

# CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DAS ROCHAS CRISTALINAS DOS CONCELHOS DE MONTEMOR-O-NOVO E VENDAS NOVAS - NOTA PRÉVIA

Sílvia GUERREIRO<sup>(1)</sup>; António CHAMBEL<sup>(2)</sup>; Jorge DUQUE<sup>(3)</sup>

## RESUMO

A caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas das rochas cristalinas dos concelhos de Montemor-o-Novo e Vendas Novas foi iniciada através de um reconhecimento de campo em que foram recolhidos dados *in situ* de condutividade eléctrica, temperatura e pH. Os pontos estudados são poços, furos e nascentes, tendo especial interesse aqueles que são utilizados para abastecimento público, e, no caso da existência de cobertura sedimentar, as captações mais profundas.

Este artigo constitui uma nota prévia ao trabalho que se está a desenvolver e apenas analisa a distribuição global dos valores de condutividade eléctrica. Verifica-se que os valores mais elevados se encontram claramente associados às formações da Antiforma do Pulo do Lobo, uma das unidades em que se subdivide a Zona Sul Portuguesa.

Posteriormente, no seguimento deste estudo, serão realizadas análises em laboratório, que permitirão uma caracterização química mais aprofundada dos aquíferos existentes.

**Palavras chave:** Hidrogeologia, Condutividade eléctrica, Rochas ígneas, Rochas metamórficas.

---

<sup>(1)</sup> Finalista da licenciatura em Engenharia dos Recursos Hídricos, Universidade de Évora, Évora, Portugal.

<sup>(2)</sup> Hidrogeólogo, Assistente do Departamento de Geociências da Universidade de Évora, Évora, Portugal.  
Direcção do Projecto "Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)", pela Universidade de Évora.

<sup>(3)</sup> Hidrogeólogo, Mestre em Geologia Económica e Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Coordenação do Projecto "Estudo dos Recursos Hídricos do Alentejo (ERHSA)", pela Universidade de Évora.

## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho, inserido no Projecto *Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)*, coordenado e subsidiado pelo Comissão de Coordenação Regional do Alentejo (CCRA), está a ser elaborado pela Universidade de Évora. Tem como principais objectivos a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas das rochas cristalinas dos concelhos de Montemor-o-Novo e Vendas Novas e a caracterização da qualidade da água subterrânea em função dos diferentes fins a que se poderá destinar.

Os abastecimentos nesta região são realizados exclusivamente através de águas subterrâneas, sendo necessária uma gestão adequada deste recurso, a qual só é possível mediante uma boa caracterização dos aquíferos existentes.

## 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA, GEOMORFOLOGIA E CLIMATOLOGIA

Os concelhos de Montemor-o-Novo e Vendas Novas, do distrito de Évora, são limitados a noroeste e sudoeste por concelhos do distrito de Setúbal. Estão representados total ou parcialmente nas cartas topográficas militares n.º 420, 421, 422, 435, 436, 437, 445, 446, 447, 448, 456, 457, 458, 459, 468, 469 e 470, à escala 1/25000. A zona de estudo corresponde essencialmente à área representada pelas litologias ígneas e metamórficas destes concelhos (figura 1), excluindo portanto os afloramentos das formações sedimentares da Bacia do Tejo (zona oeste).

