

EMPREGO DE GEOPROCESSAMENTO NA ESPACIALIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SERGIPE

Deisi Nunes de Souza (1); Lucas Paixão Vieira (2); Arthur Esteves da Costa Mothé Barreto
(3); Paulo Sérgio de Rezende Nascimento (4)

(1) Autora, Departamento de Engenharia Ambiental-Universidade Federal de Sergipe, deisinuness@gmail.com

*(2) Coautor, Departamento de Engenharia Ambiental-Universidade Federal de Sergipe,
lucaspaixao02@outlook.com*

*(3) Coautor, Departamento de Engenharia Ambiental-Universidade Federal de Sergipe,
arthurmotheufs@gmail.com*

*(4) Prof. Orientador, Departamento de Engenharia Ambiental-Universidade Federal de Sergipe,
psrn.geologia@gmail.com*

Resumo: Com o crescimento demográfico e o aumento da produção de alimentos, os mananciais subterrâneos têm se tornado cada vez mais uma fonte estratégica de recursos hídricos e mais susceptíveis à contaminação. Incluído no Polígono das Secas, o Estado de Sergipe, apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Os efeitos catastróficos desse regime pluviométrico estão registrados desde os primórdios da história do Brasil. Esse cenário de escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e à subsistência da população. Fato preocupante é a captação de água subterrânea de forma inadequada, principalmente no semiárido sergipano formado por rochas cristalinas, as quais são litologias inadequadas para formação de aquíferos. Para o uso sustentável dos mananciais subterrâneos é imprescindível a avaliação das variáveis qualitativas e quantitativas, como por exemplo, os Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) referem-se ao teor de todos os constituintes minerais presentes na água na forma molecular, iônica ou micro granular. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas para perfuração de poços tubulares no estado de Sergipe, a partir da avaliação da concentração de STD, apresentando a distribuição dos aquíferos predominantes, com o intuito de nortear futuras perfurações tubulares. Pelos resultados obtidos foi possível constatar a irregularidade da distribuição da água potável nos aquíferos do estado. Na região semiárida e agreste, a concentração de STD pode atingir um valor de 2.500mg/L, enquanto que no litoral o máximo encontrado é de 1.000mg/L. Foi possível identificar as regiões dos aquíferos sergipanos de maiores e menores concentrações de STD, contribuindo para decisões que requerem investimentos para perfuração de poços e extração de água subterrânea, minimizando possíveis investimentos inadequados.

Palavras-chave: Aquífero, extração de água, irrigação.

Introdução

As águas subterrâneas são caracterizadas pela sua distribuição no subsolo, onde alcançam elevadas profundidades e se espalham até preencher a totalidade de espaços vazios encontrados no subsolo, saturando-os. Essas camadas saturadas são denominadas de aquíferos. De acordo com SUDEN (2014), os aquíferos do estado de Sergipe são classificados em fissurais, cársticos e granulares. Geralmente, os aquíferos são fontes de extração de água para atender alguns usos ou demandas, como abastecimento humano e irrigação (BRASIL, 2008).

Em Sergipe, os problemas ambientais têm acompanhado o desenvolvimento do estado, evidenciados pela poluição de rios em áreas urbanas e rurais, a destruição dos manguezais devido ao crescimento urbano e o despejo de esgotos em rios e praias sem um sistema de saneamento ambiental adequado. Esses problemas abrangem, por consequência, a saúde da população e o desenvolvimento sustentável. Devido ao grande potencial de suas reservas hídricas, a exploração da água subterrânea tem aumentado significativamente.

Com o crescimento demográfico e o aumento da produção de alimentos, os mananciais subterrâneos têm se tornado cada vez mais fonte estratégica de recursos hídricos, tornando-se mais susceptíveis à contaminação e, conseqüentemente, inapropriados para uso. Dessa forma, a qualidade da água subterrânea é um fator de importância relevante para as presentes e futuras gerações, fazendo-se necessário a avaliação dos seus parâmetros qualitativos e quantitativos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

Uma das formas de extração da água subterrânea é por meio da perfuração de poços tubulares. Os poços tubulares levam em consideração as condições físico-químicas, hidrogeológicas e hidrodinâmicas da formação geológica a ser explorada. No estado de Sergipe tem aumentado a exploração da água subterrânea, devido ao grande potencial das reversas hídricas do estado (CRUZ *et al.* 2008).

Para o uso sustentável dos mananciais subterrâneos é imprescindível a avaliação de algumas variáveis, como pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, sólidos totais dissolvidos, bicarbonato, sulfato, etc. Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) referem-se ao teor de todos os constituintes minerais presentes na água na forma molecular, iônica ou micro granular.

