicas, passíveis de acumulação de água devido a competência do material preservar espaços vazios entre as fraturas. Vazões maiores que 15 m³/h são bastante comuns, e as menores vazões encontradas na região variam entre 3 e 10 m³/h.

No Domínio Macururé não foram encontrados muitos dados de poço, e dentre eles apenas um apresentou vazão entre 10-15 m³/h, sendo que o restante dos poços apresentou vazão abaixo de 10 m³/h. A quantidade de poços por área é bastante baixo nessa região, provavelmente devido ao fato da natureza do material não ser propícia para extração de água subterrânea. Em especial, as tentativas feitas nos granitos, que geralmente são bons tipos de rocha para acumulação de água subterrânea, igualmente não apresentam bom resultado (vazões abaixo de 10 m³/h) mesmo estando acima de fraturas grandes e interconectadas.

No Domínio Vaza-Barris foram encontradas fraturas de pequeno porte, com uma interconexão razoável. As vazões variam de seco até vazões superiores a 15 m³/h, essa irregularidade pode estar ligada a interconectividade entre as fraturas que ocorre em algumas e em outras não.

No parâmetro STD, as águas são classificadas em Doce (<500mg/l), Salobra (501 a 1.500 mg/l) e Salgada (> 1.500 mg/l). Os poços pré-existentes têm 49% de suas águas classificadas como Doce, 39% classificadas como Salobra e 12% classificadas como Salgada. Analisando o parâmetro STD com relação à geologia, a água do Domínio Macururé tem um teor elevado de STD, sendo classificado como água salgada, explicando assim o vazio geográfico de poços nessa unidade litológica, associado à natureza pelítica do material rochoso. Já o embasamento gnáissico e o Domínio Vaza Barris, possuem em sua maioria porções com um bom resultado do parâmetro STD, porém existem porções onde o STD é considerado alto, inutilizando a água para consumo humano.

Utilizando os parâmetros quantidade e qualidade da água em conexão com conhecimento geológico-estrutural o maior potencial hidrogeológico entre as unidades estudadas é o Complexo Gnáissico-Migmatítico do Domo de Itabaiana, seguido do Domínio Vaza-Barris, mesmo apresentando uma distribuição irregular nas vazões. Já o Domínio Macururé não é considerado um bom potencial para a prospecção de água subterrânea.

