

# DEFINIÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS DO PONTO DE VISTA HIDROGEOLÓGICO EM REGIÃO DE CRISTALINO ATRAVÉS DE IMAGENS DO LANDSAT-5 E SIG

Carlos Eduardo Sobreira Leite<sup>1</sup>

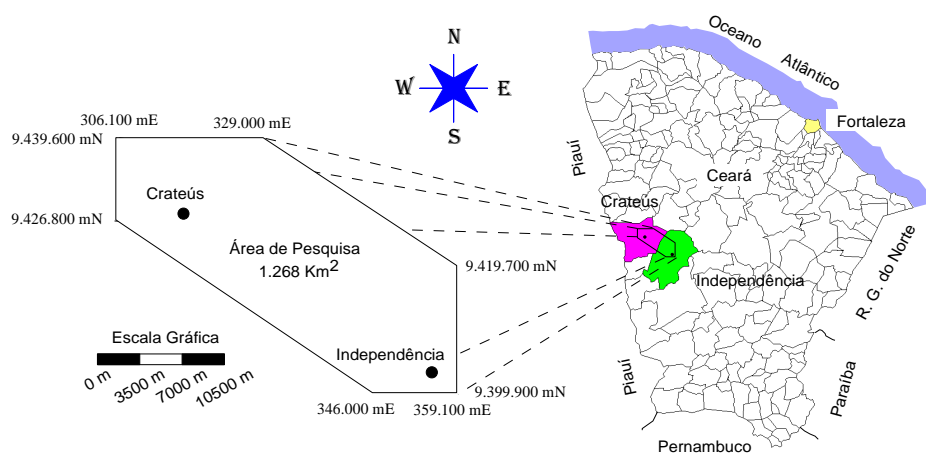
**Resumo** - Este trabalho demonstra a potencialidade dos filtros de convolução direcionais na identificação de fotolineamentos em imagens digitais do satélite LANDSAT-5 e a integração de dados de altimetria e de isodensidades e isofrequências de fotolineamentos para definição de áreas com maior potencial hidrogeológico, através de SIG, na região de rochas cristalinas, em parte dos Municípios de Crateús e Independência, na região dos Inhamuns, no Estado do Ceará. Ao final foram definidas três áreas consideradas como de baixo, médio e alto potencial hidrogeológico.

## INTRODUÇÃO

A área de pesquisa está geograficamente localizada entre as coordenadas UTM 306.100 mE e 9.439.600 mN (limite superior esquerdo) e 359.100 mE e 9.399.900 mN (limite inferior direito) com 1.268 Km<sup>2</sup>, na porção centro-oeste do Estado do Ceará, próxima ao limite desse estado com o do Piauí (Figura 01).

---

<sup>1</sup> Mestre em Hidrogeologia. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. Av. Bezerra de Menezes 1900, São Gerardo, CEP 60.325-002, Fortaleza - CE. Fone (085)287.1011, FAX: (085)287.1165. sobreira@funceme.br.



**Figura 01** - Localização da área de pesquisa.

A geologia é representada por rochas do embasamento cristalino (gnaisses e migmatitos predominantemente) e com feições estruturais marcantes como a Falha de Tauá do tipo transcorrente sinistral, no centro da área com direção aproximada norte-sul. O clima dominante é do tipo Tropical Quente, com taxa pluviométrica anual média de 636 mm para Crateús e de 613 mm para Independência (dados relativos ao período 1974 a 1997).

A altimetria varia de cerca de 200 a 500 metros, com declividades, em geral, da ordem de 3% a 15%, podendo ser observados dois padrões distintos: na parte leste da área, altitudes superiores a 300 metros e na porção oeste, altitudes inferiores a estas cotas.

## **METODOLOGIA**

Para definição do mapa final de potencialidade, foram utilizadas as cartas plani-altimétricas da SUDENE, SB-24-V-C-III (Folha Crateús) e SB-24-V-D-I (Folha Independência), ambas na escala de 1:100.000, e a banda TM4 do LANDSAT-5 (passagem de agosto de 1984).

As cartas SUDENE foram utilizadas para geração dos planos de informação (PI's) de altimetria e drenagem, enquanto a banda TM4 foi submetida a tratamento digital com utilização de filtros de convolução direcionais para extração de fotolineamentos da área estudada e geração do respectivo PI, que foi processado estatisticamente para obtenção dos mapas temáticos de isodensidades e isofrequências de fotolineamentos.

