

SIG como ferramenta de planejamento de uso de águas subterrâneas no município de Santa Rosa do Piauí-PI

Jefferson Gonçalves Américo Nobre<sup>1</sup>  
Adunias dos Santos Teixeira<sup>2</sup>  
Valdemício Ferreira de Sousa<sup>3</sup>  
Luis Clenio Jário Moreira<sup>4</sup>  
Carlos Alexandre Costa<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará - UFC  
Caixa Postal 12.168 - 60021-970 - Fortaleza - CE, Brasil  
jeffersonobre@hotmail.com,  
adunias@ufc.br,  
valdemicio@embrapa.br,  
cleniojario@gmail.com,  
alexandreagronomia@yahoo.com.br

**Abstract:** This work has aimed to evaluate the underground aquifer in the municipality of Santa Rosa of Nevada-IP limits the use of tools of GIS and GIS to potentiometric surface, the change in total dissolved solids (STD) and discharge of solid from the measured data from wells installed in the city. To do this using the database available from CPRM for the city of Santa Rosa to Nevada with data spatializing altitude of the water table, flow of the well and STD. To make the raster data of altitude water table was used as a method of the kriging interpolation. The SRTM data represented the area on the map of the area used for potentiometric surface, which is the difference between the surface of the ground elevation of the water table. We also generated files interpolated with the data flow and STD, they were processed in ArcGIS 9.2, thereby generating the map of total dissolved solids and the flow rate by multiplying the theme STD, to obtain a map of discharge of solids. The potentiometric positive assessments have high potential of aquifer water table. They also show four high potentiometric which should primarily be secured as areas of recharge of underground springs. The use of the tools of GIS enables the provision of subsidies in making decisions regarding the planning of the use of the underground aquifer the city.

**Key-words:** potentiometric map, water table, SRTM

## 1. Introdução

O polígono das secas apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população.

De acordo com CPRM (2004), esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de uma melhor distribuição dos recursos hídricos, inviabilizando uma gestão eficiente.

As águas subterrâneas têm um valor estratégico em muitas regiões, enquanto que em outras são consideradas como único recurso disponível, na maioria das vezes devido à escassez de águas superficiais ou até mesmo à sua total indisponibilidade. Nesse contexto, a água subterrânea vem despertando a atenção que lhe é devida junto aos diversos setores da sociedade brasileira. Isso, por conta da demanda crescente de água para as necessidades básicas do homem, sobretudo na produção de alimentos. Tem se buscado também na água subterrânea uma alternativa mais econômica e de melhor qualidade ao substituir o uso da água

superficial a qual está mais vulnerável às ações de contaminação pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais dos grandes centros urbanos e mesmo do meio rural (GASPAR, 2006).

De acordo com dados de Moraes et al. (2001) 61% da população brasileira se abastece de manancial subterrâneo, por meio de poços profundos (43%), poços rasos (6%) e nascentes (12%).

O estado do Piauí caracteriza-se como de clima semi-árido, onde a quantidade de chuvas é escassa e de forma concentrada. Em função de suas características climáticas e geológicas (de origem sedimentar), a água subterrânea constitui uma importante forma de reserva hídrica (JÚNIOR et al., 2006).

No município de Santa Rosa do Piauí o abastecimento de água é praticamente em sua totalidade por águas subterrâneas, tanto para consumo humano como para fins agrícolas, pois o único rio de importância que passa no município é o Rio Canindé e ainda assim, passa apenas na fronteira do município. O estudo de águas subterrâneas revela-se de suma importância para o entendimento do seu comportamento hidrodinâmico e para a caracterização das mesmas (HOLANDA et al., 2003).

Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar o aquífero subterrâneo do município de Santa Rosa do Piauí-PI delimitando com uso de ferramentas de geoprocessamento e SIG a superfície potenciométrica, a variação de STD e a descarga de sólidos a partir de dados medidos de poços instalados no município.

## **2. Metodologia de trabalho**

### **2.1 Área de estudo**

O município está localizado no estado do Piauí, compreendendo uma área irregular de 351 km<sup>2</sup>. A sede municipal apresenta coordenadas geográficas de 06° 47' 57" de latitude sul e 42° 17' 17" de longitude oeste de Greenwich e dista cerca de 283 km de Teresina (Figura 01).

O município apresenta temperaturas mínimas de 22°C e máximas de 36°C, com clima semi-úmido e quente. Ocasionalmente, chuvas intensas, com máximas em 24 horas. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais entre 800 a 1.400 mm e trimestres janeiro-fevereiro-março e dezembro-janeiro-fevereiro como os mais chuvosos (IBGE, 1977).