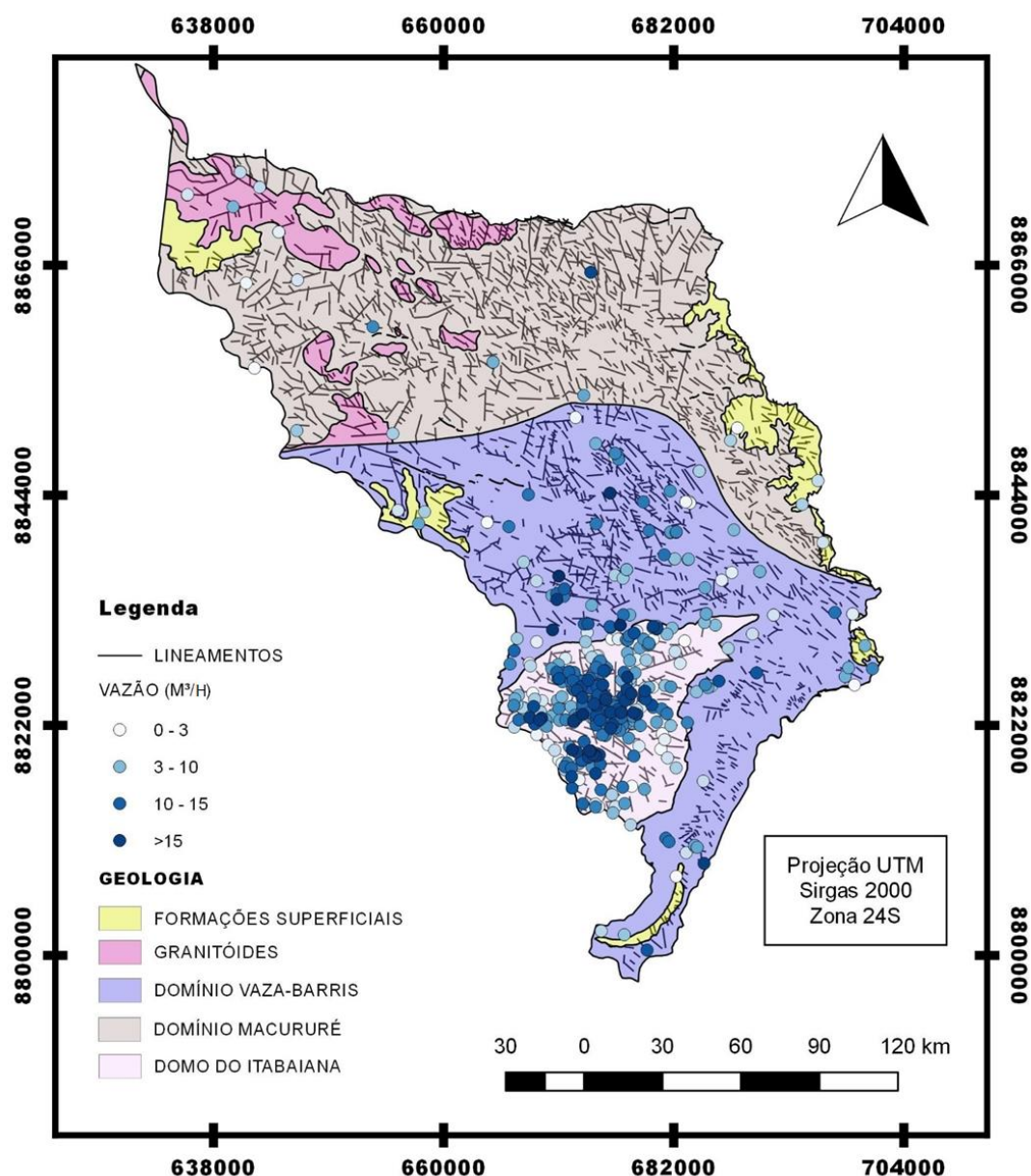


Figura 1. Mapa de correlação geologia x estruturas x vazão.

CONCLUSÕES

1. A infiltração não depende apenas da presença e quantidade de fraturas, mas também do tamanho e da conectividade destas, além da competência do material para manter espaços livres nas juntas;
2. Os litotipos são fatores preponderantes para determinação do potencial hidrogeológico no que diz respeito à quantidade e qualidade das águas subterrâneas;
3. Para perfuração de poços em aquíferos cristalinos, faz-se determinante que o furo intercepte fraturas suficientemente interconectadas.
4. As áreas no centro do Domo de Itabaiana têm a melhor potencialidade para prospecção de água.
5. O Domínio Macururé é contra indicado para perfuração de poços, devido à probabilidade de baixas vazões e água de baixa qualidade.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SEMARH) e à Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (COHIDRO) por terem cedido os dados para que esse trabalho pudesse ser elaborado. Agradeço também a todos os colaboradores, que fizeram este trabalho possível e prazeroso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERIAS. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe. 2014.
- D'EL-REY SILVA, L.J.H. Tectonic evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil. Revista Brasileira de Geociências 25, 315-332, 1995.
- DAVIS, S. N.; TURK, I. J. Optimum depth of wells in crystalline rocks. Ground Water, Dublin, v. 22, p. 6-11, 1964.
- SANTOS, R.A. (organizador). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Escala 1: 250.000. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, CODISE. 2001.
- SANTOS, REGINALDO ALVES DOS et al. Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe. 1998.
- SINGHAL, B.B.S.; GUPTA, R.P. Applied Hydrogeology of Fractured Rocks. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. 400 p.