

# ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA A DADOS HIDROQUÍMICOS

## Manuel ANTUNES DA SILVA

Geólogo, Director Técnico, Vidago, Melgaço & Pedras Salgadas, S.A., Estrada de Alfragide – 2724 – 501 Amadora, +351.21.4725700,  
[antunes.silva@vmpps.jeronimo-martins.pt](mailto:antunes.silva@vmpps.jeronimo-martins.pt)

## Jani SANTOS

Engenheira do Ambiente, CVRM – Centro de Geosistemas do Instituto Superior Técnico, FCMA - Campus de Gambelas, 8000 Faro, +351 289 800900, ext. 7462, [jsantos@ualg.pt](mailto:jsantos@ualg.pt)

## Maria Cristina COSTA

Engenheira do ambiente, IMAR, Instituto do Mar, Universidade do Algarve, FCMA - Campus de Gambelas, 8000 Faro, +351 289 800 900, ext.7372, [mcpccosta@ualg.pt](mailto:mcpccosta@ualg.pt)

## Luís RIBEIRO

Engenheiro de Minas, Professor Auxiliar, CVRM – Centro de Geosistemas do Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais – 1049-001 Lisboa Codex, +351.21.8417834, [nlrib@alfa.ist.utl.pt](mailto:nlrib@alfa.ist.utl.pt)

## RESUMO ALARGADO

A gestão da exploração de qualquer recurso mineral passa obrigatoriamente pelo conhecimento, o mais aprofundado possível, das características do sistema onde este se insere. No caso da exploração de águas subterrâneas, de circulação pouco profunda, este facto é de extrema importância, uma vez que os diversos sistemas aquíferos geralmente presentes se encontram interligados, estabelecendo entre si um equilíbrio muito sensível a qualquer imposição externa.

Por forma a avaliar convenientemente o comportamento do sistema aquífero é fundamental uma monitorização cuidada e devidamente direccionada, por forma a produzir-se dados de qualidade, que devidamente trabalhados possam fornecer informação válida para aplicação na gestão do recurso.

Neste trabalho faz-se uma análise de dados provenientes da monitorização físico-química mensal de cinco sondagens de captação, por um período de 2 anos. Estas estão implantadas na vertente de um maciço granítico que faz contacto com o Complexo Xisto-Grauváquico. Este facto faz com que as características do recurso variem de captação para captação.

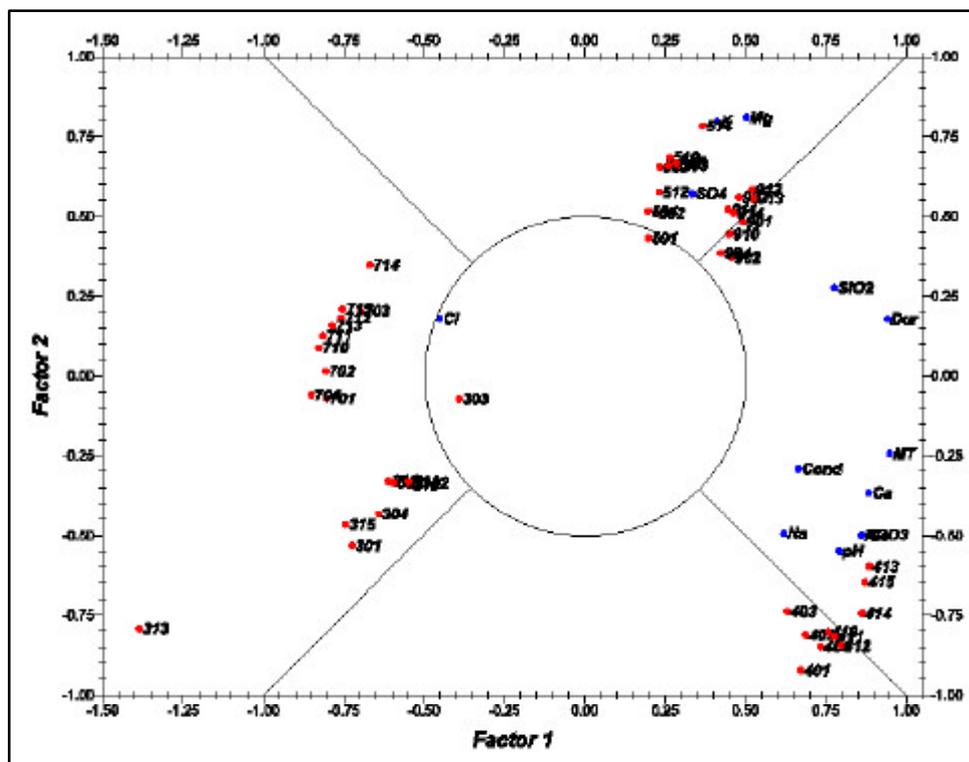
Os parâmetros analisados são o pH, a condutividade, a alcalinidade, a dureza, a mineralização total e o teor em sílica, cloretos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, sódio, potássio, magnésio e cálcio.

Esta análise tem por objectivo identificar as relações entre os vários parâmetros (descritores físico-químicos) e também os diversos indivíduos (séries temporais), por forma a caracterizar globalmente a qualidade do sistema aquífero na zona estudada.

Os dados das 5 captações em estudo foram sujeitos a tratamento estatístico faseado, iniciado por uma análise univariada, na qual os parâmetros foram tratados individualmente para determinação da sua estrutura, a que se seguiu uma análise bivariada e multivariada (Análise em Componentes Principais), em que estes são tratados de forma conjunta de modo a se determinar similitudes. No final, e através da ACP, os indivíduos e respectivas medianas foram projectados de acordo com o seu posicionamento no ano hidrológico.

Foi então possível, a partir de um conjunto de dados iniciais aparentemente aleatório, distinguir 3 tipos distintos de captações, que abrangem diferentes fácies hidroquímicas do mesmo sistema aquífero, como é evidenciado pelo exemplo da figura 1 que representa o período de maior precipitação.

**Figura 1-** Representação gráfica dos parâmetros e dos indivíduos no período de chuvas, para todas as captações, nos eixos 1 e 2.



Verifica-se que a captação 4 (representada pelos indivíduos da série 400) se mantém à margem das restantes captações, não só no período de maior precipitação, mas ao longo de todo o ano hidrológico. A proximidade em relação aos parâmetros característicos do sistema aquífero indica que esta captação é fracamente influenciada por factores exógenos. As captações 5 e 9, apesar de nem sempre serem coincidentes na projecção dos eixos, apresentam-se fortemente ligadas à sílica, pelo que se supõe serem representativas de uma fase intermédia do sistema aquífero, em que as influências da precipitação são pouco significativas. Pelo contrário, as captações 3 e 7 apresentam uma forte correlação entre si e encontram-se associadas aos cloretos, o que é indicador duma acentuada influência da pluviosidade; no entanto, no período de estio este comportamento altera-se completamente, denotando já outras influências como a proximidade duma linha de água. Em conclusão, tem-se num mesmo sistema aquífero e numa área relativamente pequena, captações com características distintas, que sem uma análise deste género seriam sempre tratadas como homogéneas.

A informação retirada desta análise é extremamente valiosa para a compreensão deste complexo sistema aquífero em termos quer dos processos geoquímicos associados bem como de fenómenos exógenos ocorrentes, e permite uma gestão mais eficaz tanto em termos ambientais como económicos, podendo-se direccionar a exploração de acordo com a utilização que se pretende para o recurso captado.

**Palavras-chave:** Hidrogeologia, Parâmetros físico-químicos, Análise em Componentes Principais.