Os solos da região são provenientes da alteração de arenitos, basalto, diabásio, siltitos, folhelho e conglomerado. Compreendem solos litólicos, álicos e distróficos, de textura média, pouco desenvolvida, rasa a muito rasos, fase pedregosa, com floresta caducifólia e/ou floresta sub-caducifólia/cerrado. Secundariamente, ocorrem areias quartzosas, que compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub-caducifólia (JACOMINE et al., 1986).

As formas de relevo, da região em apreço, compreendem, principalmente, superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 150 a 300 metros e superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 metros, com grandes mesas recortadas e superfícies onduladas com relevo movimentado, encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas mais acentuadas de vales, elevações (serras, morros e colinas), com altitudes de 150 a 500 metros (JACOMINE et al., 1986).

### **2.2 Levantamentos de dados**

Para se chegar a dados recentes e reais sobre a disponibilidade de água subterrânea do município de Santa Rosa do Piauí-PI, foi realizado um levantamento do banco de dados

pertencente à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (CPRM, 2004). Esse banco de dados disponível no relatório intitulado “Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Santa Rosa do Piauí”. O mesmo foi o resultado de um estudo realizado com objetivo específico de avaliar a fonte de abastecimento de água por poços subterrâneos no município de Santa Rosa do Piauí.

O relatório apresenta para cada poço informações de: código do poço, localidade, latitude e longitude, ponto de água, natureza do terreno (particular ou privado), profundidade do poço, vazão do poço, situação do poço (operando, não instalado, desativado), tipo de equipamento de bombeamento, fonte de energia (trifásica ou monofásica), finalidade de uso (comunitário ou particular), e sólidos totais dissolvidos (STD). Foram utilizados nesse estudo, apenas os dados espacializados de altura do lençol freático, vazão do poço e STD. A distribuição dos poços no município pode ser visualizada na Figura 01.

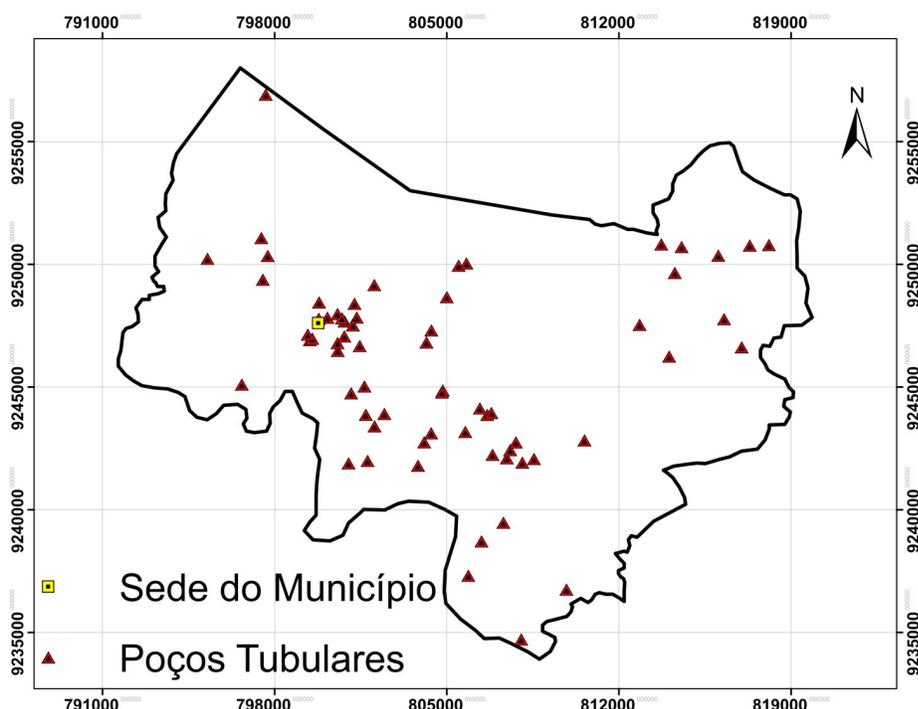


Figura 1. Distribuição dos poços tubulares monitorados pela CPRM no município de Santa Rosa do Piauí-PI.

### 2.3 Desenvolvimentos metodológicos

Os dados foram organizados em uma planilha Excel para ordenamento dos dados de altura do lençol freático, vazão e STD dos poços em função das coordenadas UTM de cada ponto analisado. O método de interpolação usado foi a Krigagem, gerando então uma grade de (quantos?) pontos. Em seguida, essa grade foi transformada em um arquivo Raster e trabalhada no Software ArcGis 9.2.

