

# SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) APLICADO À PESQUISA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, NO CARIRI PARAIBANO<sup>1</sup>

**Ermano Cavalcante Falcão**

Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba

**Marx Prestes Barbosa**

Universidade Federal de Campina Grande

## *Resumo*

*O município de Boa Vista, localizado no Cariri Oriental Paraibano, no Polígono das Secas, apresenta baixo potencial para o armazenamento de águas superficiais, condicionado pela baixa pluviosidade e pelo relevo predominantemente plano a suave-ondulado, o que evidencia a importância dos recursos hídricos subterrâneos, face à demanda de dessedentação humana e animal. O trabalho apresenta a importância da utilização da tecnologia de geoprocessamento como ferramenta auxiliar dos processos de tomada de decisão por parte dos gerenciadores dos recursos hídricos subterrâneos, como mitigação aos problemas da seca. A ferramenta utilizada foi o SPRING, que se mostrou apropriado e satisfatório na elaboração de sistemas de análise geográfica, relacionando objetos georreferenciados em mapas elaborados com os seus atributos contidos nos bancos de dados correspondentes. A superposição de diferentes planos de informação (drenagem, linhas de tendências de fluxo subterrâneo, fraturas e falhas, etc) possibilitou a identificação de áreas prioritárias à pesquisa de água subterrânea. Além disso, o cadastro criado no sistema permite um rápido monitoramento dos poços perfurados ou em perfuração, facilitando as tomadas de decisão, principalmente durante as emergências. O SPRING atendeu de modo satisfatório os objetivos do presente estudo, consolidando-se como uma importante ferramenta no estudo dos recursos hídricos no semi-árido paraibano.*

Palavras-chave: SIG. Hidrogeologia. Paraíba.

## **1. Introdução**

O acúmulo de águas superficiais por aqüedagem, no município de Boa Vista, é limitado pelo baixo índice pluviométrico, de distribuição espaço-temporal irregular, e pelo relevo predominantemente plano a suave-ondulado. Cem por cento da população não são servidos por água tratada e, freqüentemente, não lhe têm acesso, devido às secas prolongadas. A água subterrânea encontrada no Sistema Cristalino apresenta-se como um importante fator econômico, em atendimento à demanda de dessedentação humana e animal, nos períodos de seca. Assim, é imprescindível a busca de conhecimentos técnico-científicos que auxiliem na pesquisa de água subterrânea, no atendimento das necessidades da população.

Apesar da adversidade climática da região influenciar diretamente na qualidade da água, elevando os seus níveis de salinidade, na região de estudo há poços que oferecem quantidade e qualidade de água satisfatórias, respondendo, como alternativa única, nos períodos mais críticos de alguns anos, pelo atendimento às necessidades hídricas básicas da

---

<sup>1</sup> Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor, no Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola da UFPB, Campina Grande, PB

população inserida na área e à dessedentação dos rebanhos.

Dada a carência de informações sobre os recursos hídricos subterrâneos no âmbito da área de estudo e reconhecendo a sua importância econômica, justifica-se o desenvolvimento de pesquisas que ofereçam suporte informativo para melhor disponibilizá-los para as suas diversas formas de uso.

Sem o propósito de uso de tecnologias com finalidade de aprimoramento das técnicas de locação de poços, mas na perspectiva de oferecer informações visando a redução de insucessos na definição de áreas com maior possibilidades de ocorrência de água subterrânea, este trabalho oferece a sua contribuição para este objetivo, a partir da utilização de uma sistemática de interpretação de produtos de sensoriamento remoto auxiliada por informações geológicas coletadas no campo e por material bibliográfico próprio, apoiada em técnicas de geoprocessamento para a manipulação dos dados, geração dos resultados e posterior consulta aos produtos gerados.

A metodologia de interpretação de produtos orbitais, com finalidades de cunho hidrogeológico, foi empregada em alguns trabalhos desenvolvidos em áreas de rochas do Embasamento Cristalino. Sampaio (1987) identificou áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea na porção centro-oeste do Estado de Sergipe; Guedes (1993) definiu áreas com potencialidades hídricas subterrâneas na Bacia do Rio do Peixe e adjacências (PE, CE e RN), assim como Silva Neto (1993), na Microrregião dos Cariris Velhos (MRH96), mais precisamente na Bacia do Alto Rio Sucuru; no norte do Estado de Sergipe, Wanderley (1995) apontou a existência de áreas com potencialidades semelhantes, e Dantas Filho (1996) utilizou essa mesma metodologia e identificou áreas propícias à pesquisa de água subterrânea nas Microrregiões Homogêneas Curimataú (MRH91) e Seridó Paraibano (MRH90).