Segundo a resolução CONAMA nº 396 de 2008, o limite máximo permissível de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) na água para

consumo humano é de 1000mg/L. Para a irrigação a resolução CONAMA n° 020 de 1986 estabelece a destinação das águas doces de classe 1, limite máximo de 500mg/L, e para a dessedentação de animais as águas doces de classe 3, limite máximo de 500mg/L.

A qualidade da água subterrânea utilizada para abastecimento humano, irrigação, dessedentação de animais, entre outras atividades, deve apresentar uma concentração de STD nos limites de tolerância estabelecidos pelas resoluções do CONAMA supracitadas (BRASIL, 1986; BRASIL, 2008). Uma elevada concentração de STD nas reversas hídricas evidencia uma água salobra, que impacta no solo e nos usos aos quais será destinada. Dessa forma, faz-se necessário a identificação dos locais mais apropriados para a exploração da água subterrânea.

Por meio de ferramentas de geoprocessamento é possível realizar a integração dos dados de concentração de STD e dos aquíferos do estado de Sergipe, a fim de identificar as localizações mais apropriadas para a perfuração de poços tubulares. É imperativo que as águas subterrâneas contenham concentração de STD dentro dos limites de tolerância, para evitar equívocos e possíveis falhas na escolha da localização dos poços, devido à distribuição quali-quantitativa irregular das reservas hídricas do estado.

Isto posto, o objetivo desse trabalho foi espacializar a qualidade das águas subterrâneas para perfuração de poços tubulares no estado de Sergipe, em relação à concentração de STD nos aquíferos que predominam na área de estudo estabelecida, empregando ferramentas de geoprocessamento.

Metodologia

Os materiais necessários para o desenvolvimento desse trabalho foram os dados digitais do Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2014) e o programa computacional de geoprocessamento de acesso gratuito Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING - versão 5.4), desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE).

A metodologia empregada agrupa dois grandes grupos de procedimentos, a saber: compilação e operacionalização dos dados. A compilação dos dados reúne as atividades de aquisição, seleção, criação de BDG e preparação dos dados vetoriais do parâmetro STD e da distribuição dos aquíferos sergipanos. Por sua vez, a operacionalização dos dados corresponde à integração dos dados vetoriais supracitados. Com isso, o primeiro procedimento foi definir o esquema conceitual associado às entidades do Banco

de Dados Geográficos (BDG) no SPRING, ou seja, as representações geométricas associadas aos tipos de dados, pois a estruturação do banco precede a entrada dos dados de acordo com Nascimento (2005).

Realizada essa etapa, o procedimento posterior foi a integração dos dados de STD com o mapa da distribuição dos aquíferos do estado de Sergipe, através de ferramentas de geoprocessamento. A fim de identificar as localizações mais apropriadas para a perfuração de poços tubulares foram analisadas as águas subterrâneas com concentração de STD dentro dos limites de tolerância legais, evitando equívocos na escolha da localização devido à distribuição irregular das reservas hídricas subterrâneas. Por fim, os resultados obtidos foram apresentados em forma de mapas temáticos confeccionados no módulo SCARTA do SPRING.

Resultados e discussão

Com base no sistema de informações geográficas do *software*, foram avaliadas quais regiões aquíferas apresentam águas que possuem alterações em suas propriedades, devido à grande concentração de STD e as que são mais apropriadas para exploração. É importante frisar que as regiões onde foram indicadas com maiores concentrações de STD não estão descartadas para o aproveitamento de água subterrânea, apenas necessitam de formas de manejo mais adequadas para a utilização dessas águas.

A área de estudo (Figura 1) é caracterizada em boa parte pelo clima semiárido: (i) alta temperatura e evaporação; (ii) baixa precipitação e irregularidade espaço-temporal pluviométrica; (iii) escoamento superficial rápido; (iv) rios intermitentes e (v) baixa infiltração decorrente dos tipos rochas cristalinas. Essas características constituem um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e à subsistência da população, justificando a identificação de áreas propícias ao armazenamento de águas subterrâneas (JICA, 2000).

O comportamento espacial dos aquíferos no Estado de Sergipe (Figura 2) mostra que os aquíferos fissurais abrangem o semiárido sergipano, a região do agreste e a área central do Estado. A região litorânea é marcada pelos aquíferos granulares, que geralmente possuem baixa acidez. E ainda, apesar de compreender uma área restrita, os aquíferos cársticos abrangem diferentes regiões, como o semiárido e o litoral sergipano.

