

Água subterrânea no semi-árido piauiense.

Aderson Soares de Andrade Júnior¹; Edson Alves Bastos¹; Ênio Farias de França e Silva²; Braz Henrique Nunes Rodrigues³; Francisco de Brito Melo⁴; Carlos César Pereira Nogueira³; Clarice Maria Leal⁵

¹ Eng. Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI; ² Eng. Agrícola, Bolsista Recém Doutor do CNPq - IMSEAR, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI; ³ Eng. Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Embrapa Meio Norte, Paranaíba, PI; ⁴ Eng. Agrônomo, Mestre em Solos, Embrapa Meio Norte, Paranaíba, PI; ⁵ Aluna de Ciências Biológicas da UESPI, Teresina, PI/Bolsista IC-CNPq – IMSEAR. (clarice@cpamn.embrapa.br).

INTRODUÇÃO

Classificada como de clima semi-árido, a mesorregião sudeste do Estado do Piauí é caracterizada por baixas taxas pluviométricas e elevadas temperaturas, as quais, proporcionam elevado potencial de evapotranspiração, que associado à geologia sedimentar, infere a essa região uma deficiência hídrica de corpos superficiais. Entretanto, a reserva de água subterrânea, ocorrente na bacia sedimentar do Parnaíba, tem viabilizado as atividades antrópicas.

Dentre as formações mais relevantes, destaca-se o aquífero Serra Grande que apresenta boas características de qualidade de água e vazões elevadas, o que se deve ao fato da formação Serra Grande ser constituída, em sua maioria, de espessos bancos de arenitos de granulação média a grosseira, e dessa forma, apresentar boa transmissibilidade e alta capacidade de armazenamento.

Todavia, a exploração descontrolada das águas subterrâneas, pertencentes ao aquífero Serra Grande, tem possibilitado uma degradação irreversível desse manancial. Indicativos como redução na pressão e rebaixamento nos níveis piezométricos podem ser visualizados pela constatação de que atualmente verificam-se níveis piezométricos de aproximadamente 20 metros em relação à superfície, em poços que outrora eram jorrantes. A escassez de água na região, associada às baixas intensidades pluviométricas, incentiva a exploração das águas subterrâneas do aquífero Serra Grande e conseqüentemente a perfuração de maior número de poços. O aquífero, apesar de semiconfinado, apresenta uma estreita faixa de recarga, que

associada à pequena ocorrência de chuvas, proporciona apenas uma pequena reposição se comparada com a quantidade de água que é retirada diariamente.

Dessa Forma, o projeto Instituto do Milênio do Semi-Árido (IMSEAR), por meio do Programa de Pesquisa de Recursos Hídricos (PRGH), tem desenvolvido estudos com a finalidade de levantar, caracterizar e propor soluções reais, visando à exploração sustentável do aquífero Serra Grande. Dentre os principais objetivos estão: o cadastro e georeferenciamento dos poços na área em estudo; o levantamento de informações sobre as características referentes ao uso da água dos poços e da condição ambiental da área ao seu entorno; a identificação de forma georeferenciada, de prováveis fontes de impactos ambientais comprometedoras da qualidade da água do aquífero Serra Grande; a elaboração de um mapa da área de recarga, onde é maior o risco de contaminação do referido aquífero; e a proposição de ações mitigadoras imediatas, visando subsidiar o poder público na tomada de decisões, com a finalidade de reduzir os impactos causados à água subterrânea.

ÁREA DE ESTUDO

A mesorregião Sudeste Piauiense localiza-se entre as latitudes 06°30'00''S e 07°58'00''S e as longitudes 40°22'00'' W e 41°48'00''W, região onde ocorre parte da área de recarga do aquífero Serra Grande e área de sua grande exploração, correspondendo a um total de 13.856,31 km², abrangendo 29 municípios (IBGE, 2002). A Figura 1 ilustra a região estudada.