A elaboração de bases de dados georreferenciados em SIG tem como finalidade precípua, facilitar o processo de tomada de decisão. O georreferenciamento de dados processados em um SIG oferece condições reais para uma atualização permanente dos bancos de dados elaborados e se apresenta como ferramenta eficiente de consulta espacial, de interesse incontestável na gestão dos recursos hídricos subterrâneos. Esta presente pesquisa é pioneira no Estado da Paraíba, não se tendo conhecimento de outros trabalhos envolvendo desenvolvimento de SIG's para a pesquisa de água subterrânea no estado.

Ao permitir a análise e exibição de diversos conjuntos de dados, um SIG, gerando novos mapas com base na interação de outras bases cartográficas e integração com o sensoriamento remoto, habilita os tomadores de decisão a trabalharem com os dados mais rapidamente, com maior exatidão e praticidade.

Face as dificuldades inerentes ao estudo da água subterrânea no meio fraturado, relativas ao seu complexo comportamento, como afirma Freitas (2000), urge que se mapeie com maior precisão as áreas potencialmente favoráveis à sua prospecção, a partir da integração dos diversos planos de informação do banco de dado relacionado.

## **2. Área de Estudo**

A área de estudo localiza-se na Microrregião Homogênea Cariri Oriental Paraibano, entre os meridianos 36° 05' 00'' e 36° 22' 30'' de longitude oeste e os paralelos 7° 07' 50'' e 7° 23' 25'' de latitude sul, abrangendo uma área de aproximadamente 850 km<sup>2</sup>, englobando totalmente a área do município de Boa Vista, Estado da Paraíba e, partes dos municípios de Campina Grande, Pocinhos, Soledade, Gurjão e Cabaceiras. A definição de uma área de formato regular para o desenvolvimento dos trabalhos teve como objetivo facilitar a sua delimitação na carta topográfica e nas imagens de satélite, ampliar a área de influência para observações, principalmente de natureza geológica, e, finalmente, compensar a indefinição de parte do limite territorial do município de Boa Vista, emancipado politicamente há apenas

seis anos.

### **3. Material e Métodos**

A elaboração da base de dados georreferenciados foi orientada a partir da utilização de dados da área de estudo, como informações geológicas coletadas em campo e extraídas de produtos orbitais do sensor TM-Landsat-5, com posterior digitalização e geração de produtos referentes à rede de drenagem, feixes de fraturas, lineamentos, linhas de tendência de fluxo subterrâneo, eixos de máximos de frequência de fraturas e dados de poços perfurados na área (Falcão, 2001).

O sistema SPRING (Câmara et alii, 1996)<sup>2</sup> foi utilizado como ambiente para processamento dos dados e desenvolvimento de um SIG para a elaboração de um banco de dados não-espaciais, que representam os atributos dos temas que formam a base de dados georreferenciados. Ele permite a realização de consultas espaciais por parte do usuário, envolvendo as informações inseridas na base de dados georreferenciados e seus atributos e possui um sistema dedicado que trata os dados ou componentes espaciais do objeto. Um sistema gerenciador de banco de dados permite a ligação entre o sistema de informação geográfica e o banco de dados. A conexão entre os componentes espacial e descritivo é feita por identificadores (INPE, 2000).

O sistema é formado pelos módulos: a) SPRING, utilizado em todo o processamento dos dados digitalizados, que permitiu a edição dos planos de informação definidos no projeto; b) SCARTA, para criação e edição das cartas temáticas, com o conteúdo de um plano de informação ou com a integração de mais de um plano de informação, e c) IPLOT, que converte as cartas temáticas editadas para um formato de plotagem.

Na definição das áreas prioritárias para a pesquisa de água subterrânea, foram criados planos de informação para cada uma das oito direções preferenciais de fraturamento, definidas a partir da interpretação de imagens TM/Landsat-5 e trabalhos de campo (Falcão, op. cit). A seguir, estes planos foram cruzados com os planos de drenagem e de linhas de tendências do fluxo subterrâneo. Três famílias de cruzamentos foram definidas, como a seguir:

- cruzamentos entre estruturas distensivas (abertas);
- cruzamentos híbridos (estruturas abertas e fechadas);
- cruzamentos entre estruturas compressivas (fechadas).

