

## **O PARQUE NATURAL HIDROGEOLÓGICO DE MOURA: CONTRIBUTOS PARA A SUA DEFINIÇÃO**

Luís RIBEIRO; Amélia Carvalho DILL; Luís Miguel NUNES; Pedro PINA;  
Teresa BARATA; Cédric GRUEAU; Elisabete OLIVEIRA; João VIEIRA

*CVRM - Centro de Geosistemas, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa*

Augusto COSTA; Judite FERNANDES; Eduardo PARALTA; Carla MIDÕES;  
Carla LOURENÇO; Alain FRANCÉS

*Instituto Geológico e Mineiro, Departamento de Hidrogeologia, Estrada da Portela – Zambujal, Apartado 7586, 2720 Alfragide*

### **RESUMO**

O aquífero carbonatado cársico de Moura-Ficalho é uma das mais importantes reservas de água na região do Alentejo. A área caracteriza-se por condições climatéricas, geográficas, geológicas, e um potencial hídrico que a tornam ideal para o estudo de metodologias aplicadas à gestão de sistemas cársicos em regiões secas, mas com importante procura de água.

Por sua vez os aquíferos cársicos são sistemas complexos e extremamente vulneráveis à contaminação e a alterações originadas pelas acções do homem nos ecossistemas locais, sendo por este motivo crucial a análise entre outros das fontes de contaminação, das áreas preferenciais de recarga e das direcções locais e regionais de fluxo.

Estas razões justificaram a criação da figura de Parque Natural Hidrogeológico, o qual à semelhança de outros parques para outros recursos naturais, permitirá a protecção de um recurso natural sensível. Nesse contexto reveste-se de grande importância o estudo dos fenómenos e a evolução natural, sem restrições *à priori* quanto ao uso do solo.

Tudo se passa como se o Parque Natural Hidrogeológico funcionasse como um Laboratório natural, à escala real, onde as interacções entre as componentes do ciclo hidrológico, as actividades humanas e os ecossistemas são estudados como um todo. Esta abordagem requer a análise do ciclo hidrológico em corte vertical entre a baixa atmosfera e a base dos aquíferos. É portanto uma abordagem mais rica que as abordagens clássicas nas quais o ciclo hidrológico é interrompido no topo dos aquíferos. De forma a preservar a perspectiva global do ciclo é necessário conhecer os fenómenos nas zonas de transição: atmosfera - água (fundamentalmente entre a zona vadosa e a zona saturada); água superficial - água subterrânea. Nestas zonas de transição as alterações das condições físico-químicas são acompanhadas por alterações bióticas importantes. Dadas as relações entre a componente biótica e abiótica, uma não deve ser estudada sem o conhecimento da outra. Os ecossistemas nas zonas de transição são designados de ecotopos. Uma vez que os ecotopos são ecossistemas contínuos, isto é, não há variações abruptas no número e diversidade de indivíduos, então também as variações físico-químicas devem ser contínuas. O estudo dos ecotopos ajuda a

perceber as transições contínuas nas zonas de interface, sem que haja a necessidade de impor fronteiras discretas - é portanto uma abordagem mais perfeita para o carácter contínuo dos processos naturais.

As metodologias usadas para o estudo do Parque permitirão desenvolver ferramentas integradas de gestão, tecnicamente mais evoluídas uma vez que consideram o ciclo hidrológico como contínuo. Estas ferramentas poderão então ser utilizadas como auxiliares de decisão. O cruzamento de informação entre os regimes de protecção especial já implementados ou a implementar e as novas áreas de protecção dos recursos hídricos será facilitada pela presença de variáveis repetidas em ambos. Deve referir-se que a metodologia proposta utiliza a caracterização dos ecossistemas como um meio e não como um fim. A caracterização hidrológica do sistema terá um carácter multidisciplinar pelo uso integrado de diversas técnicas e métodos: geofísica, detecção remota, análise de imagem, geoestatística, morfologia matemática, análise multivariada de dados, modelação matemática.

## PALAVRAS-CHAVE

Aquífero cársico, Qualidade da água, ecossistema, SIG, Sistemas de Apoio à Decisão

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema aquífero carbonatado de Moura-Ficalho constitui uma das mais importantes reservas de água subterrânea do Alentejo (ver figura.1), possuindo condições climáticas, geográficas, geológicas, e um potencial hídrico óptimas para o desenvolvimento de estudos e metodologias aplicadas a sistemas cársicos em regimes de baixa pluviosidade, mas com pressões importantes de procura sobre os recursos hídricos subterrâneos.

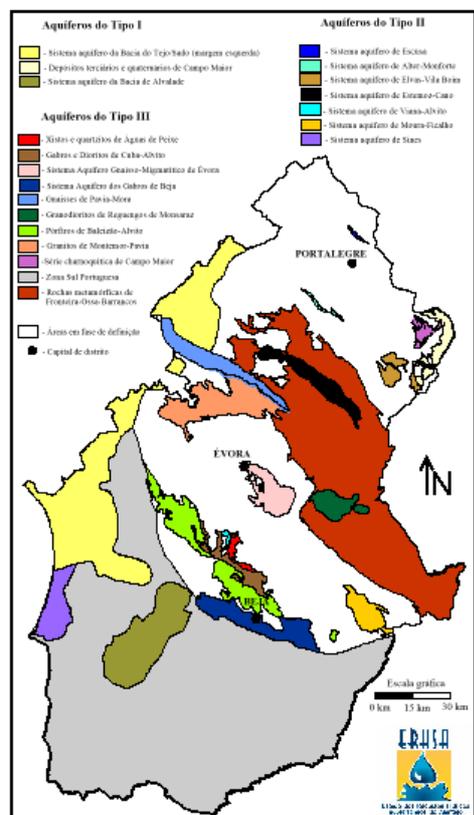


Figura 1 – Localização do Sistema Aquífero carbonatado de Moura – Ficalho no Maciço Antigo alentejano (in COSTA, CHAMBEL, MATOSO, LOPES & JAN (2001))

A água subterrânea é, normalmente, um recurso hídrico de boa qualidade e naturalmente distribuído no espaço e no tempo. Por esta razão pode constituir um importante factor de desenvolvimento regional desde que não sejam comprometidos os interesses dos utilizadores prioritários deste recurso como é o caso das entidades responsáveis pelo abastecimento público.