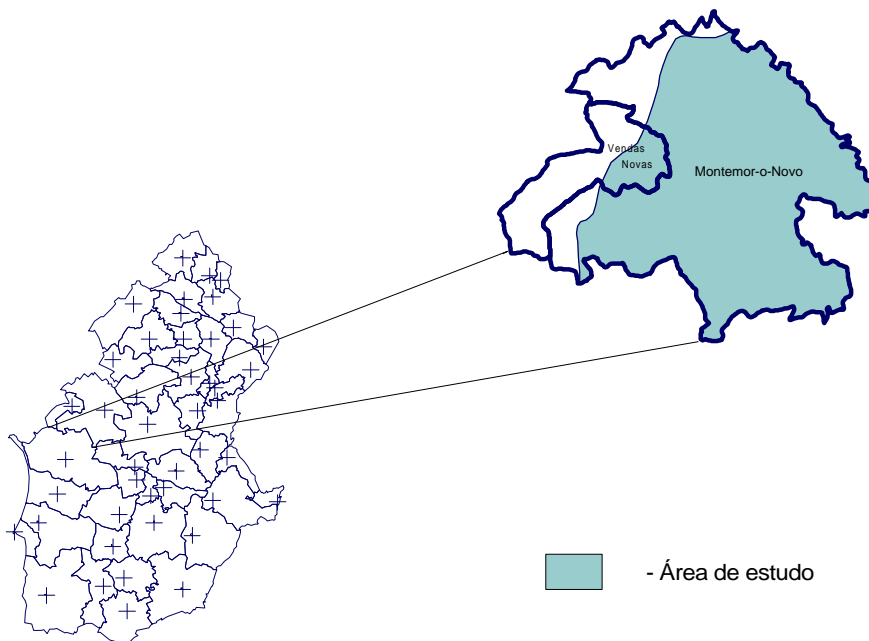


Figura 1 – Localização da zona de estudo. A restante área corresponde aos sedimentos da Bacia do Tejo.

O relevo é aplanado, característico da peneplanície alentejana, com relevos ondulados e diferenças de cota pouco significativas. A exceção é dada pelo relevo mais acentuado da Serra de Monfurado, com orientação aproximada NW-SE e que se estende entre a zona de Montemor-o-Novo e Santiago do Escoural.

Como é característico do clima continental que se faz sentir no Alentejo, existem grandes amplitudes térmicas, sendo os invernos frios e com formação de geadas e os verões secos com temperaturas médias elevadas.

A precipitação média anual situar-se-á entre os 650 e os 750 mm, podendo atingir valores até 900 mm na zona da Serra de Monfurado (CHAMBEL, 1990).

### **3 - GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA**

As águas subterrâneas numa região são fortemente condicionadas pelo clima que aí se verifica, sendo os factores mais importantes a precipitação e a evaporação. Os valores de precipitação são relativamente baixos quando comparados com outras zonas do país de influência mais atlântica, a que se associam valores extremamente elevados de evapotranspiração. Da conjugação destas duas constatações pode concluir-se que os valores de infiltração são naturalmente reduzidos.

Por outro lado, o principal factor físico que influencia a infiltração e circulação das águas subterrâneas de uma determinada região é, sem dúvida, a sua geologia.

A região de Montemor-o-Novo e Vendas Novas está situada no Maciço Antigo, também designado por Maciço Hespérico ou Meseta Ibérica. A área de estudo inclui os domínios geoestruturais de Zona de Ossa-Morena (ZOM) e Zona Sul Portuguesa (ZSP).

As litologias aflorantes são essencialmente de origem ígnea e metamórfica (figura 2). Os terrenos têm idades que variam desde o Proterozóico superior até ao Quaternário, destacando-se o substrato Hercínico, cujas litologias se agrupam em: complexo gnaissomigmatítico, rochas intrusivas (granodioritos, granitos, tonalitos e gabros) e rochas pelíticas.

Praticamente toda a área investigada se encontra englobada na Zona da Ossa Morena, aqui representada por cinco formações (CARVALHOSA e ZBYSEWSKI, 1994):

- Formação de Escoural: pertence ao Proterozóico superior e está presente desde Cabrela a S.º Brissos, passando por Santiago do Escoural. É constituída por um nível inferior, vulcano-sedimentar, e outro pelito-pesamítico com quartzitos negros.

- Formação de Monfurado (provável Câmbrico inferior): na área de Montemor-o-Novo os afloramentos são apenas de parte da unidade superior, vulcano-sedimentar.

- Formação de Carvalhal (provável Ordovícico–Silúrico): está largamente representada na região, prolongando-se para sudeste a partir de Cabrela sendo interrompida pelo maciço granítico de Évora. É constituída por metabasitos e metapelitos associados, estes últimos com abundante quartzo de exsudação, acompanhados esporadicamente de calcários e vulcanitos félsicos pouco desenvolvidos.

- Formação de Pedreira de Engenharia (Devónico médio): faz parte do sinclinal de Cabrela sendo formada por um nível conglomerático poligénico lenticular e calcários com

intercalações de pelitos cinzentos e negros. Na figura 2 esta formação encontra-se inserida na mancha que constitui a Formação de Cabrela.