O modelo de elevação digital foi obtido a partir de dados do SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) são disponibilizados gratuitamente pela United States Geological Survey (USGS) com resolução espacial de 92 m (NÓBREGA et al., 2005).

Utilizou-se o Software ENVI 4.2 para georeferenciar uma carta do IBGE. Com esta carta georeferenciada foi possível gerar um shape do município através Software ArcGis 9.2. Em seguida foram gerados mapas de: modelo digital de elevação e altitude do lençol freático.

Posteriormente esses dois temas foram subtraídos pela ferramenta “Map Algebra” e geraram assim o mapa de superfície potenciométrica, que é a diferença entre a superfície do terreno a altitude do lençol freático.

Foram gerados também arquivos interpolados com os dados de vazão e STD, estes foram processados no ArcGis 9.2, gerando assim o mapa de sólidos totais dissolvidos e pela multiplicação do tema vazão pelo STD, para obtenção do mapa de descarga de sólidos.

### 3. Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra o mapa da superfície potenciométrica. Este mapa compartimenta bem a região em estudo, ou seja, foram geradas 10 classes de coluna de lençol freático em relação ao nível do mar, isto é, 10 classes de potencial freático. As cotas potenciométricas na escala de 300 m levam a crer que essas regiões são serras úmidas, isso por conta de que estão em regiões como maior altitude, em torno de 397 a 427 m, e ainda assim apresentam alto potencial do aquífero freático. Já as cotas potenciométricas negativas devem-se a circunstância de estar nas encostas, isto é nas altitudes menores do município. Este mapa revela também quatro altos potenciométricos bem destacados, os quais devem ser prioritariamente resguardados como áreas de recarga dos mananciais subterrâneos. Ao comparar este mapa potenciométrico com as linhas de drenagem dessa região, há uma nítida concordância entre as áreas de potencial mais baixo e aquelas onde se situam as drenagens principais dos cursos d’água, isto sugere o comportamento de bacias de captação relativas ao sistema aquífero freático. Comentários semelhantes fizeram Konrad et al. (2003) estudando a vulnerabilidade das águas subterrâneas no município de Não-Me-Toque-RS.

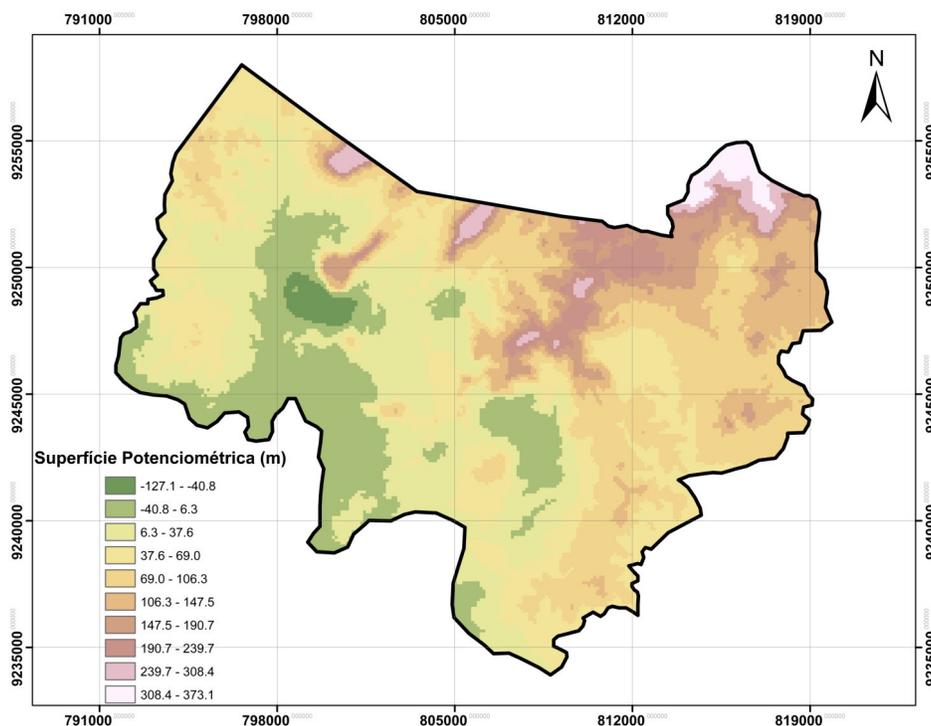


Figura 2. Mapa da superfície potenciométrica (m) do município de Santa Rosa do Piauí-PI.