Pela natureza dos sistemas cársicos estes constituem aquíferos complexos e extremamente vulneráveis à poluição e a intervenções humanas nos ecossistemas pelo que importa avaliar a distribuição espacial dos focos de contaminação e os impactes causados, considerando a variabilidade espacial das condições hidrogeológicas, as áreas de recarga dos sistemas aquíferos e as linhas de fluxo preferenciais da região.

Estas razões justificam a criação de um parque hidrogeológico, que à semelhança de outros parques para outras condicionantes, servirá para estudar os fenómenos e a evolução natural do sistema, sem que se imponham restrições quanto aos usos do sistema.

O parque hidrogeológico funciona assim como um laboratório “vivo”, à escala real, em que as diversas interacções entre as componentes do sistema hídrico, os ecossistemas, e as actividades humanas são estudadas em conjunto. Esta abordagem significa observar o ciclo hidrológico em corte vertical desde a baixa atmosfera até à base dos aquíferos. É, desta forma, uma abordagem mais rica do a forma clássica em que o ciclo hidrológico era limitado pelo topo do aquífero. A vantagem da ideia de parque hidrogeológico é assim a de integrar à partida todas as variáveis que afectam a quantidade e qualidade da água numa abordagem conjunta.

Para que a perspectiva de conjunto não se perca é fundamental conhecer bem as zonas de transição entre as componentes do ciclo hidrológico: atmosfera – água (principalmente na zona vadosa e zona saturada); água superficial – água subterrânea. Estas zonas de transição para além da variação das características físico-químicas do meio são também zonas com elevada diversidade biológica. Dadas as interacções entre o biota e o meio físico, um não deve ser estudado independente do outro.

Os ecossistemas em zonas de transição são designados de ecotopos (*ecotopes*). Como os ecossistemas não têm transições abruptas entre eles, também o meio não pode ter. O estudo dos ecossistemas ajuda a compreender a transição entre as componentes do ciclo hidrológico, sem que haja necessidade de impor fronteiras entre elas – isto é uma melhor aproximação ao carácter contínuo dos processos naturais.

As metodologias utilizadas no estudo do parque permitirão criar ferramentas de apoio à gestão integrada, tecnicamente mais evoluídas uma vez que se baseiam na perspectiva de ciclo hidrológico contínuo. Estas ferramentas servirão de suporte à decisão para as entidades responsáveis pelo planeamento regional.

Os objectivos globais deste projecto são:

- a) Modelar bi e tridimensionalmente o escoamento da água subterrânea e as interacções com as águas superficiais a fim de prever a resposta do sistema hídrico em períodos de stress (contaminação, seca, pluviosidade elevada);
- b) Criar mapas de risco, cartas de vulnerabilidade e de índices de poluição, enquadrando-as com os regimes de protecção especial existentes, com recurso à modelação estocástica e à análise multivariada de dados;
- c) Desenvolver indicadores de qualidade ambiental, obtidos a partir da modelização em sistemas de informação geográfica;

d) Desenvolver e implementar um Sistema Integrado de Apoio à Decisão no âmbito do Planeamento e Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos, nomeadamente no que se refere aos aproveitamentos para abastecimento público e agricultura, fundamentado nos resultados obtidos nos pontos anteriores.

A área de intervenção do Projecto encontra-se totalmente coberta por levantamentos geológicos a diversas escalas, desde a escala 1:5000 (V. Oliveira, não publicado) até à escala 1:50000 (CARVALHOSA (1965); CARVALHOSA & CARVALHO (1970)). Na figura 2 apresenta-se um mapa geológico de síntese adaptado por COSTA (1991, 2001). Relativamente ao conhecimento hidrogeológico existe um modelo conceptual preliminar para o Sistema Aquífero Moura-Ficalho (COSTA (1991, 1998, 2001)) (ver figura 3) e um conjunto de piezómetros equipados com instrumentos automáticos de registo, rede instalada durante 1997 e 1998 (COSTA, DILL, MÜLLER & OLIVEIRA (1998)) no âmbito do projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA), que necessita ser optimizada e expandida de forma a obter uma cobertura estatisticamente representativa dos sistemas aquíferos em termos de piezometria e qualidade.

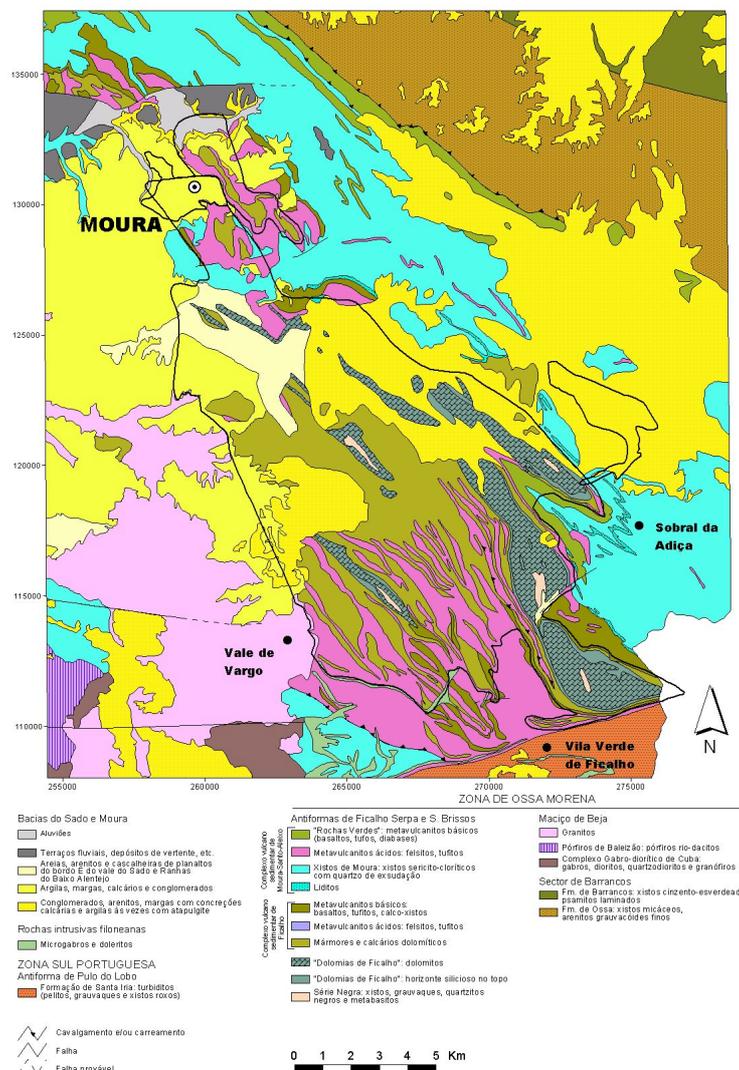


Figura 2 - Carta geológica adaptada do Sistema Aquífero de Moura-Ficalho (in COSTA (1991, 2001)).