Em relação ao posicionamento destes cruzamentos com as linhas de tendência de fluxo, estes podem ser concordantes (quando o fluxo converge para o ponto de cruzamento) ou discordantes. Este fato aumenta ou diminui a prioridade de uma área selecionada. Esta análise foi realizada para toda a região de estudo.

### **4. Resultados**

A análise dos cruzamentos dos planos de informação permitiu a definição e a seleção de 18 (dezoito) áreas prioritárias à pesquisa de água subterrânea (Figura 1), bem como as principais direções de fraturamento (Falcão, op. cit). Este procedimento consiste no cruzamento de PI's diferentes. Para tal, o usuário pode selecionar duas ou mais direções de estruturas geológicas abertas como, por exemplo, o cruzamento do PI das estruturas geológicas lineares abertas. O tipo de estrutura, tipos de cruzamento, dados de direção dessas estruturas, poços já perfurados no interior dessas áreas, linhas de tendência de fluxo etc, tornam-se elementos de real interesse na investigação de fenômenos hidrogeológicos atuantes para estudos detalhados (Figura 1).

---

<sup>2</sup> Para maiores detalhes sobre o SPRING, favor consultar a página <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

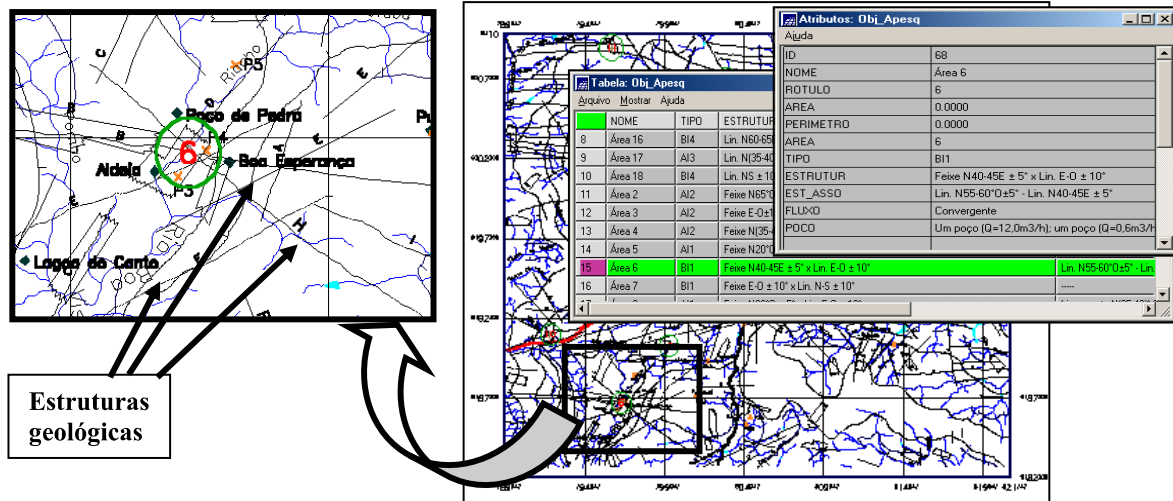


FIGURA 1: Exemplo de uma das áreas selecionadas como prioritárias à pesquisa de água subterrânea, com cruzamentos de estruturas geológicas e presença de poços já perfurados em seu interior.

Fonte: Falcão, op. Cit.

No processamento de dados, o sistema SPRING possibilitou a definição de planos de informação de algumas categorias, como estradas, drenagem, geologia, feixe de fraturas, lineamentos, linhas de tendência de fluxo, poços perfurados na área de estudo etc. A partir de uma categoria ou de um plano de informação ou classe de categoria, foram construídos bancos de dados na forma de tabelas, que guardam atributos convencionais, ou seja, o componente descritivo do objeto geográfico.

Esta estrutura seqüencial de organização do SPRING possibilita ao usuário efetuar análise e consulta espacial sobre determinado objeto geográfico. Por exemplo, verificar a distância entre um poço e a sede de uma propriedade rural ou de uma comunidade, de modo a facilitar a tomada de decisão sobre o transporte da água (ou por canalização; ou por carro-pipa; ou por tração animal, em tonéis, etc). Este tipo de consulta é feito diretamente na tela do SPRING, com os planos de informação “poços perfurados” e “localidades” ativos na tela do monitor (Figura 2).