- Formação de Cabrela (provável Devónico superior a Carbónico inferior): segundo CARVALHOSA *et al.*, (1994) na base desta formação encontra-se um nível conglomerático poligénico, com calhaus diversos. Sucedem-se xistos com intercalações calcárias seguidos de xistos e grauvaques alternados.

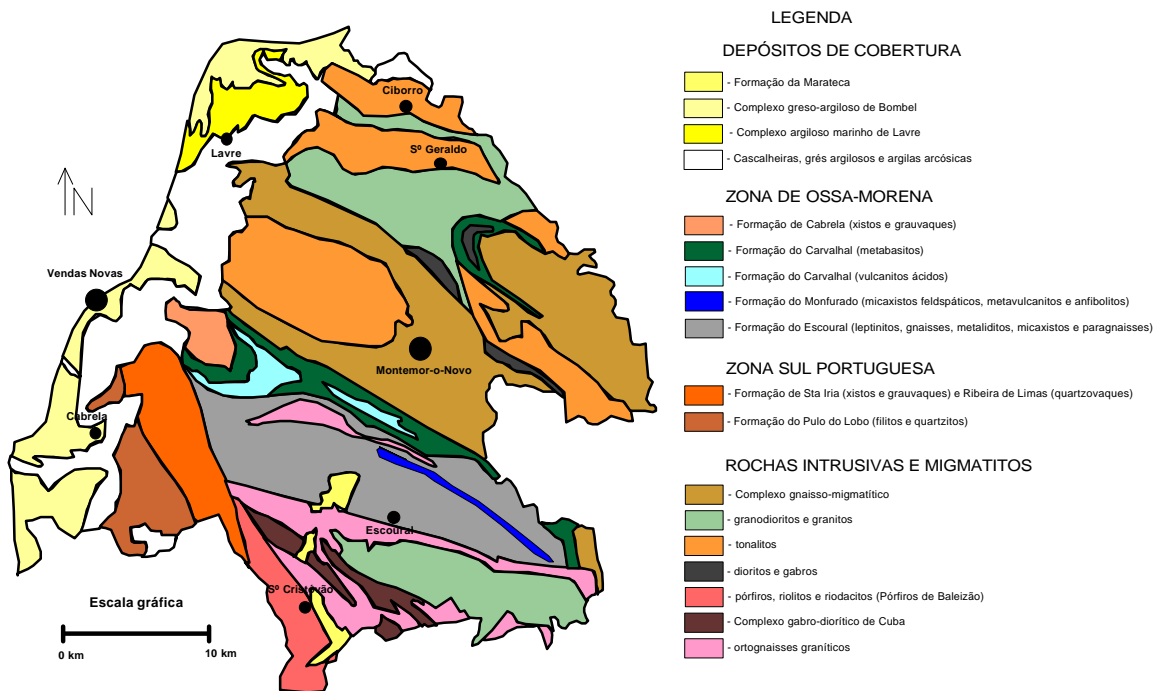


Figura 2 - Carta geológica da zona de estudo. Adaptado das cartas geológicas à escala 1/500.000 e 1/50000.

A Zona Sul Portuguesa (ZSP) está representada por duas formações do Devónico, a Formação de Santa Iria e a Formação de Ribeira de Limas, ambas pertencentes ao antiforma de Pulo do Lobo. A primeira é constituída essencialmente por xistos, grauvaques e siltitos, enquanto a segunda apresenta quartzogruvaques, quartzofilitos, filitos e mais raramente quartzitos (CARVALHOSA *et al.*, 1994).

Segundo CARVALHOSA *et al.* (1994), na região de Montemor-o-Novo os terrenos da ZOM foram atingidos por duas fases principais de dobramento, seguidas de deformações frágeis que deram origem a cavalgamentos e desligamentos, movimentos estes pertencentes ao ciclo hercínico.