O conjunto metodológico proposto para a caracterização dos sistemas hidrogeológicos constitui uma abordagem multi-disciplinar inovadora no domínio do planeamento e gestão ambiental, recorrendo a um conjunto de técnicas e métodos específicos, tais como: a prospecção hidrogeológica, a geofísica, ensaios por traçadores biológicos, ensaios de caudal, a detecção remota, a geoestatística, a morfologia matemática, a análise de imagem, a análise multivariada de dados, a modelação matemática, as redes neuronais artificiais.

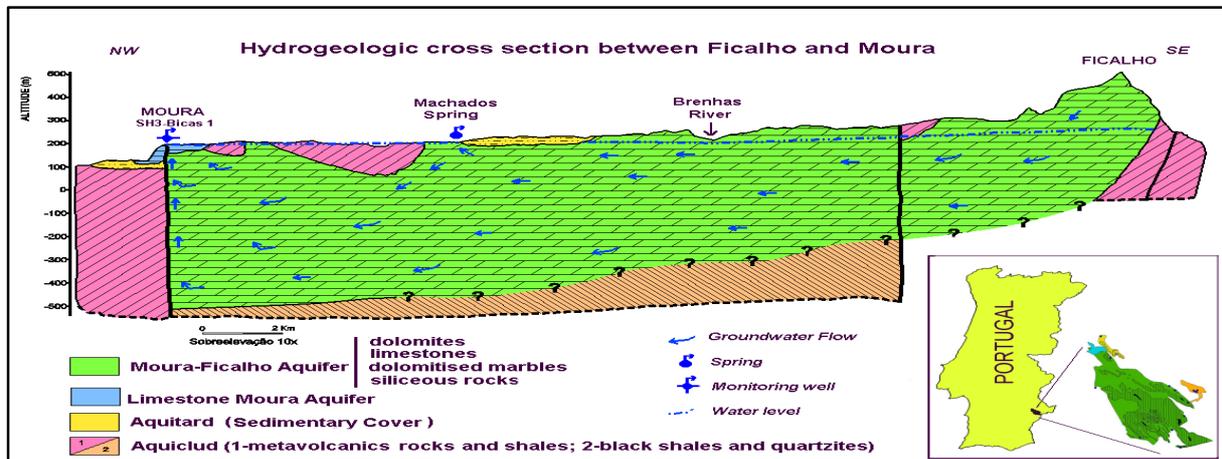


Figura 3 - Modelo conceptual do funcionamento do Sistema Aquifero de Moura-Ficalho (in COSTA (1991, 2001)).

## 2. TAREFAS E MÉTODOS

A concretização dos objectivos globais requer a avaliação da situação actual, identificação de potencialidades e definição das estratégias para a prossecução das estratégias. Algumas destas acções foram já desenvolvidas em trabalhos anteriores, pelo que nesses casos bastará complementar essa informação com aquela que se considerar necessário. São descritas em seguida as principais acções já realizadas ou a realizar no âmbito do projecto.

### 2.1 Caracterização Geológica e Hidrogeológica

Identificou-se a informação em falta (ver figura 4) para o desenvolvimento de um modelo conceptual físico (estrutura bi e tridimensional, condições de fronteira e condições iniciais) (COSTA (1988, 1991, 1992, 1998, 2001)). Esta informação é fundamental para os modelos determinísticos, ainda que os modelos estocásticos e modelos tipo caixa negra possam ajudar a complementar algumas lacunas de conhecimento (nomeadamente em termos de parâmetros médios, respostas extremas, previsão de fenómenos cíclicos, entre outros).

A rede de fracturação (diaclasses) e dos principais alinhamentos geoestruturais tem sido objecto de análise a partir de fotografia área e de imagens de satélite, complementada com prospecção geofísica. São utilizados métodos geofísicos electromagnéticos: Very Low Frequency Electromagnetic (VLF-EM) e Very Low Resistivity – Resistivity (VLF-R). O método de VLF-EM, bastante sensível às variações laterais de litologia permite localizar contactos, bem como os acidentes tectónicos de maior expressão. O método VLF-R permite complementar a informação do VLF-EM com informação pontual quantitativa e obter em simultâneo a resistividade eléctrica das formações (possibilidade de estimação de um modelo litológico) (DILL, MÜLLER, COSTA & MONTEIRO (1998)).

Utilizar-se-á imagens de satélite SPOT para detectar alinhamentos geológicos, as suas direcções preferenciais e suas distribuições e comprimentos, diferentes tipos de rochas e os seus graus de alteração, de grande importância para a caracterização hidrogeológica da área de estudo.