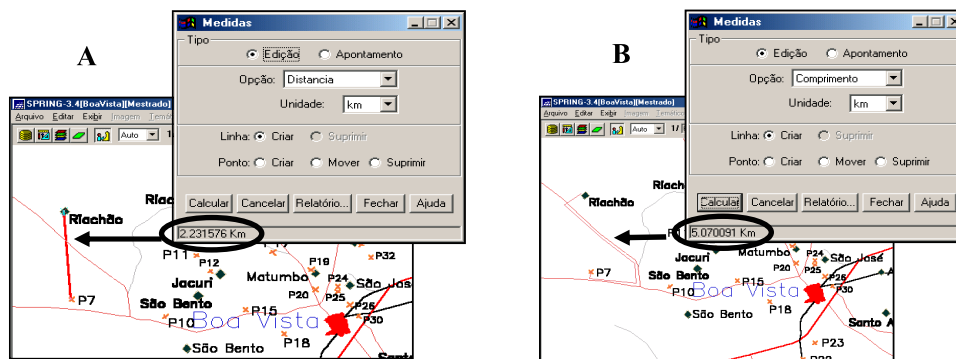


FIGURA 2: Medida da distância efetuada na tela do monitor, entre o poço “P7” e a sede da localidade “Riachão”, em linha reta, (A), e seguindo as vias de acesso, (B). Os resultados são visualizados automaticamente no rodapé de uma janela associada, para cada operação.

Os dados que compõem um banco de atributos de determinado objeto georreferenciado podem ser atualizados ao longo do tempo, propiciando condições para consultas que auxiliem na tomada de decisão ou na obtenção de informação complementar; por exemplo, um poço pode apresentar problemas de redução de vazão, mudança nos níveis de salinização etc., prejudicando o abastecimento. O monitoramento sistemático do poço pela atualização da base de dados do SIG, permite a tomada rápida de decisões, no sentido de definir alternativas do abastecimento, como o transporte de água de outros poços, ou instalação de dessalinizadores.

A Figura 3 mostra os resultados de uma consulta espacial, do tipo tabela, ao plano de informação dos poços perfurados. Um poço, a exemplo do “P4”, em destaque, ao ser apontado na tela do monitor, terá seus dados destacados em uma linha da tabela de atributos, permitindo sua rápida avaliação. Esta operação pode também ser realizada de modo inverso: clicando-se no número do poço, na tabela, seus atributos serão realçados e automaticamente a sua posição geográfica é identificada na tela.

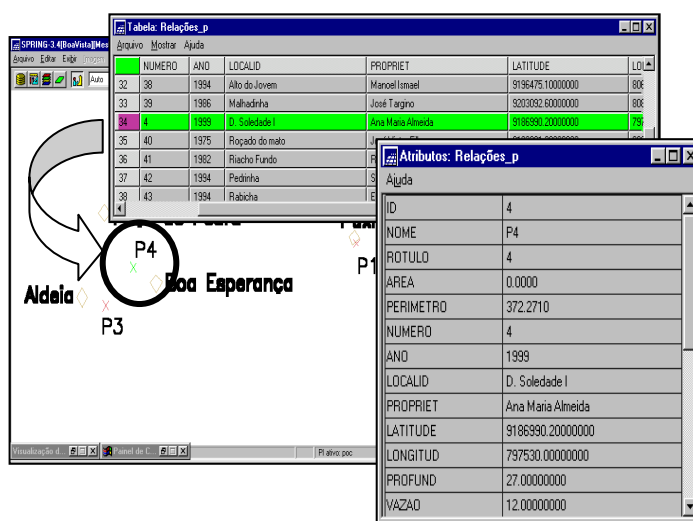


FIGURA 3: Exemplo de consulta espacial.

A consulta também pode ser seletiva e responder a um questionamento específico do usuário como, por exemplo, a identificação de poços com vazão superior a 1,5m<sup>3</sup>/h, e que tenham profundidade menor que 40m. O sistema mostrará uma tabela com os dados filtrados, segundo a solicitação do usuário (Figura 4).