É uma região caracterizada por dobramento dominante com orientação geral NW-SE, planos axiais subverticais e vergência para sudoeste. Evidenciam-se também algumas megaestruturas, tais como :

- Sinclinal de Cabrela e de Carvalhal
- Anticlinório de Montemor-Évora
- Anticlinal de Safira
- Sinforma de Monfurado

Nos maciços de rochas cristalinas os aquíferos encontram-se materializados nas camadas superficiais de alteração e nos sistemas de fracturas (CHAMBEL, 1989). Os recursos hídricos subterrâneos desta área são pouco significativos devido à reduzida espessura das camadas de alteração e à relativa impermeabilidade do substrato, cujo grau de fracturação é, na grande maioria da área, extremamente reduzido.

As formações pelíticas são caracterizadas por fraca aptidão hidrogeológica, não ultrapassando geralmente caudais na ordem do 1 l/s. Esta debilidade quantitativa é potenciada pelo frequente preenchimento das estruturas fracturadas com argilas de alteração. Caudais de valor superior devem-se fundamentalmente às heterogeneidades tectónico-estruturais e/ou litológicas, como é o caso de fracturas abertas ou com preenchimento de quartzo que ainda não tenha ocupado todo o espaço da fractura.

Nas rochas granitóides são viáveis caudais de exploração próximos de 1 l/s, ocorrendo áreas mais favoráveis onde os caudais de exploração podem ser significativamente superiores.

Os níveis carbonatados da Formação de Cabrela e as intercalações de natureza quartzítica têm potencialidades para superarem os valores relativos às restantes litologias. São no entanto formações muito localizadas, cuja utilização para obtenção de água subterrânea estará dependente de necessidades locais próximas.

#### **4 - ESTUDO HIDROGEOLÓGICO**

Realizou-se um levantamento de pontos de água, no qual foram inventariados 185 furos, nascentes e poços.

O trabalho de campo decorreu entre Agosto e Outubro de 1997, sendo alvos preferenciais, por ordem de prioridade, as captações para abastecimento público, furos particulares, nascentes e poços (figura 3). Teve-se também atenção às captações localizadas na cobertura sedimentar mas com os níveis produtivos a extrair água das formações cristalinas subjacentes. Foram recolhidos dados de campo, nomeadamente de condutividade eléctrica, temperatura e pH.

Posteriormente foram recolhidas amostras de água para análise em laboratório que permitirão um tratamento hidroquímico mais aprofundado dos aquíferos existentes. Contudo estes resultados ainda não se encontram disponíveis aquando da elaboração do presente texto.

Contemplan-se-á aqui somente a análise dos dados de campo, que permitem desde já perspectivar algumas conclusões importantes.

A condutividade eléctrica reflecte a quantidade de sais dissolvidos na água, pelo que a sua distribuição poderá constituir uma primeira aproximação à avaliação da qualidade global da água subterrânea.

As diferenças nos valores de condutividade eléctrica observados na zona de estudo são resultado das reacções água/rocha ocorridas nas diferentes litologias onde se localizam os pontos de água, bem como de eventuais interferências na qualidade da água induzidas nomeadamente por acções antrópicas. A figura 4 representa a distribuição dos valores de condutividade eléctrica em 157 dos pontos de água inventariados.