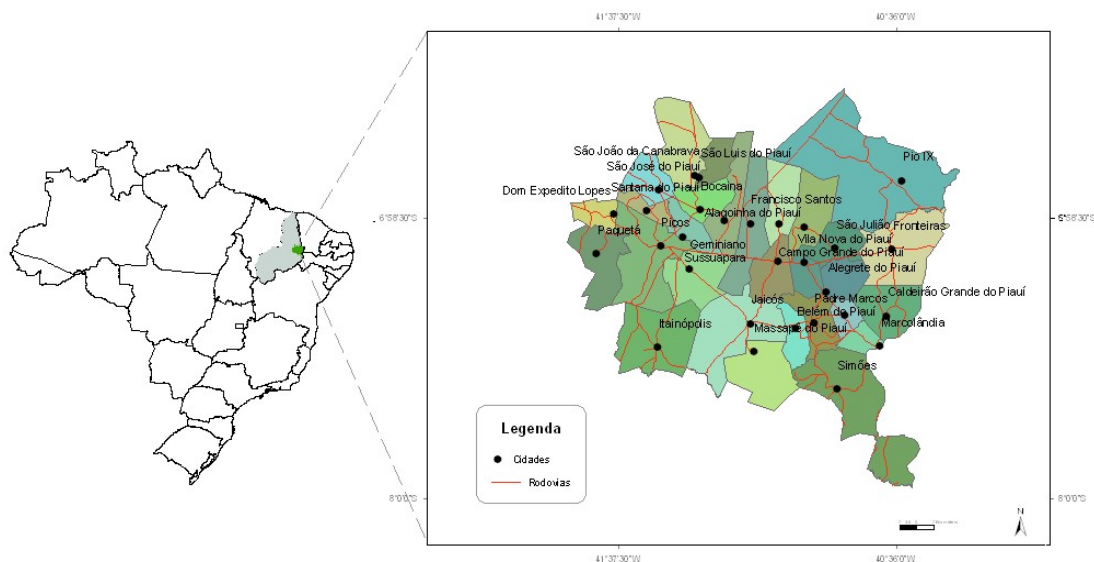


FIGURA 1. Localização da área de estudo e malha viária da região.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O clima da mesorregião sudeste do Piauí é marcado ainda pelas mesmas condições climáticas da região nordeste do Brasil, ou seja, clima caracterizado por Koppen como BSh,

caracterizado por precipitações médias em torno de 550mm anuais e elevadas temperaturas (CRUZ & FRANÇA, 1967).

A precipitação, além de pouco abundante, é de grande irregularidade. O período de chuvas é de dezembro a abril, com ocorrência na maioria dos anos de uma ou duas chuvas torrenciais, proporcionando forte regime de escoamento.

A temperatura é caracterizada por uma amplitude térmica anual muito pequena, ficando os meses de setembro e outubro como os mais quentes e o de julho como o mais frio. A média das temperaturas máximas varia entre 32 °C e 34 °C, enquanto que a das mínimas está entre 19 °C e 21 °C. A temperatura média anual é de 26,6 °C.

A evaporação, como consequência das altas temperaturas e da grande insolação, é muito intensa. Medidas efetuadas em tanque classe A, numa estação localizada na cidade de Picos, mostra nitidamente um nível mínimo nos meses de fevereiro a abril e um nível máximo nos meses de agosto a novembro.

GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA DA REGIÃO

A bacia sedimentar do Parnaíba, também denominada de bacia do Meio-Norte, apresenta-se de forma homogênea e monoclinal, com seus estratos inclinados suavemente ao centro da bacia, aproximadamente 10 metros por quilômetro. Algumas perturbações tectônicas podem ser constatadas com frequência.

As unidades litoestratigráficas aflorantes estão agrupadas e representadas pelas formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, coberturas triássico-quadernárias e aluviões. Todas as camadas estão acomodadas de forma heterogênea sobre o embasamento cristalino. Da disposição estratigráfica desses sedimentos resultou a formação de uma seqüência de aquíferos superpostos, em que se destaca, por sua potencialidade, a unidade Serra Grande, principal sistema aquífero da região. As demais unidades hidrogeológicas não são recomendadas para projetos que requeiram grandes volumes de águas, dado aos condicionamentos litológicos e hidromorfológicos da área (CPRM, 1999).