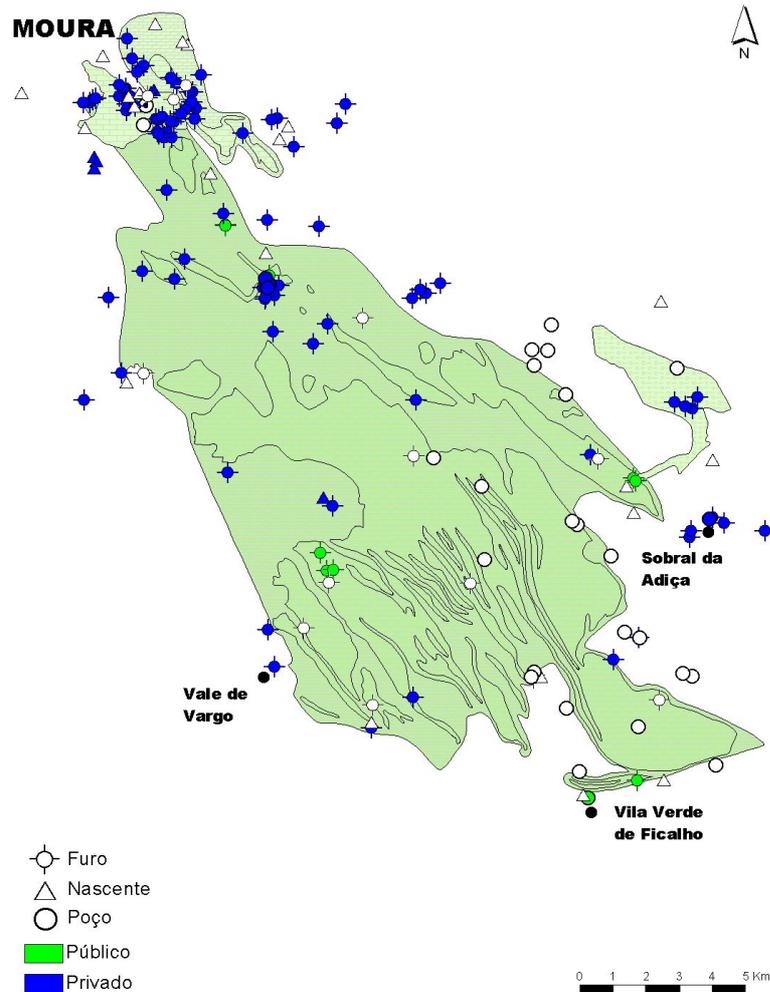


Figura 4 - Localização das captações no Sistema Aquífero (in COSTA (2001)).

Serão obtidas cartas de ocupação do uso do solo utilizando imagens SPOT e LANDSAT (ver figura 5). Neste contexto serão comparados vários índices NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) que utilizam diferentes bandas, e que permitem detectar zonas em que a vegetação está sujeita a baixos teores de humidade do solo e, ao mesmo tempo, colocar em evidência zonas de vegetação natural indicadoras de cursos de água ou zonas de elevada infiltração.

Os resultados da aplicação desta técnica terão reflexos imediatos, entre outros no cálculo da taxa de evapotranspiração na área em estudo, e quando cruzados com a informação geológica e estrutural podem permitir co-validar estruturas identificadas por estes métodos (VAIRINHO *et al.*(1997)).

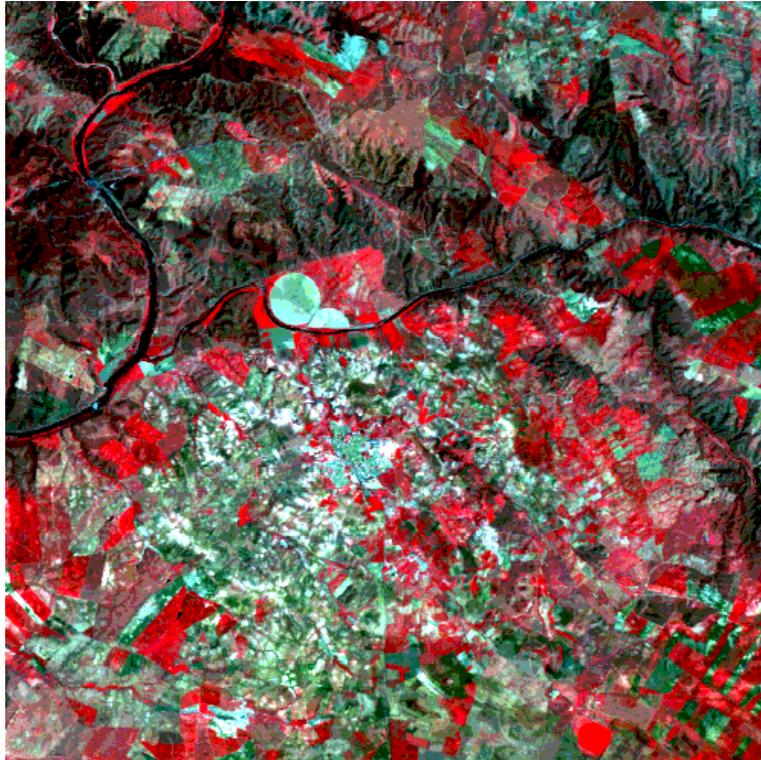


Figura 5 -Carta de ocupação do uso do solo na região de Moura utilizando imagem de satélite.

## 2.2 Modelo 3D do Aquífero

O modelo geométrico tridimensional sugerido pela geofísica (SPORRY *et al* (1997); DILL *et al* (1998); ROY *et al* (1998)) e pelo levantamento geológico poderá ser confirmado com sondagens mecânicas, nos locais com reduzido nível de informação. Para a caracterização morfológica dos sistemas aquíferos com base no modelo conceptual obtido aplicam-se diversas técnicas tais como a Geoestatística não Paramétrica (GnP), a Morfologia Matemática (MM) e a Análise de Imagem (AI) (MUGE *et al.* (1997); RIBEIRO *et al.* (1997)). Os procedimentos são os seguintes:

- i. Codificação da informação em classes de permeabilidade, segundo um critério de classificação geológico pré-estabelecido, ou com base nos valores de condutividade eléctrica, com vista à construção de uma variável indicatriz (GnP);
- ii. Estudo das intercorrelações espaciais entre unidades hidrogeológica similares e construção de um modelo estrutural para cada unidade hidrogeológica (GnP);
- iii. Estimação por krigagem de indicatriz e simulação condicional das principais unidades hidrogeológicas aquíferas. Quantificação da incerteza da localização das principais heterogeneidades do sistema hidrogeológico (GnP);
- iv. Estimação da conectividade entre unidades. Identificação dos principais níveis produtivos do sistema hidrogeológico (MM);
- v. Reconstrução e visualização a 3D dos corpos hidrogeológicos com base em algoritmos de análise e processamento digital de imagem e em ligação com hardware específico (MM e AI).

Este modelo de interpretação hidrogeológica servirá como ferramenta de apoio ao planeamento e gestão das águas subterrâneas, nomeadamente na calibração de modelos de fluxo e no cálculo de reservas.