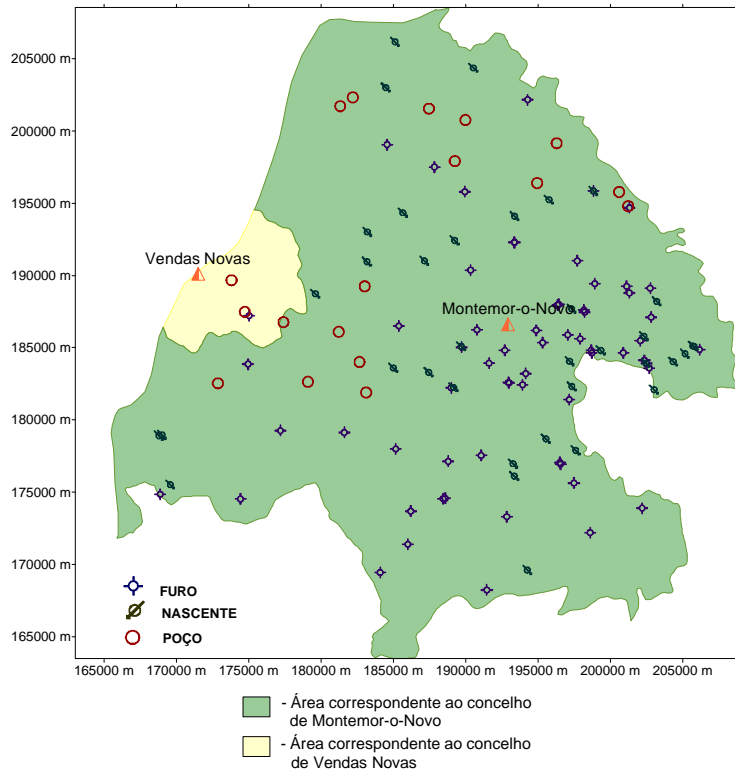


Figura 3 - Projecção dos pontos de água inventariados na zona de estudo.

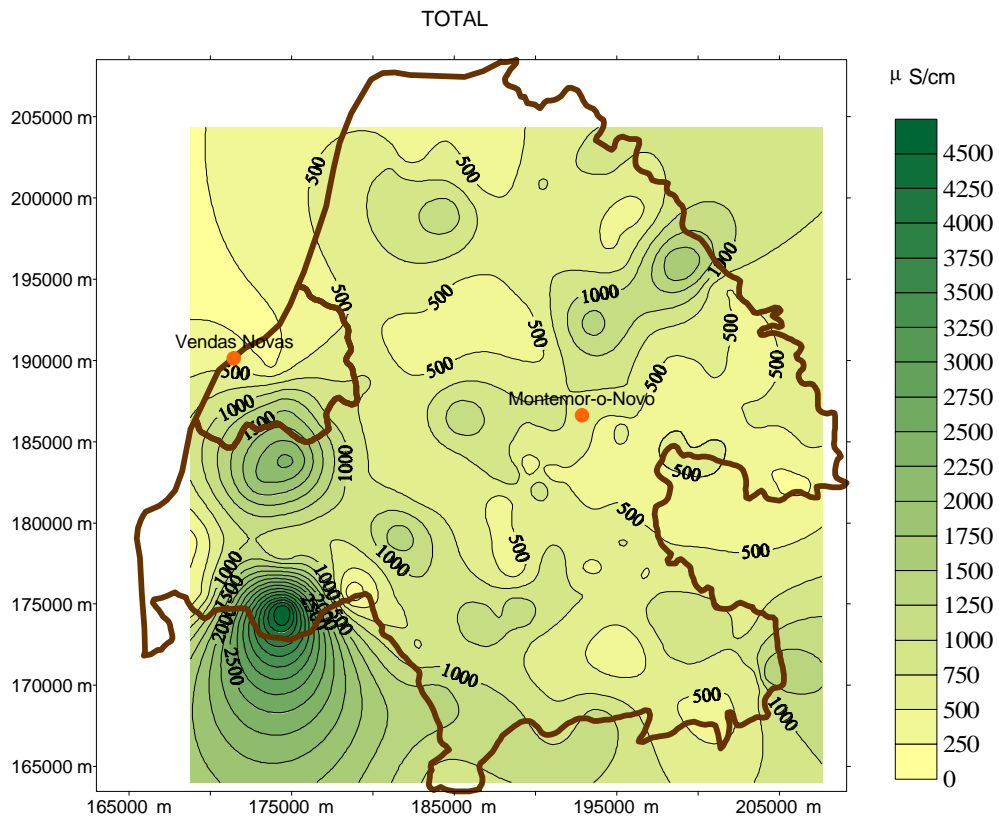


Figura 4 – Distribuição dos valores de condutividade eléctrica, obtidos nos pontos inventariados (valores em  $\mu$ S/cm)

Os valores de condutividade eléctrica variam entre o mínimo de 122  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e o máximo de 5090  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , observando-se uma média de 668.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e uma mediana de 551  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O primeiro e terceiro quartis correspondem respectivamente a 392  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 783  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Os valores mais elevados ocorrem no extremo sudoeste da área investigada, correspondendo às formações do Antiforma de Pulo do Lobo e às zonas onde, sobreposto a este, existe cobertura sedimentar. Os valores de condutividade inferiores a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  localizam-se fundamentalmente nos afloramentos ígneos situados a norte, centro e no sector este da área de trabalho.