A relação entre o relevo e a superfície potenciométrica de aquíferos do tipo livre deve-se a recarga a partir da superfície e a capilaridade dos solos, onde as duas superfícies tendem a apresentar morfologias semelhantes (FRANTZ, 2005; KONRAD et al., 2003).

No que diz respeito aos sólidos totais dissolvidos, os valores encontrados no relatório CPRM (2004) de 58 poços, variaram de 111,8 a 458,9 mg/l e valor médio de 228,2 mg/l. Conforme a classificação das águas subterrâneas no município, todas as águas analisadas foram classificadas como doce segundo Ongley, 2001, ou seja, os sólidos totais dissolvidos nestas águas estão abaixo de 500 mg/l.

Na Figura 3 visualiza-se o mapa de sólidos totais dissolvidos do município de Santa Rosa do Piauí, e também observa-se que em nenhuma das 10 classes ultrapassou a classe de água doce, o que mostra-se interessante já que essa água é passível de todos os usos, tanto para consumo humano quanto para o uso em propriedades agrícolas.

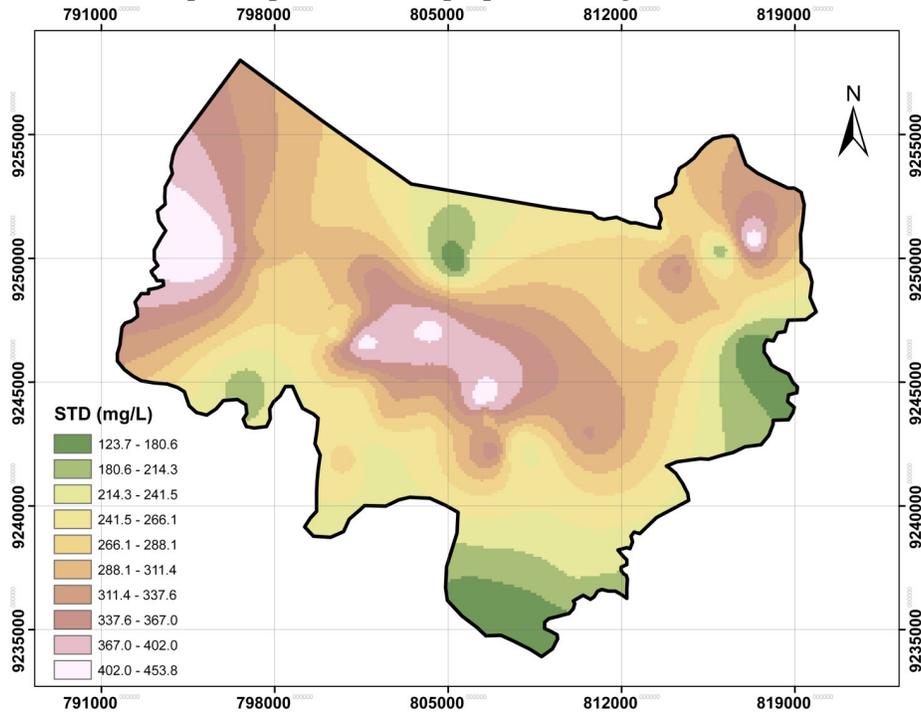


Figura 3. Mapa de sólidos totais solúveis (mg/l) do município de Santa Rosa do Piauí-PI.

Analisando a Figura 4, pode ser contabilizado dois pontos altos de descarga de sedimentos de valores variando em torno de 9,9 e 12,6 kg/h, sendo essa a classe que apresenta a maior descarga de sólidos. Pode ser visualizado também que grande parte do território está contida na classe de menores valores, variando entre 0,8 – 1,9 kg/h. Essa análise holística caracteriza que o município não apresenta grande risco de erosão hídrica dos aquíferos subterrâneos assim como problemas em empreendimentos agrícolas como, por exemplo, para a agricultura irrigada e a piscicultura.