### 2.3 Caracterização Quantitativa e Qualitativa dos Recursos Hídricos Subterrâneos

A caracterização quantitativa dos recursos hídricos subterrâneos será feita com base no balanço de entradas e saídas de cada sistema e na geometria identificada ou provável de cada unidade.

A caracterização da fácies hidroquímica será feita com base em análises físico-químicas periódicas dos principais elementos.

Pretende-se nesta fase:

- i. Caracterizar espaço-temporalmente a qualidade da água subterrânea com base no desenvolvimento de índices sintéticos específicos;
- ii. Construir uma tipologia de águas que ocorrem nos diferentes sistemas hidrogeológicos da área em estudo;
- iii. Desenvolver indicadores de eventual contaminação que permitam desenvolver mecanismos de vigilância e sistemas de alerta.

Para esse efeito serão utilizadas uma metodologia estatística não paramétrica para detectar e analisar as tendências de evolução dos principais descritores de qualidade e Técnicas Factoriais da Análise de Dados como a Análise em Componentes Principais e a Análise de Correspondências (PEREIRA *et al.* (1998); RIBEIRO & MACEDO (1995).

Determinar-se-ão igualmente as trajectórias preferenciais do fluxo subterrâneo e as suas velocidades nos meios hidrogeológicos utilizando modelos matemáticos de escoamento e transporte (ver figuras 6 e 7).

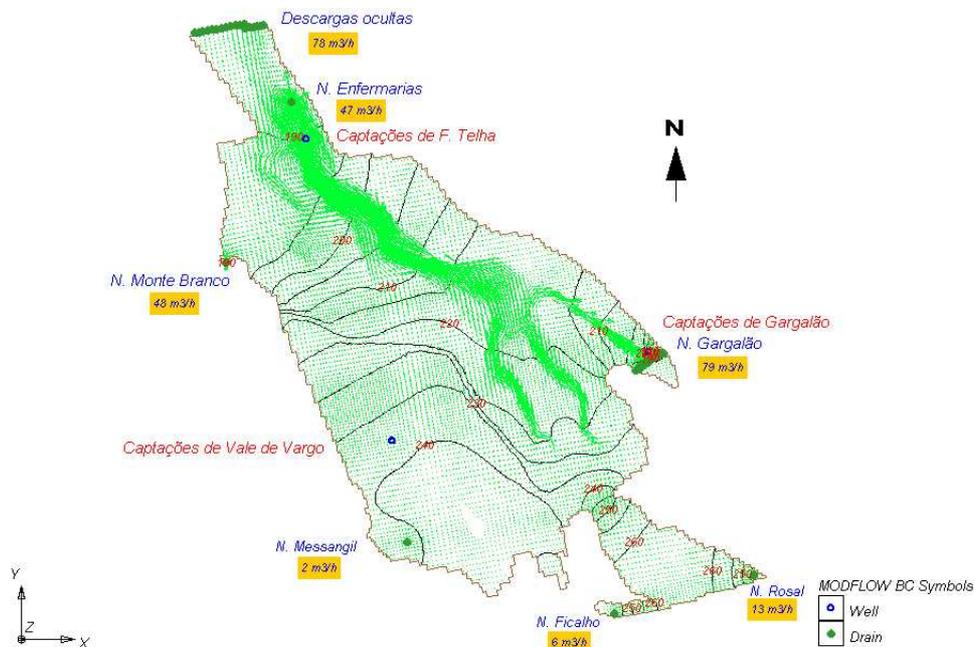


Figura 6 – Curvas piezométricas e vectores de fluxo no aquífero principal do Sistema Aquífero de Moura-Ficalho (*in* COSTA (2001)).