As figuras 5 e 6 correspondem à projecção dos valores de condutividade eléctrica respectivamente para furos, por um lado, e nascentes e poços, por outro. Assumiu-se esta divisão com o sentido de tentar interpretar as diferenças entre águas mais profundas (furos) e águas mais superficiais (nascentes e poços).

No que respeita aos furos (figura 5) é possível verificar que os valores de condutividade são sensivelmente mais elevados em toda a região com especial incidência nas formações do Antiforma do Pulo do Lobo. Os valores mais baixos encontram-se na parte este da área correspondendo parcialmente às rochas migmatíticas e a algumas litologias ígneas.

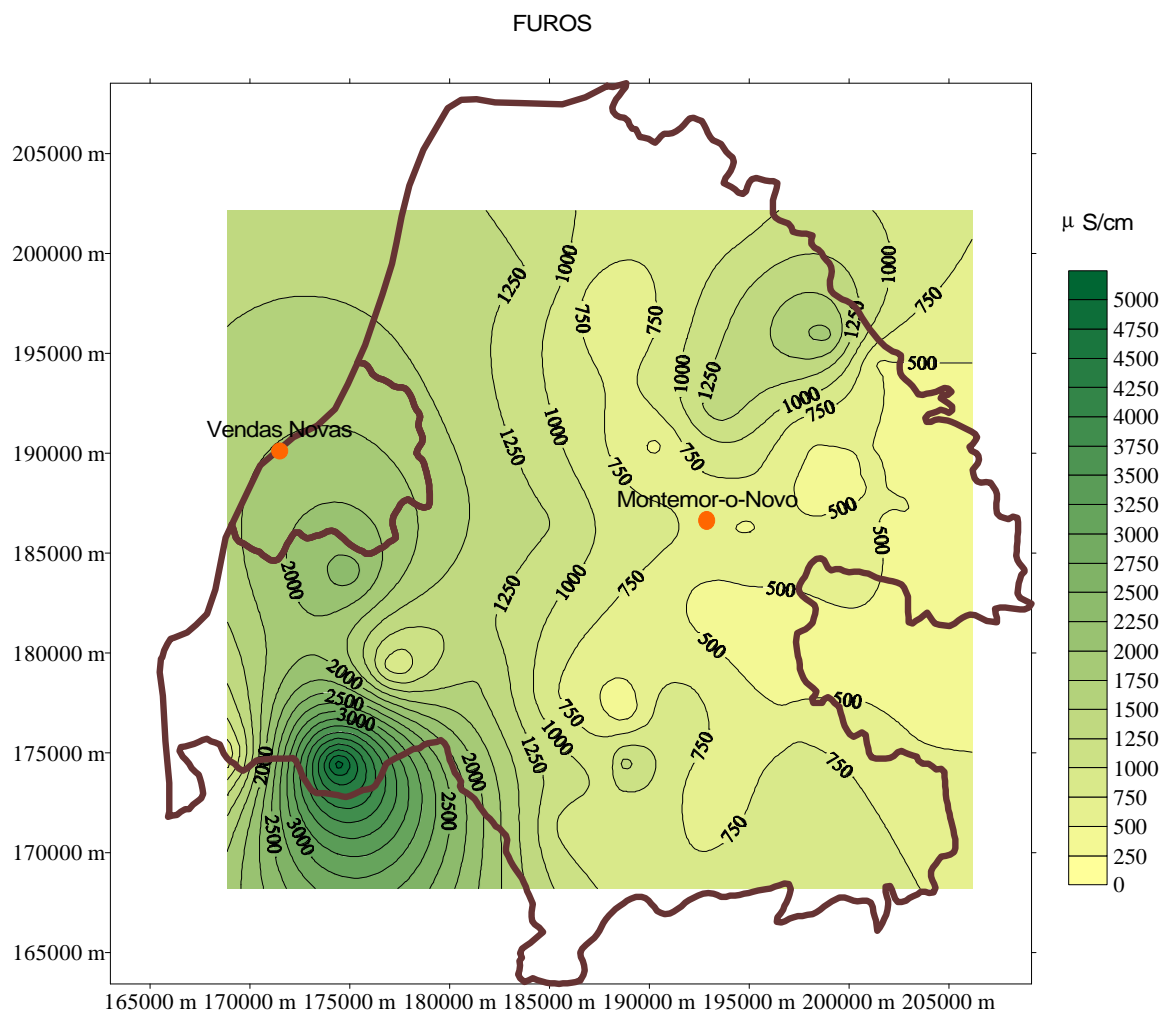


Figura 5 - Distribuição dos valores de condutividade eléctrica, obtidos em furos.  
( valores em  $\mu\text{S}/\text{cm}$  )