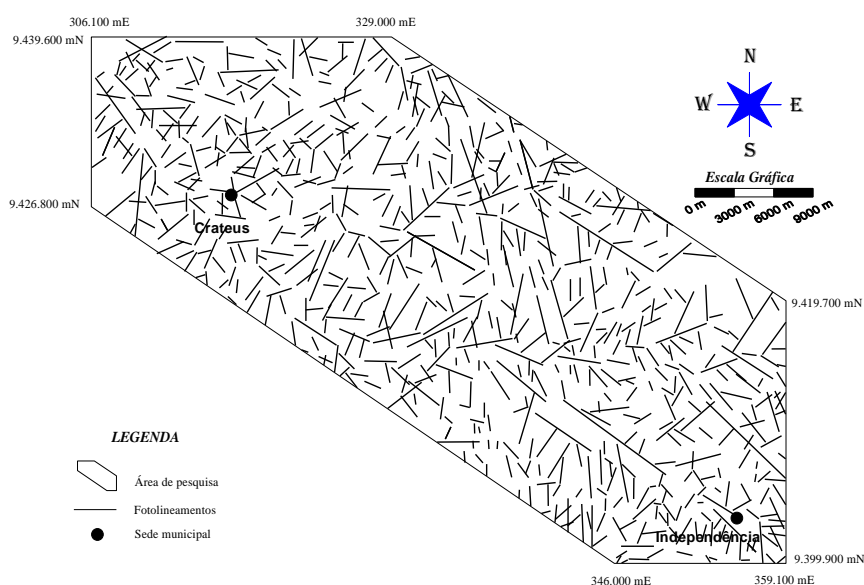
Posteriormente, os planos gerados foram integrados através do software IDRISI, com aplicação de operações matemáticas de adição e multiplicação de imagens e reclassificações para obtenção do produto final (mapa de potencialidade). A seguir são discutidas as diversas etapas do processo.

## MAPA DE FOTOLINEAMENTOS

A banda TM4 foi submetida a tratamento digital no SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) do INPE, com aplicação de filtros direcionais de tamanho 7 x 7 para realce de estruturas de direções nordeste-sudoeste e noroeste-sudeste. As direções norte-sul e leste-oeste também foram analisadas, sem, entretanto, adicionarem novas informações, e por essa razão não foram consideradas. Os resultados dos processamentos em tela foram impressos para análise e confecção do respectivo overlay, que posteriormente foi digitalizado para geração do respectivo PI.

A drenagem digitalizada a partir das cartas SUDENE foi analisada para identificação de alinhamentos que representam estruturas geológicas, respeitando-se os critérios de fotointerpretação, como ângulos de encontro entre tributários e cursos principais e trechos alinhados de drenagens de pequena ordem.

Os fotolinhamentos interpretados a partir da banda TM4 foram analisados em conjunto com os alinhamentos de drenagem, de forma a complementá-los, gerando o mapa de fotolinhamentos da área de pesquisa. A Figura 02 mostra o resultado obtido, onde podem ser observadas uma série de famílias distintas de fotolinhamentos.



**Figura 02** - Mapa de fotolinhamentos da área de pesquisa.

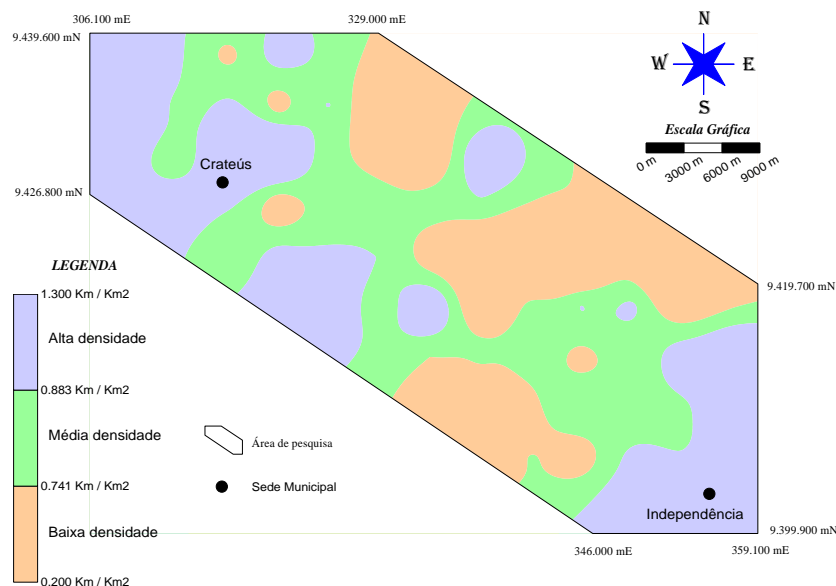
## MAPAS DE ISODENSIDADES E ISOFREQUÊNCIAS DE FOTOLINEAMENTOS

Para geração desses mapas, foi considerado um grid de “células” de tamanho 4Km x 4Km, e definidas as coordenadas dos seus pontos centrais. Os fotolaneamentos foram manualmente processados de forma a obter-se um valor de densidade e frequência para cada “célula” cujo método de cálculo pode ser resumido nas seguintes expressões:

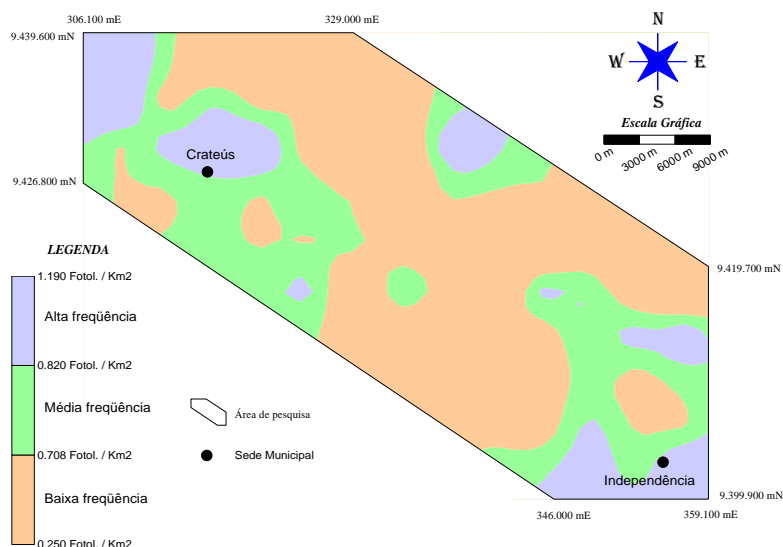
$$\text{Densidade (na "célula")} = \frac{\text{Comprimento total dos fotol. (Na "célula")}}{\text{Área da "célula"}}$$

$$\text{Frequência (na "célula")} = \frac{\text{Número de fotol. (Na "célula")}}{\text{Área da "célula"}}$$

Os valores de densidade e frequência foram tratados com o software SURFER, obtendo-se por krigagem, os mapas de isodensidades e isofrequências de fotolaneamentos que foram reclassificados para definição de três limites distintos de baixa, média e alta densidade e frequência. As Figuras 03 e 04 mostram os produtos obtidos.



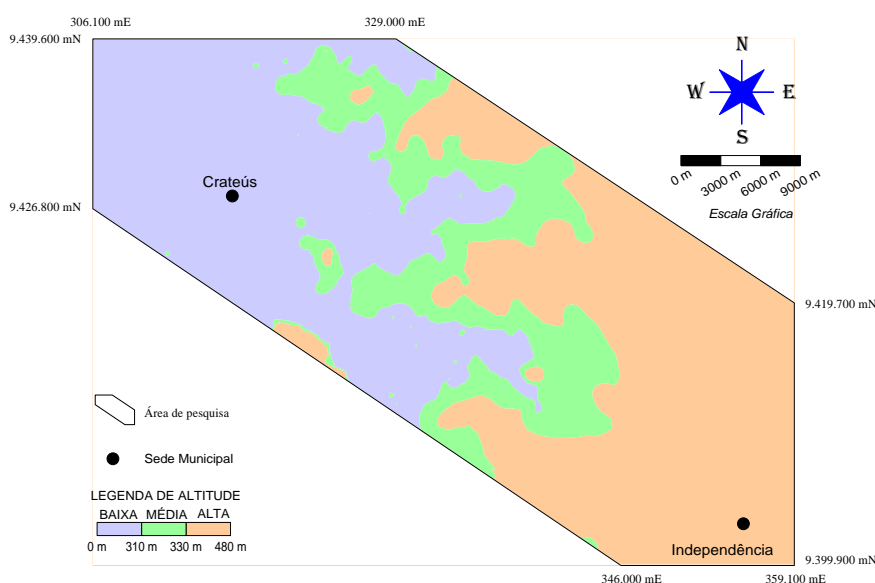
**Figura 03** - Mapa de isodensidades de fotolaneamentos.



**Figura 04:** Mapa de isofreqüências de fotolaneamentos.

## MAPA DE ALTIMETRIA

A partir das cartas plani-altimétricas da SUDENE, foi gerado o Modelo Numérico do Terreno com uso do SURFER; o software GRAPHER permitiu a obtenção de perfis ao longo de toda a área em todas as direções, facilitando a identificação de três limites de altitudes consideradas para a área em particular, como de baixa (< 310m), média (310m - 330m) e alta (> 330m). As regiões de cotas mais elevadas foram consideradas como áreas propícias à recarga de água subterrânea enquanto as de cotas mais baixas foram consideradas como propícias à descarga (Figura 05).



**Figura 05 -** Áreas consideradas como de baixas, médias e altas altitudes na área de

pesquisa.