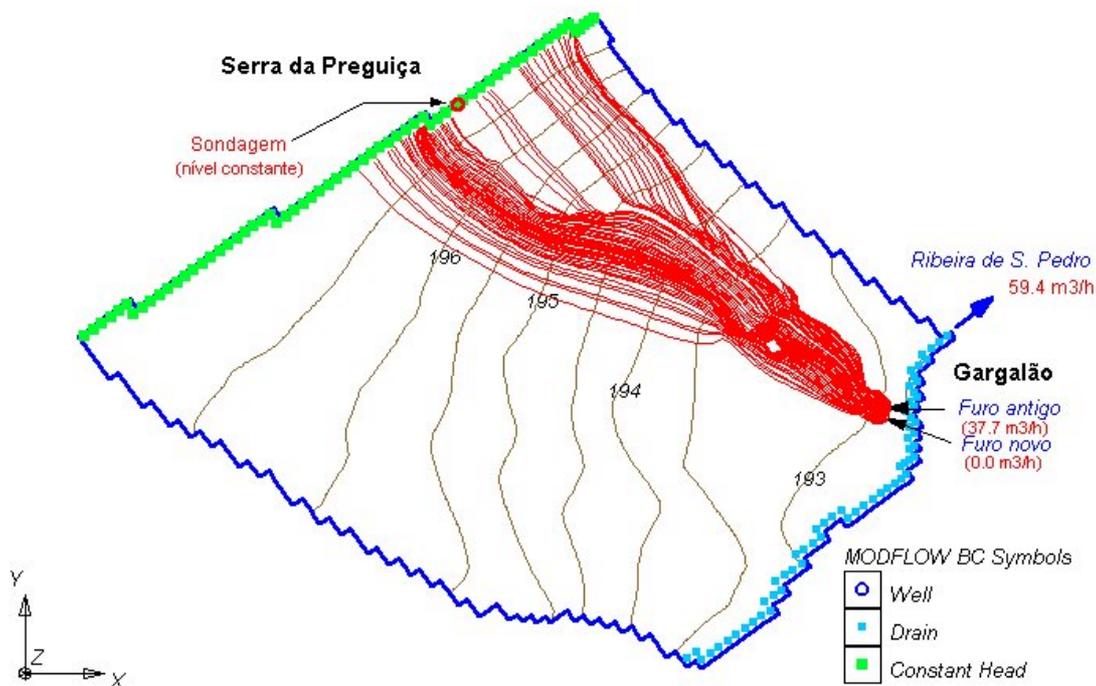
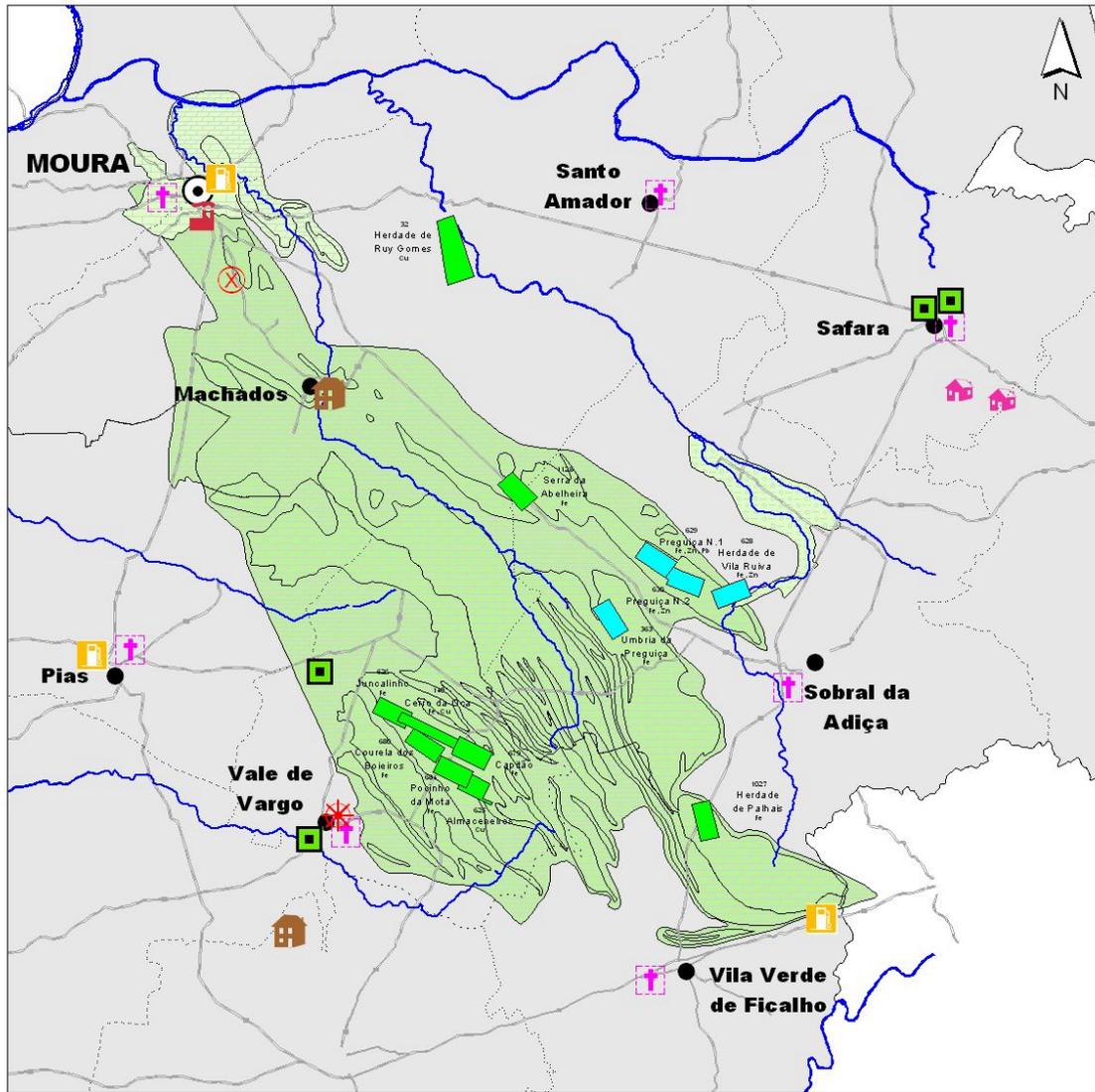


Figura 7 - Trajectórias preferenciais dos poluentes no sector Preguiça-Gargalão do Aquífero Moura-Ficalho obtidas por modelação matemática (Modflow e Modpath) (in COSTA (2001)).

## 2.4 Identificação e Avaliação de Fontes de Poluição

Os principais agentes de degradação ambiental relacionam-se directa ou indirectamente com diversos tipos de actividade humana (ver figura.8). Neste contexto importa avaliar os impactes sobre os sistemas naturais e propor medidas mitigadoras e de monitorização que garantam um efectivo controle de qualidade dos parâmetros considerados críticos para a saúde pública e ecossistemas naturais.

A complexidade e interactividade dos problemas de poluição das águas subterrâneas exigem uma rigorosa inventariação e caracterização das fontes de contaminação antrópica e natural com identificação do volume e grau de perigosidade dos efluentes e resíduos de natureza doméstica, pecuária, industrial (lagares de azeite, fábricas de conserva, etc), agrícola (ver figura 9)., mineira (Mina de Vila Ruiva, Mina da Carrasca, etc) e com origem em lixeiras, aterros e ETAR's.



POTENCIAIS FOCOS DE POLUIÇÃO

- Bovinicultura
- Suinicultura
- Lagar
- Concentração de efluentes domésticos
- Lixeira
- Fabrica
- Posto de abastecimento de combustível
- Cemitério

Concessões mineiras

- Área em recuperação e a recuperar
- Concessão mineira desactivada

- Hidrografia principal
- Estradas
- Limite do concelho
- Limite de freguesia
- Sede de concelho
- Povoações

- Ribeira da Toutalga
- Calcários de Moura
- Moura - Brenha
- Aquífero confinado
- Aquífero livre
- Moura - Ficalho
- Aquífero confinado
- Aquífero livre



Figura 8 - Identificação dos principais focos de poluição.