Quanto à distribuição dos valores de condutividade eléctrica em águas mais superficiais (poços e nascentes) evidencia-se que esta é diferente da anterior. Há claramente uma redução significativa dos valores relativamente aos das águas mais profundas (figura 6). No extremo sudoeste, onde os valores de condutividade para os furos eram extremamente altos, no caso dos poços e nascentes os valores são muito mais reduzidos ( $< 500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Foi realizada uma análise estatística utilizando duas amostras distintas: uma com de 52 furos e outra com 105 poços e nascentes.

Relativamente aos furos, estes apresentam valores médios de condutividade na ordem dos  $852.7 \mu\text{S}/\text{cm}$ , mediana  $715.5 \mu\text{S}/\text{cm}$  e para o primeiro e terceiro quartil respectivamente  $502.5 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $901 \mu\text{S}/\text{cm}$ . O valor mínimo medido foi de  $234 \mu\text{S}/\text{cm}$  e o valor máximo de  $5090 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

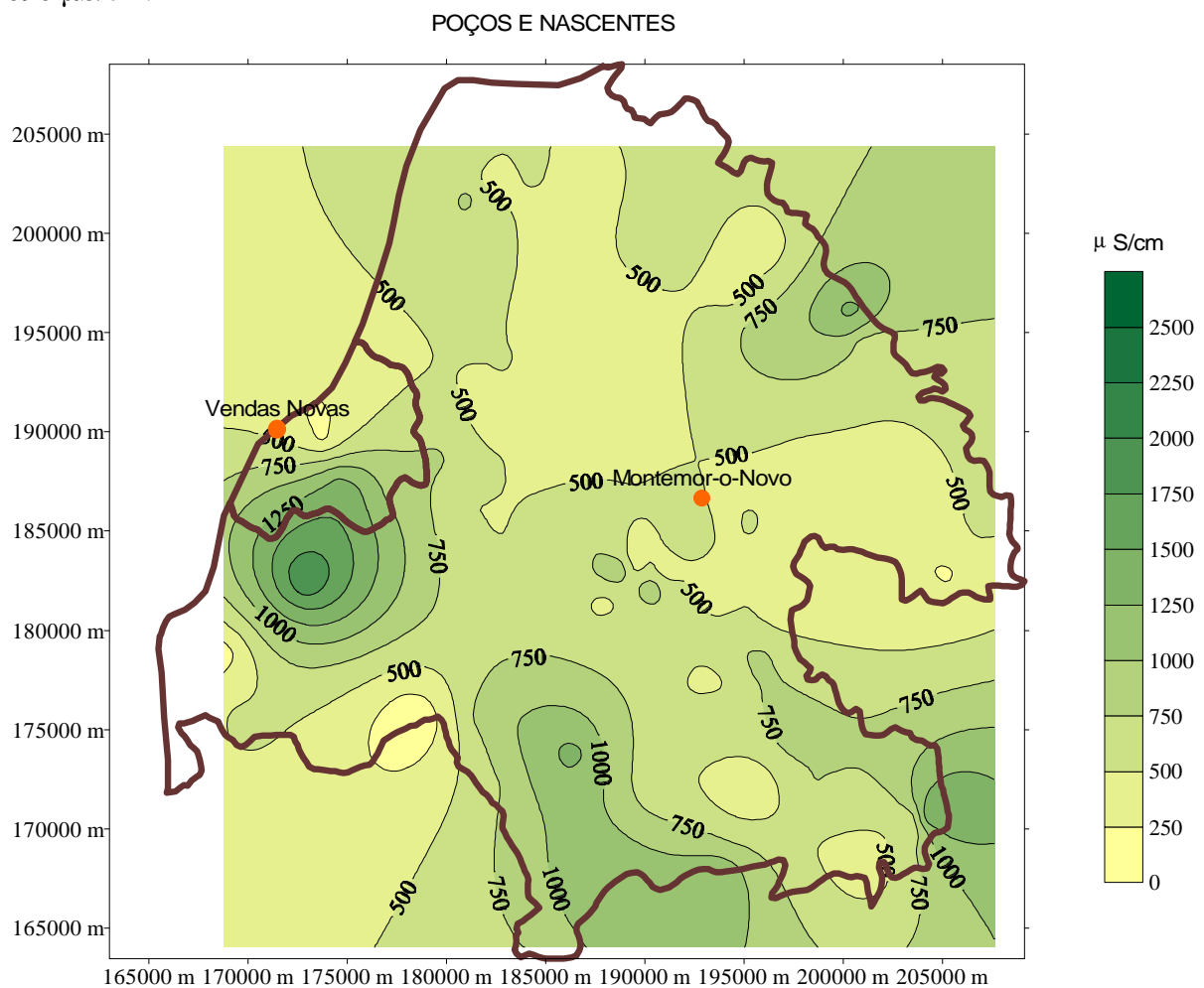


Figura 6 - Distribuição dos valores de condutividade eléctrica, obtidos em nascentes e poços. (valores em  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Quanto aos poços e nascentes o valor mínimo cifra-se nos  $122 \mu\text{S}/\text{cm}$  e o máximo em  $2010 \mu\text{S}/\text{cm}$ . A média da amostra é da ordem dos  $576.8 \mu\text{S}/\text{cm}$  e a mediana de  $491 \mu\text{S}/\text{cm}$ . O primeiro e terceiro quartis são respectivamente  $366 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $708 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

Estes valores evidenciam uma composição físico-química notoriamente diferenciada das águas subterrâneas ocorrentes nestas formações conforme a profundidade de captação. Quanto



aos sectores onde há alguma cobertura sedimentar, os valores não se alteram significativamente dos obtidos nos furos. Na restante área os valores de condutividade eléctrica são em termos médios inferiores a 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  com uma distribuição mais ou menos homogénea.