## INTEGRAÇÃO DOS DADOS

Os mapas de isofrequências e isodensidades de fotolineamentos e de altimetria foram tratados de forma integrada através do IDRISI, com aplicação de pesos distintos para cada um dos temas. O processamento para geração do mapa final de fotolineamentos (Figura 06) pode ser expresso da seguinte forma:

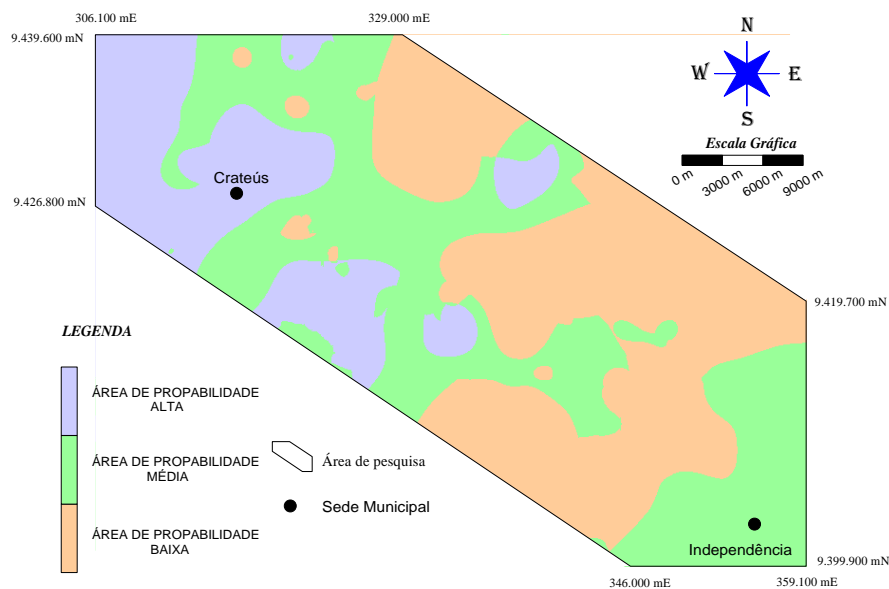
$$3d + 2a + f = MP$$

Onde, d = Mapa de isodensidades de fotolineamentos,

f = Mapa de isofrequências de fotolineamentos,

a = Mapa de altimetria, e

MP = Mapa de potencialidade final.

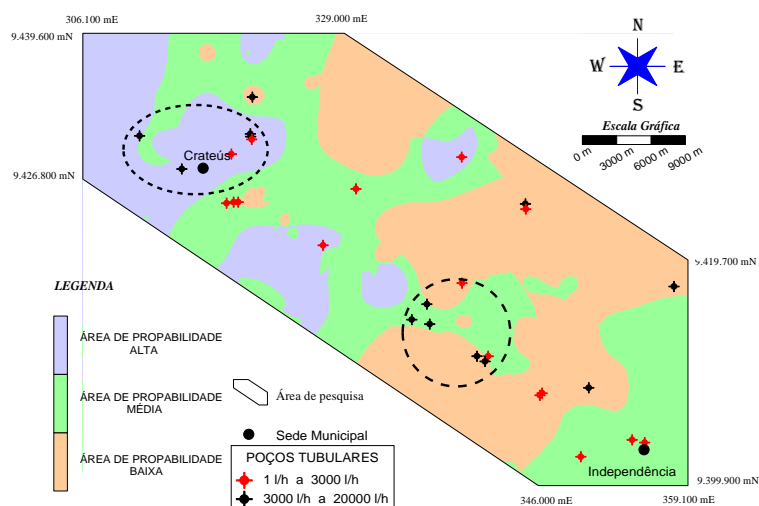


**Figura 06** - Mapa de potencial (probabilidade) hidrogeológico definido para a área de pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para crítica ao modelo proposto, foram superpostos os poços encontrados na área com dados confiáveis de vazão, considerando aqueles com vazões abaixo e acima de

3.000 l/h (Figura 07). O resultado mostra uma aproximação razoável do modelo com a realidade de campo, visto que as concentrações maiores de poços de vazões superiores a 3.000 l/h (áreas demarcadas em preto) encontram-se em áreas de média a alta potencialidade (probabilidade).



**Figura 07** - Mapa de potencialidade (probabilidade) e poços da área de pesquisa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTHAUD, M. H. **A Falha de Tauá (CE), zona de cisalhamento dúctil de alto ângulo de regeito múltiplo** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., Goiás, **Anais...** Goiás: Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. v. 2. p. 766-769.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 1992. 170p.
- DRURY, S. A. **Image interpretation in geology**. Londres: Allen & Unwin, 1987. 242p.
- FUNCEME. **Banco de dados de poços**. Fortaleza: 1992.
- FUNCEME: **Banco de dados de chuva**. Fortaleza: 1998.
- HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Bulletin Geol. Ame., USA, n.56, 1945. P. 275-370.
- LILLESAND, T. M. & KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1994. 750p.