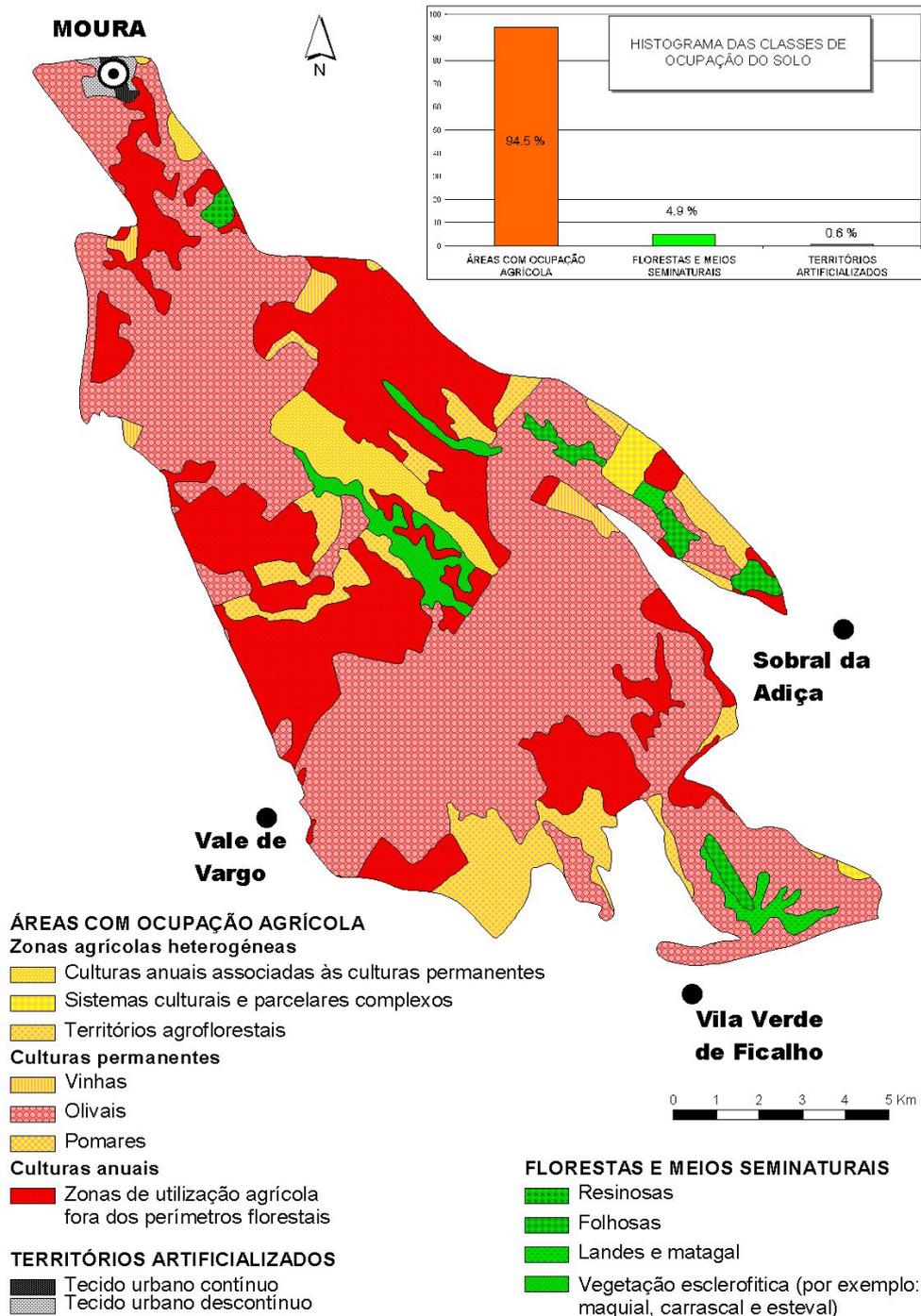


Figura 9 - Ocupação do solo.

## 2.5 Património geo-mineiro

Pretende-se fazer um levantamento das ocorrências geológicas e geomorfológicas que pela sua raridade e especificidade possam constituir motivos de interesse científico e atracção pública.

Serão inventariadas diversas formas cársicas (dolinas e algares) que pela sua espeleogénese e aspectos particulares de concrecionamento calcítico podem constituir locais de visita e interesse turístico.

Far-se-á a integração da informação relativa às ocorrências geológicas, geomorfológicas, espeleológicas e mineiras em roteiros de descoberta da natureza, simultaneamente didácticos e científicos, numa perspectiva de turismo rural e de ambiente.

Serão avaliadas as potencialidades museológicas das minas abandonadas na perspectiva de valorização cultural e económica dos locais em que cessou a actividade extractiva.

Prosseguir-se-á o estudo hidrogeológico, (COSTA (1998)) das ocorrências termais de Stª Comba e Três Bicas, também conhecidas por Termas de Moura, que possuem infra-estruturas e um enquadramento paisagístico herdado dos finais do século XIX e início do século XX, com potencialidades ao nível do turismo regional / local que pode contribuir decisivamente para o desenvolvimento de vários sectores de actividade económica. Actualmente a actividade termal em Moura encontra-se suspensa devido a situações de contaminação orgânica detectada em análises bacteriológicas efectuadas em águas das nascentes de Stª Comba e Três Bicas. A realização de uma sondagem hidrogeológica recente na zona do Castelo de Moura (COSTA (1999)) em que se captou o aquífero principal Moura-Ficalho confirmou a aptidão termal do recurso. Na sequência deste estudo, a reactivação das Termas de Moura dependerá da construção de uma nova captação dimensionada para o efeito acompanhada do estudo hidrogeoquímico comparativo das nascentes históricas, do piezómetro e da nova captação.

Os recursos hidrominerais e termais pela sua importância económica e vulnerabilidade química e bacteriológica devem ser objecto de cuidados especiais na concepção e manutenção dos sistemas de captação que lhe estão associados.

### **3. FERRAMENTAS DE APOIO À GESTÃO DO PARQUE HIDROLÓGICO**

A constituição de um sistema de gestão integrada do Parque Hidrogeológico pressupõe o desenvolvimento de diversas actividades que concorram, no seu conjunto, para a concepção e implementação de um modelo global, holístico, do sistema ambiental em estudo. Embora se reconheça que um modelo constitui sempre uma simplificação de um sistema que é por natureza complexo, ao permitir a integração num único sistema simultaneamente das várias componentes ambientais (geologia, hidrologia, etc) e de ferramentas de planeamento e gestão que permitirá aos seus gestores / utilizadores uma melhor compreensão da complexidade dos fenómenos em causa e das suas inter-relações, e paralelamente constituirá um instrumento útil de gestão e planeamento integrado. O modelo proposto (figura 10) será composto por várias componentes ou módulos, que permitem abordar as várias fases do planeamento e gestão de um determinado território (GRUEAU & RODRIGUES (1997); MUGE *et al.* (1997)).