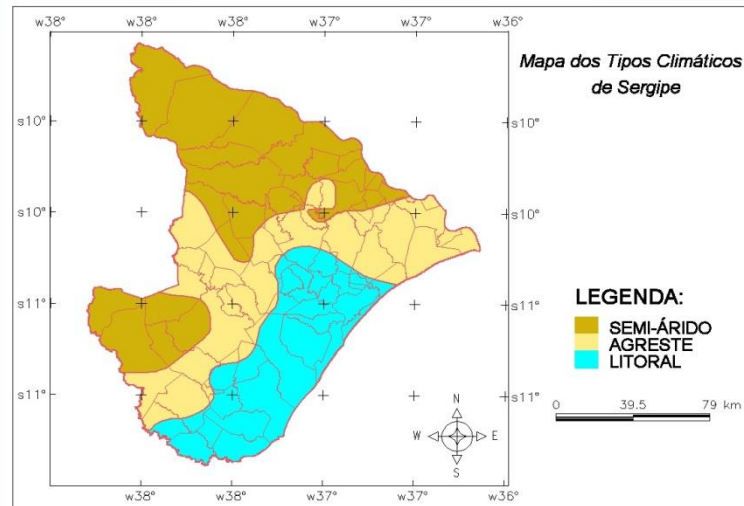


Figura 1. Mapa da distribuição espacial do clima do Estado de Sergipe. Fonte: Modificado de SEMARH (2014).

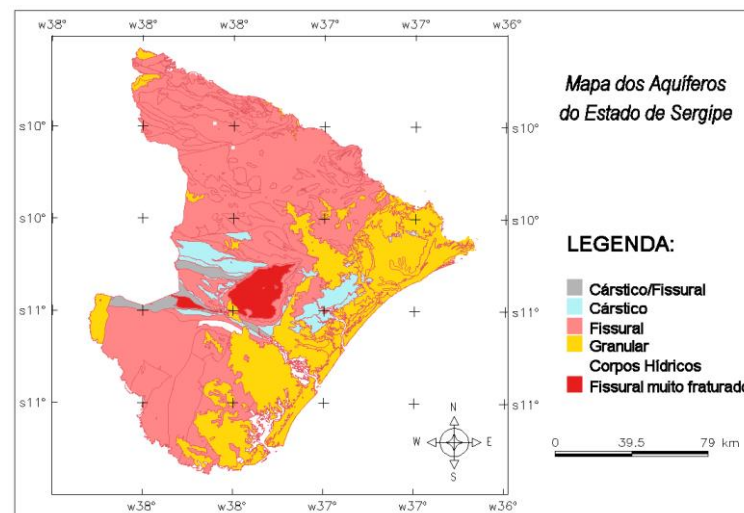


Figura 2. Mapa dos aquíferos do Estado de Sergipe. Fonte: Modificado de SEMARH (2014).

Foi identificado que os aquíferos granulares, localizados na região litorânea do estado, possuem uma baixa acidez e concentração de STD. Esses aquíferos formados por rochas areníticas do Grupo Barreiras são ideais para o armazenamento de água subterrânea decorrente dos espaços intergranulares, pois possuem porosidade e permeabilidade primárias adequadas. Por outro lado, os aquíferos fissurais, localizados no semiárido e no agreste sergipano, se caracterizam por maiores índices de concentração de STD (Figura 3), superiores a 2500mg/L. Além disso, esses aquíferos possuem condições naturais desfavoráveis ao acúmulo de água subterrânea, decorrente das rochas cristalinas que não possuem porosidade e permeabilidade primárias.

A menor concentração humana no semiárido com relação à faixa litorânea é a região mais carente por água potável, devido às condições climáticas (alta evaporação e precipitação baixa e irregular). Além disso, de acordo com Nascimento Filho et al. (2017), as estruturas hidrogeológicas fissurais no semiárido são distintas e com capacidades diferentes de acumular água subterrânea. Desse modo, a gestão hídrica e a consequente perfuração de poços devem estar condicionadas às características intrínsecas do semiárido.

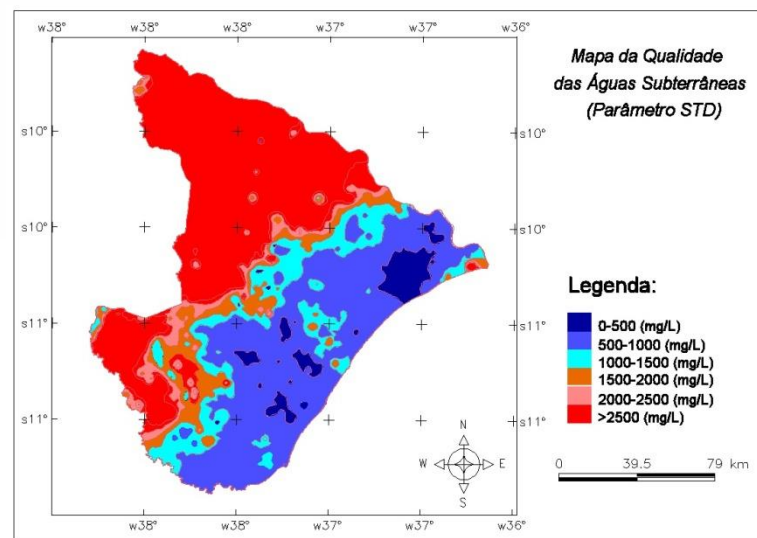


Figura 3. Mapa da qualidade das águas subterrâneas do Estado de Sergipe (parâmetro STD). Fonte: Modificado de SEMARH (2014).

