

**Pereira, M. R. e Almeida, C. (1997)**

**Avaliação de Factores Influentes da Produtividade  
de Captações de Água Subterrânea**

*A Estatística a Decifrar o Mundo*. Actas do IV  
Congresso Anual da Sociedade Portuguesa de  
Estatística, pp. 423-425.

## **Avaliação de Factores Influentes na Produtividade de Captações de Água Subterrânea**

**M<sup>a</sup> do Rosário Pereira**

*Departamento de Geociências da Univ. T. M. e A. Douro*

**Carlos Almeida**

*Departamento de Geologia (FCUL) e Centro de Geologia da Univ. Lisboa*

**Sumário:** Em diversos trabalhos sobre hidrogeologia de rochas cristalinas têm-se tentado estabelecer relações entre a produtividade das captações e algumas características dos locais onde elas se implantam, tais como: litologia, estrutura e topografia.

A análise estatística de caudais de captações de águas subterrâneas, realizadas em rochas cristalinas da região de Trás-os Montes oriental, permitiu estudar a dependência desses caudais em relação à posição topográfica das captações, à litologia atravessada e à presença de filonetes de quartzo. Dada a fraca precisão dos dados e a presença de outliers, optou-se por uma análise utilizando métodos paramétricos.

Comparando os caudais obtidos em vales, com os obtidos em encostas, verificou-se não existirem diferenças significativas entre as duas posições topográficas, mesmo considerando níveis de significância elevados ( $\alpha=30\%$  para o teste de Cramér-von Mises). Na comparação entre a produtividade dos granitos e de outras litologias, verificou-se existirem diferenças significativas, sendo os granitos a litologia mais desfavorável. Na comparação dos resultados obtidos em quartzitos e xistos, não se detectaram diferenças significativas. A intercalação de filonetes de quartzo, nas várias litologias estudadas, demonstrou ser um factor muito favorável na produtividade das rochas cristalinas, contribuindo para se obterem caudais mais elevados e mais furos produtivos.

**Abstract:** Several attempts have been made in order to establish relationships between well yield and some properties of the well location area, such as lithology, structure and topography. In order to investigate this type of dependency a statistical analysis of hard rock well yields, in oriental Trás-os-Montes, were made. Due to the low precision of data and the presence of outliers, non-parametric methods were preferred.

Comparing the results between well yields in valleys and in slopes, it can be concluded that there is no significant difference between both topographical situations, even considering high significance levels ( $\alpha=30\%$  for Cramér-von Mises test). Between granits and other lithologies, the differences are significant, being the former the less favourable lithology, in the studied area. Quartzits and schists are not statistically different. The presence of quartz veins, in all studied lithologies, is an important factor to provide higher yields and minimise the number of failures.

## 1. INTRODUÇÃO

As rochas ígneas e metamórficas, geralmente designadas por rochas cristalinas, são rochas compactas em que a circulação da água se faz fundamentalmente numa camada superficial de alteração e através de redes de fracturas ou outras descontinuidades existentes. Dada a dificuldade em encontrar água neste tipo de rochas, têm sido tentadas diversas metodologias que sirvam de guia de prospecção. Dentre as metodologias propostas podem-se referir as que se baseiam nas relações entre a produtividade das captações e algumas características dos locais onde se implantam, tais como: litologia, factores estruturais e factores topográficos.

O objectivo do presente estudo é procurar verificar, com critérios estatísticos, em que medida os caudais obtidos em vales e em encostas são significativamente diferentes. Procura-se também definir se a litologia tem influência nos caudais encontrados. O estudo baseia-se na análise dos caudais de 104 furos, apresentados por COSTA (1990), localizados no NE de Portugal, no distrito de Bragança.

As formações pesquisadas foram agrupadas em função das suas características hidrogeológicas. Sob o ponto de vista litológico foram considerados os grupos: xistos (48 furos), quartzitos (15 furos) e granitos (10 furos). Quanto à localização topográfica, agruparam-se 97 furos em 2 situações possíveis: vales (71 furos) e encostas (26 furos). Fez-se ainda o estudo comparativo entre a produtividade de furos que intersectaram, ou não, filonetes de quartzo (42 e 62 furos, respectivamente). Os furos foram todos executados com o diâmetro de 6"1/2 e foram submetidos a ensaios de caudal com a duração de 6h.