A formação Serra Grande, de idade siluro-devoniana (aproximadamente 450 milhões de anos), ocupa área aflorante no extremo leste da região, sendo constituída por espessos bancos de arenitos de granulação média e grosseira, o que atribui ao aquífero elevada transmissibilidade ($2,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$) e alta capacidade de armazenamento. A formação Pimenteiras aflora em toda região central, sendo constituída por uma seqüência litológica representada por uma alternância de níveis de folhelhos e siltitos. Dada sua natureza litológica predominantemente argilosa, funciona principalmente como um horizonte impermeável, responsável pelo confinamento das águas do aquífero Serra Grande, e servindo como substrato do aquífero Cabeças. De um modo

geral, poços perfurados nessa formação apresentam baixa vazão e águas com elevada quantidade de sais.

ÁREA DE RECARGA E FONTES PONTUAIS DE POLUIÇÃO

Define-se como aquífero semiconfinado aqueles que são limitados, na base, no topo ou em ambos, por camadas cuja permeabilidade é menor que a do aquífero em si. Em alguns locais essa permeabilidade, mesmo que menor que a do aquífero, é elevada o suficiente para proporcionar a entrada de água no sistema. Essas entradas são denominadas de áreas de recarga.

Delimitou-se a área de recarga e foram georreferenciadas e inventariadas 53 fontes pontuais de poluição sobre a área de recarga do aquífero Serra Grande, bem como nas áreas de influência da zona de recarga. Dentre as fontes cadastradas estão: cemitérios, lixões, matadouros, lançamento de efluentes, hospitais e postos de saúde, minerações, postos de combustíveis e indústrias.

Pode-se observar na Figura 2, que em toda a área de recarga, definida pela faixa compreendida entre as linhas azuis, bem como no seu entorno, a presença de fontes pontuais de poluição, são em sua maioria cemitérios, lixões e matadouros, não sendo significativo o potencial de contaminação por atividades de exploração mineral e atividades industriais. Entretanto, manejos inadequados foram constatados em áreas com alta susceptibilidade à contaminação do aquífero, necessitando assim de rápida implementação de medidas mitigadoras, e em alguns casos, ações de remediação.

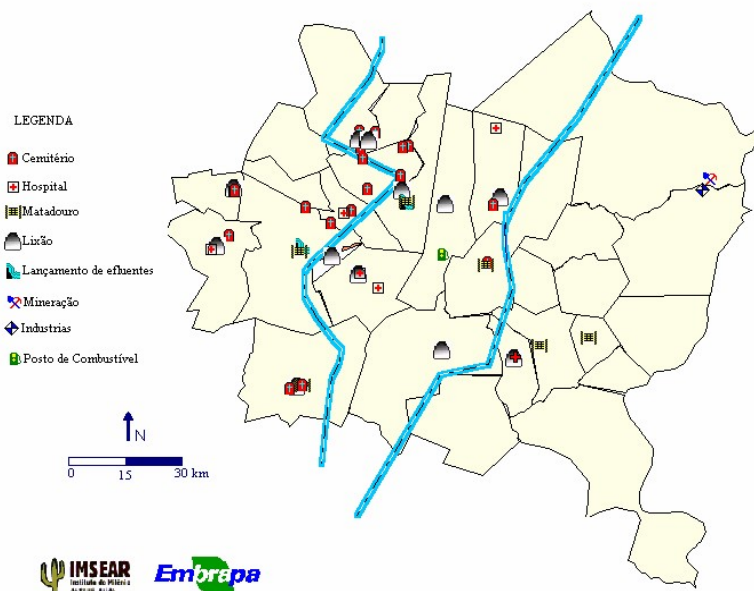


FIGURA 2. Fontes pontuais de poluição e área de recarga do aquífero Serra Grande.

QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Análises da qualidade da água subterrânea estão sendo realizadas periodicamente na área de estudo. A Figura 3A ilustra a distribuição espacial dos poços analisados e a qualidade das águas subterrâneas, em termos de salinidade. Observou-se, pelas isolinhas de salinidade, que os maiores valores de condutividade elétrica (CE) estão presentes na porção leste da área estudada. Tal fato condiz com a formação geológica da região, ou seja, os valores de CE maiores que $1,20 \text{ dS m}^{-1}$ estão representados na mesma porção onde se encontra o afloramento do cristalino, mostrando uma forte interferência da geologia sobre a qualidade da água subterrânea (YARON, 1973 e SHALHEVET & KAMBUROV, 1976). Corroborando com esses resultados, SANTIAGO et al. (1999), em estudo realizado na microrregião de Picos, encontraram valores de $2,50 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C , evidenciando que essas águas têm alguma restrição para as atividades agrícolas, por causa do risco de salinização dos solos. Entretanto, os mesmos autores descrevem que ocorre uma progressiva redução na salinidade das águas, quando se desloca em direção ao interior da bacia, ou seja, nas porções confinadas do aquífero Serra Grande. Na região a leste de Picos, composta pelos municípios de Pio IX, Caldeirão do Piauí, Fronteiras, Marcolândia, Simões, São Julião, Alegrete, Francisco Macedo, Padre Marcos, Belém do Piauí, Vila Nova do Piauí, e parte dos municípios de Campo Grande e Alagoinhas, as águas analisadas apresentaram valores de CE superiores a $1,22 \text{ dS m}^{-1}$, sugerindo que sua utilização para irrigação seja acompanhada de técnicas de controle do processo de salinização. Algumas áreas, como a parte mais a sudeste de Pio IX e o município de São Julião, valores acima de $3,50 \text{ dS m}^{-1}$ são encontrados, indicando que a utilização destas águas para consumo humano ou na pecuária não é recomendada, pela possibilidade de ocasionar enfermidades. As demais áreas apresentam águas de boa qualidade ao uso.

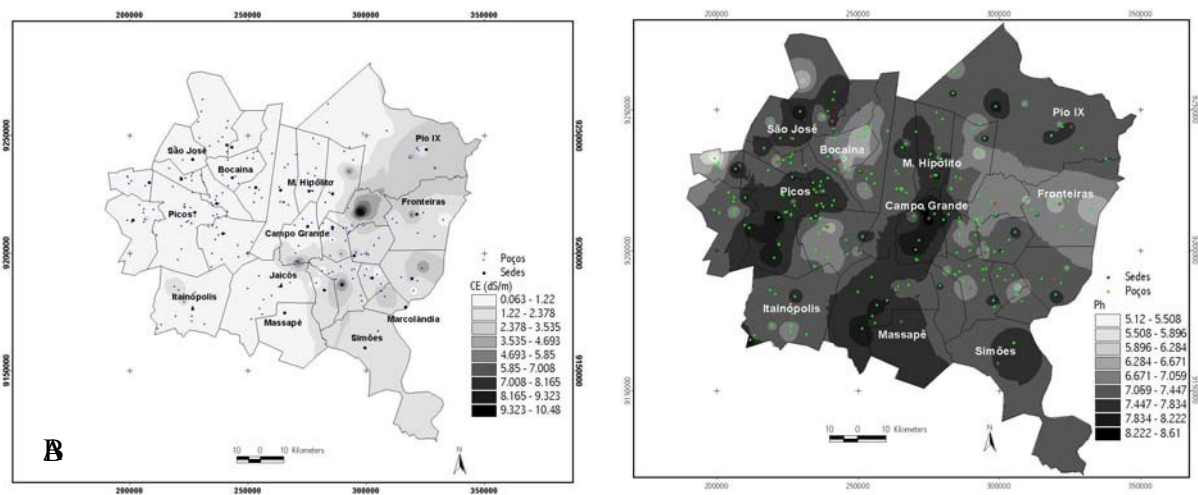


FIGURA 3. Mapa dos poços analisados e das isolinhas de condutividade elétrica (A) e pH (B) na mesorregião Sudeste Piauiense.