Esse resultado mostra que, mesmo sendo áreas sujeitas à extração de águas subterrâneas, devido a grande escassez de água, não são as mais indicadas para a perfuração de poços tubulares. De forma a evitar o consumo de água salobra tanto para fins de abastecimento humano (resolução CONAMA nº396/08), quanto para a irrigação (resolução CONAMA nº020/86). A água salobra é decorrente do alto índice de evaporação, ocasionando a alta concentração de sais nos solos e nas espécies irrigadas.

Observa-se, portanto, que apenas uma área inferior à metade do estado de Sergipe apresenta uma concentração igual ou menor a 1000mg/L (limite estabelecido pelo CONAMA para classificação da água potável). Essa estimativa evidencia a irregularidade da distribuição de água potável nos aquíferos do estado, o que torna o estudo de extrema relevância para o conhecimento da localização dessas águas e, consequentemente, dos poços tubulares mais favoráveis à extração de água subterrânea.

É imprescindível a análise detalhada das fontes de contaminação sobre as condições naturais e antropogênicas desses ambientes. As condições naturais são, por exemplo, os tipos litológicos, as permeabilidades e porosidades primárias e secundárias dos tipos de aquíferos presentes no estado. As condições antropogênicas são as atividades desenvolvidas pelo homem na superfície terrestre, que podem infiltrar no subsolo e contaminar os aquíferos. Recomenda-se que o estado identifique e minimize as fontes de contaminação e estude a viabilização de processos de descontaminação, como por exemplo, a dessalinização desses aquíferos de alta concentração de STD. Técnica amplamente empregada em outros países, como por exemplo, Israel. É importante conhecer a distribuição dos aquíferos e a qualidade das águas subterrâneas, de modo a tornar possível a sua utilização de forma sustentável e garantir água com propriedades físicas e químicas adequadas para a população.

Conclusões

O procedimento adotado possibilitou evidenciar a importância do conhecimento da distribuição dos aquíferos e de sua qualidade no estado de Sergipe.

A integração dos dados evidenciou a alta concentração de STD nas regiões do semiárido, onde se concentram as águas com maior acidez, e no litoral, as águas com uma melhor qualidade para extração por meio de poços tubulares.

É importante frisar que as regiões onde foram indicadas com maiores concentrações de STD não estão descartadas para o aproveitamento de água subterrânea, apenas necessitam de formas de manejo mais adequado para a sua utilização.

Com o desenvolvimento do estudo notou-se a importância de conhecer a distribuição dos aquíferos e sua qualidade para tornar possível a utilização de forma sustentável das águas subterrâneas, garantindo assim água doce para as populações.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE-FILHO, J. L. et al. O papel das águas subterrâneas como reserva estratégica de água e diretrizes para a sua gestão sustentável. **Revista Recursos Hídricos**, v. 32, n. 2, p. 53-61, 2011.

BRASIL. Resolução n. 396, de 3 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas**

subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 66, p. 64-68, 7 abr. 2008. Seção 1.

BRASIL. Resolução n. 020, de 18 de junho de 1986. **Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 11356-11361, 30 jul. 1986.

CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S. & AMORIM, J. R. A. **Regionalização de parâmetros de qualidades das águas subterrâneas para irrigação no estado de Sergipe.** Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008.

JICA. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on water resources development in the state of Sergipe in the Federative Republic of Brazil.** JICA, 2000, 406p.

NASCIMENTO, P. S. R. **Subsídio à gestão ambiental hidroviária: o empreendimento Hídrico Santa Maria da Serra.** 170f. 2005. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

NASCIMENTO FILHO, J. C. B.; et al. Geotecnologia aplicada na espacialização da potencialidade hidrogeológica no semiárido sergipano. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 7, Salvador. **Anais...** Salvador. RESGEO, 2017. p.1-5.

SEMARH. **Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.** Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Aracaju, SRH, 2014. (DVD).

SUDEN. **Subsecretaria de Estado do Desenvolvimento Energético Sustentável. Panorama Energético de Sergipe 2014 - ano base 2012.** Aracaju: SUDEN/SE, 2014, 83p.