## 5 - CONCLUSÕES

A análise das figuras 4, 5 e 6 permite verificar que esta zona é algo heterogénea em termos da distribuição de valores de condutividade eléctrica.

Por comparação entre os diferentes tipos de captação pode-se concluir que as águas mais superficiais apresentam valores de condutividade pouco elevados quando comparados com as águas mais profundas. Isto é particularmente evidente a sudoeste do concelho onde se observam os valores máximos em furos e poços. Contudo, quando as medições são feitas em nascentes os valores decrescem abruptamente.

As formações de Ribeira de Limas e de Santa Iria, da ZSP, que apresentam águas com condutividades mais elevadas, fazem parte do Antiforma de Pulo do Lobo e são claramente as litologias que contêm as águas com mineralização mais acentuada, tal como havia já sido evidenciado por trabalhos anteriores de CHAMBEL (1996) na zona do concelho de Mértola.

Por outro lado, as captações mais profundas têm condutividades mais elevadas devido a um maior tempo de residência da água, que induz maior mineralização. As captações superficiais apresentam valores inferiores, possivelmente devido a um tempo de residência reduzido, embora localmente alguns valores elevados demonstrem um tempo de contacto superior, uma alteração química mais significativa da fracção mais superficial das rochas ou a presença local de retalhos da cobertura sedimentar da bacia do Tejo.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

CARVALHOSA, António, ZBYSZEWSKI, G. - *"Noticia Explicativa da Folha 35D (Montemor-o-Novo)"*. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 1994, 86 p.

CHAMBEL, A. - *"Prospecção e Exploração de Águas Subterrâneas em Rochas Fissuradas"*. Departamento de Geociências da Universidade de Évora, Évora, 1989, 173 p.

CHAMBEL, A. - *"Hidrogeologia da Região de Évora"*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica Aplicada, Lisboa, 1990, 126 p.

CHAMBEL, A. - *"Águas Subterrâneas do Concelho de Mértola"*. Relatório do Projecto "Águas Subterrâneas do Concelho de Mértola", Comissão de Coordenação da Região Alentejo, Évora, 1996, 143 p.