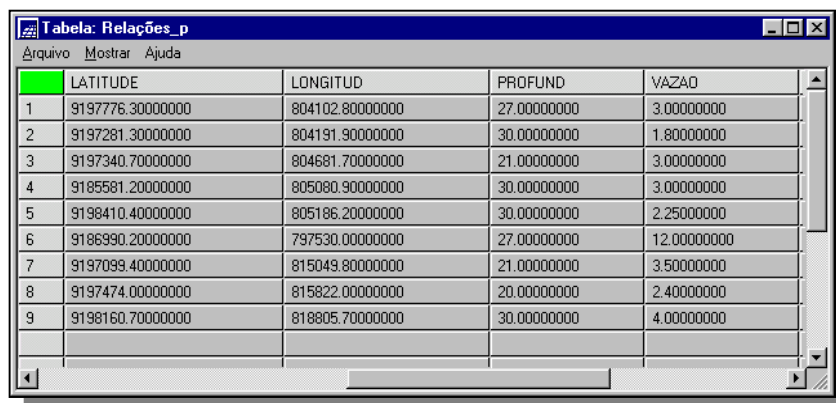


FIGURA 4: Consulta sobre atributos descritivos a partir de uma condição colocada pelo usuário.

## 5. Conclusões

- a) O sistema SPRING demonstrou ser uma geotecnologia adequada à elaboração de uma base de dados georreferenciados para o estudo dos recursos hídricos subterrâneos.
- b)
- c) O SIG desenvolvido evidenciou a eficiência do geoprocessamento na gestão dos recursos hídricos subterrâneos, o que permite a disponibilização de um instrumento de consulta espacial eficiente no processo de tomada de decisão, com vistas à mitigação de problemas relacionados à escassez de água, na área de estudo.
- d) Os cruzamentos dos diferentes PI's possibilitaram a definição de dezoito áreas prioritárias à pesquisa de água subterrânea.
- e) A análise das estruturas geológicas lineares permitiu concluir que as principais direções de fraturamento que devem ser consideradas na definição de áreas prioritárias à pesquisa de água subterrânea, na área pesquisada, são: N(35°- 40°)O ± 5°, N(40°- 45°)E ± 5°, NS ± 10° e N(60°- 65°)E ± 5°.

## 6. Referências Bibliográficas

- CÂMARA, G., SOUZA, R. C. M., FREITAS, UM, GARRIDO, J. **Computers & Graphics "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling"**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- DANTAS FILHO, J.R. **Identificação de áreas propícias à pesquisa de água subterrânea através de imagens TM/LANDSAT-5 nas microrregiões homogêneas Curimataú (MRH91) e Seridó Paraibano (MRH90)**. Campina Grande, 1996. (Dissertação de Mestrado).
- FALCÃO, E.C. **Uso do Geoprocessamento na Avaliação das Potencialidades Hídricas Subterrâneas – Boa Vista, PB: Um Estudo de Caso**. Campina Grande: UFPB, 2001. 156 p. (Dissertação de Mestrado).
- GUEDES, F. X. **Aplicação de dados de sensores remotos de baixa resolução espacial na pesquisa de água subterrânea: Bacia do Rio do Peixe e adjacências (PB, CE e RN)**. Campina Grande: UFPB, 1993. 111 p. (Dissertação de Mestrado).
- SAMPAIO, O. S. **Estudo de fraturamento como subsídio à pesquisa de água subterrânea no Estado de Sergipe: uma abordagem através de dados de sensoriamento remoto**. São José dos Campos: INPE, 1987. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA NETO, A. F. da. **Avaliação dos recursos hídricos e uso da terra na bacia do Alto Rio Sucuru com base em Imagens TM-LANDSAT-5**. Campina Grande, 1993. (Dissertação de Mestrado).
- WANDERLEY, B.V.D. **Utilização de técnicas de sensoriamento remoto e processamento na análise de fotoalinhamentos como subsídio à pesquisa de água subterrânea**. Campina Grande, 1995. 27 p. Trabalho de conclusão do Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas, UFPB/CCT/DEAg.
- FREITAS, M. A. de. **Determinação do Potencial Hidrogeológico de Rochas Cristalinas Através de Técnicas de Geoprocessamento**. In: 1<sup>st</sup> Joint World Congress on Groundwater. Fortaleza, 2000. Anais. CD.