Na Figura 3B, verificam-se elevados valores de pH em manchas específicas. Valores acima de oito são encontrados nos municípios de São João da Canabrava, Picos, Massapê do Piauí e Pio IX. Na região pode-se inferir que há uma correlação entre os altos valores de pH com o incremento na concentração do HCO_3^- (HERMES & SILVA, 2002).

USO E EXPLORAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os valores de densidade de poços estão apresentados em número de poços pela área do município em km^2 na Figura 4. Os municípios encontram-se classificados de acordo com seu respectivo valor de densidade. A maior densidade de poços cadastrados está no município de Picos, com uma densidade de 0,811 poço por km^2 , sendo o município responsável por 30,57 % dos poços cadastrados. O município de Simões, com 0,024 poço por km^2 , apresenta o menor valor de densidade. O número total de poços cadastrados na mesoregião sudeste do Piauí é de 2165, e de acordo com ANDRADE JÚNIOR (2003), a densidade se correlaciona à densidade populacional.

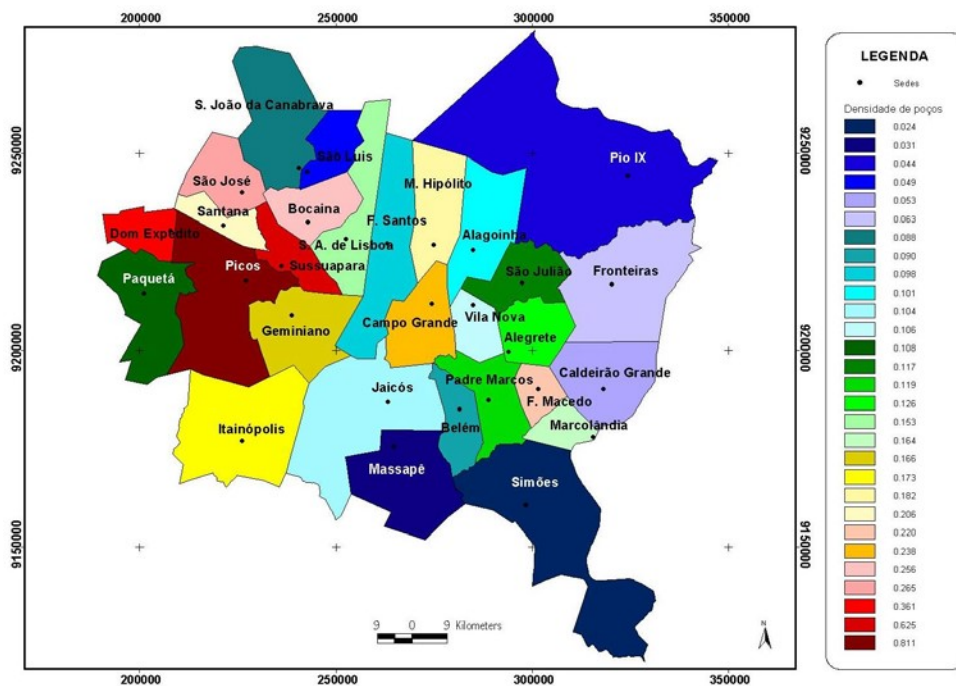


FIGURA 4. Densidade de poços perfurados nos municípios pertencentes a mesoregião Sudeste do Piauí.