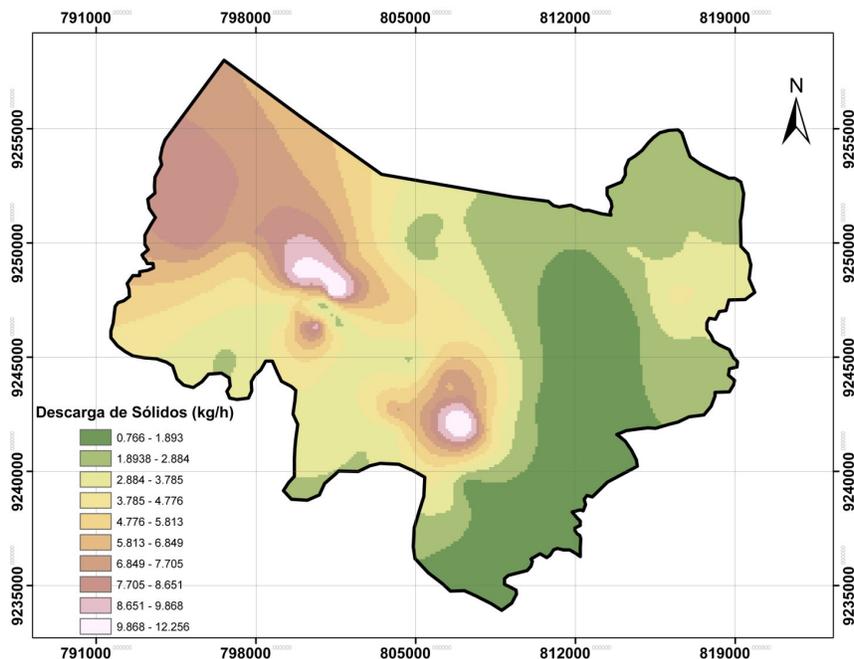


Figura 07. Mapa de descarga de sólidos (kg/h) do município de Santa Rosa do Piauí-PI.

O mapa de altura do lençol freático assim como o de superfície potenciométrica pode ser utilizado como uma ferramenta de grande importância na gestão de prospecção de poços profundos no município de Santa Rosa do Piauí.

#### 4. Conclusões e Perspectivas

O uso das ferramentas de SIG possibilita uma melhor visualização da realidade do aquífero subterrâneo do Município de Santa Rosa do Piauí. Subsidiando a tomada de decisão com relação ao planejamento do uso dos recursos subterrâneos do aquífero do município.

O município de Santa Rosa do Piauí apresenta em todo seu aquífero subterrâneo água de boa qualidade no quesito STD e a partir de informações especializadas há a possibilidade de sugestão onde deve ser mais adequado a escavação de um novo poço profundo.

#### 5. Agradecimentos

As instituições que apoiaram esta pesquisa: Universidade Federal do Ceará e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e ao CNPq pelo apoio financiamento desta.

#### 6. Referências bibliográficas

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. (2004). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Santa Rosa do Piauí**. Fortaleza.

FRANTZ, L. C. (2005). **Avaliação do índice de vulnerabilidade do aquífero guarani no perímetro urbano da cidade de Santana do Livramento - RS**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria.

GASPAR, M. T. P. (2006). **Sistema aquífero Urucula: caracterização regional e propostas de gestão**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/UNB.

HOLANDA, J. R. L.; VASCONCELOS, S. M. S.; MAIA, L. P. (2003). Aspectos Hidrogeológicos da Região Costeira do Município de Caucaia – Ceará. **Revista de Geologia, DEGEO/UFC, Série 1, Vol 16, pp 7-18.**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geografia do Brasil. Região Nordeste. Rio de Janeiro, SERGRAF. IBGE, 1977.

JACOMINE, P.K.T. et al.. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Piauí.** Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE -DRN. 1986. pp 782 ilustr.

JÚNIOR, A. S de A.; SILVA, E. F. de F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; LEAL, C. M. (2006). Uso e qualidade de água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. Campina Grande, PB, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Série 4, Vol 10, pp 873-880.**

KONRAD, C. G.; PAULUS, D.; PAULUS, E.; PASSOS, V. F. do; SILVA, J. L. S. Estudo e avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas no município de Não-me-toque-RS. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA. 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** pp 101-109.

MORAIS, L. de F. S. de; ROCHA FILHO, F. C.; CORDEIRO, W.; FIGUEIREDO, M. C. B. de; ONGLEY, E.D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas.** Tradução Gheyi, H.R.; Damasceno, F.A.V.; Brito, L.T.de L. Campina Grande: UFPB, 2001, 92p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 55).

NÓBREGA, R. A. DE A.; SANTOS, C. dos.; CINTRA, J. P.; Comparação quantitativa e qualitativa entre o Modelo Digital gerado pelo SRTM e por aerofotogrametria. In: Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiás: ABRH. 1 CD.

ONGLEY, E.D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas.** Tradução Gheyi, H.R.; Damasceno, F.A.V.; Brito, L.T.de L. Campina Grande: UFPB, 2001, 92p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 55).