## 2. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Com o fim de poder proceder a um estudo comparativo entre os caudais dos vários grupos considerados tentou-se uma certa harmonização das condições em que foram obtidos. Apesar disso pode-se considerar que este tipo de dados tem uma precisão reduzida, já que o estabelecimento do caudal de bombagem se baseia na experiência do operador sendo por isso afectada de um certo grau de subjectividade. De qualquer modo pode-se considerar que os dados se enquadram pelo menos numa escala ordinal.

No estudo comparativo dos vários grupos optou-se pela utilização de testes não paramétricos pois são adequados a dados com as características apontadas e ainda, por não necessitarem da colocação de hipóteses quanto à distribuição subjacente e serem resistentes à presença de valores extremos, neste caso alguns valores nulos ou caudais extremamente elevados, mas raros.<sup>1</sup>

Os testes usados foram o Teste de Smirnov, para duas amostras e o Teste de Cramér-von Mises (CONOVER, 1980). Para a utilização dos referidos testes admite-se que as duas amostras são aleatórias e independentes e que a escala de medição é, pelo menos, ordinal.

Os resultados permitem rejeitar a hipótese nula, para níveis de significância de 5%, quando se compara a distribuição dos caudais em granitos com os das outras litologias. Pelo contrário, não detectam diferenças significativas entre as distribuições nos xistos e quartzitos.

---

<sup>1</sup>A utilização de um método paramétrico do tipo Análise de Variância que seria, à partida, mais adequado, é impossibilitada pelo facto do caudal ser uma variável do tipo misto.

Dado que as captações em granitos mostram um comportamento nitidamente diferente das restantes litologias, na análise dos factores topográficos apenas se utilizaram dados referentes àquelas últimas.

Relativamente à influência de factores topográficos na produtividade, os resultados dos testes indicam que, mesmo para níveis de significância elevados (20% para o teste de Smimov e 30% para o teste de Cramér-von Mises) não é possível rejeitar a hipótese nula. Pode-se dizer, portanto, que as duas distribuições não são estatisticamente distintas. Contudo, é de assinalar que o extremo superior da distribuição nos vales, apresenta valores sistematicamente mais elevados do que nas encostas, embora o número de casos seja reduzido.

Dada a frequente presença de filonetes de quartzo nos furos analisados (40,4% do total de furos atravessaram filonetes de quartzo) e a experiência mostrar que a sua presença contribui para a ocorrência de maiores caudais (PEREIRA, 1992), procurou-se provar estatisticamente essa tendência. Os resultados dos testes não paramétricos, para  $\alpha=5\%$ , obrigam a rejeitar a hipótese nula. Esta conclusão, bem como a anterior, é condicional à não existência de interações entre os vários factores, a qual foi verificada empiricamente.

### 3. CONCLUSÕES

É prática corrente escolher os vales como locais preferenciais para a localização de furos de prospecção em rochas cristalinas. No entanto, a comparação estatística da distribuição dos valores dos caudais obtidos em vales e encostas, na região estudada, não permitiu detectar nenhuma diferença significativa.

Quanto à influência da litologia na produtividade dos furos, ficou demonstrado que os xistos e os quartzitos têm um comportamento idêntico, enquanto os granitos apresentam comportamento mais desfavorável. Por outro lado, confirma-se que a presença de níveis quartzosos desempenha um papel importante na produtividade.

### BIBLIOGRAFIA

- CONOVER, W. J. (1980). *Practical Nonparametric Statistics*. Second Edition, J. Wiley & Sons.
- COSTA, M.R. (1990). *Critérios para Selecção de Locais favoráveis à Ocorrência de Água subterrânea em Rochas Cristalinas na Região de Trás-os-Montes Oriental*. Dissertação apresentada nas provas de aptidão científica na Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- PEREIRA, M. R. C. (1992). Importância dos Filonetes de Quartzo na Pesquisa de Água Subterrânea em Rochas Cristalinas. *Geolis*, vol. VI (1 e 2), pp. 46-52.