Na Figura 5 estão ilustrados os valores percentuais referentes ao uso das águas exploradas do aquífero Serra Grande na região estudada. Em mais da metade dos poços (53,61%), a água retirada tem como uso atividades de subsistência, de caráter doméstico, sendo os poços particulares explorados por pequenas comunidades, na maioria dos casos, por intermédio de chafarizes. Em seguida, com 21,17% dos poços, o uso primordial é a irrigação. O

abastecimento urbano é efetuado por 16,57% dos poços e o uso na atividade pecuária por apenas 7,53% do total dos poços. Outras atividades também são referenciadas, mas as mesmas representam o total de apenas 1,11% dos poços. Dentre estas, o uso com finalidade industrial, engloba 0,10%, sendo representado apenas por duas unidades com atividades industriais.

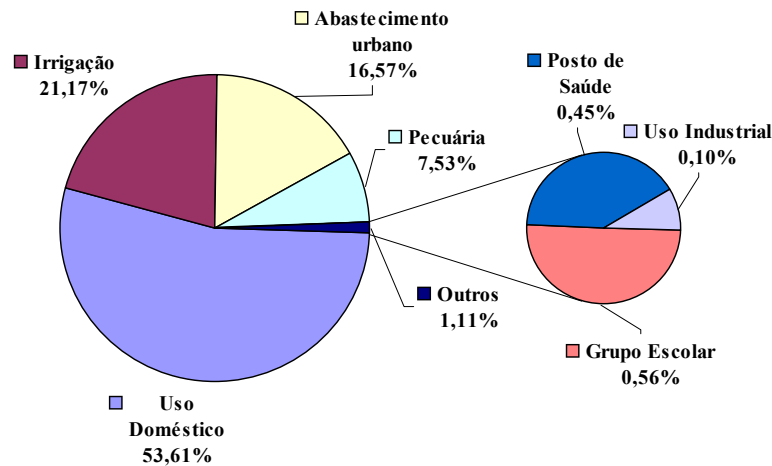


FIGURA 5. (A) Usos múltiplos da água explorada do aquífero Serra Grande na mesorregião Sudeste do Piauí; (B) Métodos de irrigação usados na mesorregião Sudeste do Piauí com a água proveniente dos poços cadastrados.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os estudos preliminares, faz-se necessário a implementação de medidas mitigadoras que visem a sustentabilidade do uso da água do aquífero Serra Grande; dentre outras recomenda-se:

- A) rigidez técnica na concessão de autorizações para a perfuração de novos poços;
- B) outorga para uso da água priorizando as de atividade primária;
- C) implementação de técnicas de manejo adequadas nas fontes pontuais de poluição visando reduzir possíveis contaminações nas áreas de recarga;
- D) condução de programas de conscientização e educação ambiental a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade Junior, AS; Silva, EFF; Silva, AS; Gomes, MAF; Sousa, VF. 2003. Aquífero Serra Grande: uso da água e forma de exploração. In: *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola- CONBEA* (CD-Rom). Goiânia. 4p.

CPRM. 1999. *Projeto hidrogeológico do Piauí II – bases municipais/perfil hidrogeológico do município de Picos*. Série Hidrogeologia - informações básicas, v. 24. Teresina, 32p.

Cruz, WB; França, HPM. 1967. *Água subterrânea sob condições artesianas na área de Picos-Piauí*. Recife. SUDENE, 79p.

Hermes, LC; Silva, AS. 2002. *Parâmetros básicos para avaliação da qualidade das águas: análise e seu significado ambiental*. Jaguariúna, 32p.

IBGE. 2002. *Base de informações municipais*.(CD-ROM). 3.ed. Rio de Janeiro.

Santiago, MMF; Batista, JR; Frischkorn, H; Batista, JRXJ; Mendes Filho, J; Santiago, RS. 1999. Mudanças na composição química das águas subterrâneas do município de Picos-PI. In: *XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 1999, Belo Horizonte/MG. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (CD-ROM). ABRH.

Shalhevet, J; Kamburov, J. 1976. *Irrigation and salinity: a worldwide survey*. New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 106p.

Yaron, B. 1973. Water suitability for irrigation. In: YARON, E.; DANFORS, E.; VAADID, Y. (Ed.). *Arid zone irrigation*. Berlin: Springer-Verlag, p.71-88. (Ecological Studies, 5).