**Módulo I** Sistema de Caracterização / Descrição

**Módulo II** Sistema de Monitorização da Qualidade Ambiental,

**Módulo III** Sistema de Implementação de Modelos de Avaliação de Riscos Ambientais

**Módulo IV** Sistema de Apoio à Decisão

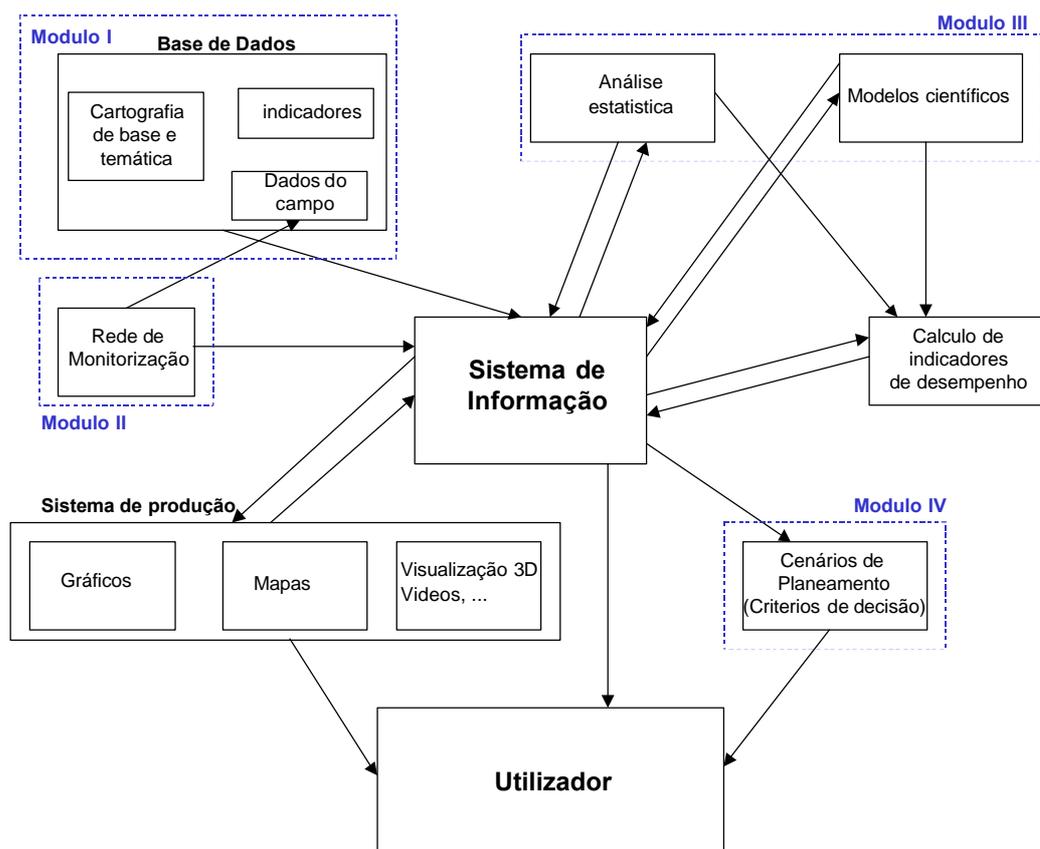


Figura 10 - Esquema metodológico do sistema de informação.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) terá como informação de base os vários níveis (*layers*) de informação que caracterizam as respectivas condições geológicas e hidrogeológicas dos sistemas aquíferos. A implementação do SIG deverá considerar as seguintes fases: 1. Concepção da estrutura do SIG, 2. Carregamento de informação nas bases de dados, 3. Processamento da informação, análise espacial, cruzamento de *layers*, modelos, 4. Produção de mapas e relatórios.

A definição dum conjunto de indicadores de alteração do consumo permite avaliar se uma determinada transformação espacial da zona provoca um aumento ou uma diminuição do consumo do recurso hídrico subterrâneo. Este indicadores são ligados a informação como a do uso do solo e igualmente a rede de monitorização implementada. Assim uma alteração dum dos indicadores é transmitida ao modulo de cálculo das reservas hidrogeológicas.

Esta aplicação permite a avaliação quantitativa do recurso assim como a avaliação do consumo da zona. A aplicação utiliza modelos implementados no SIG para a avaliação destas quantidades. Este sistema permite calcular as reservas hídricas subterrâneas de forma actualizada para servir de input aos cenários de planeamento.

O sistema desenvolvido definirá um sistema de ligações inteligentes entre componentes de qualidade ambiental (qualidade do recurso hidrogeológico) e efeitos (sobre a qualidade ambiental) resultantes da actividade humana e das transformações do meio, para propor vários cenários de planeamento.

O Sistema de Informação Geográfica é utilizado como núcleo central do sistema de apoio à decisão. Ele permite a interface entre os diferentes elementos do sistema. Para a caracterização e descrição duma área ou de um fenómeno a analisar/monitorizar/gerir durante o processo de planeamento; para a avaliação do “impacto” de uma transformação do espaço após a implementação do plano ou para o desenvolvimento de ferramentas de simulação para previsão deste “impacto”; para incorporar regras de decisão como normas de planeamento ou de apoio à decisão.

Neste contexto proceder-se-á à

- i. Definição de um conjunto de indicadores e elementos de avaliação da qualidade do meio hidrogeológico
- ii. Implementação de um modelo de avaliação do risco ambiental
- iii. Desenvolvimento dum sistema de visualização do risco ambiental

A informação de base contida no SIG (Módulos I) e a informação resultante dos vários modelos propostos, traduzidos nos Módulos I, II e III serão integrados no Módulo IV de modo a sustentar a geração de cenários de planeamento. As componentes ambientais e culturais, os *outputs* do sistema de avaliação do consumo de água, suportarão assim a geração de cenários que permita prever os impactes resultantes das várias actividades no território e igualmente decorrendo da incidência das várias iniciativas previstas na presente proposta, nomeadamente os projectos de reconversão de minas, de reconversão do património, cenários de alteração dos vários usos do solo, e.g. aumento ou diminuição das áreas de regadio, reconversão urbanística, protecção de zonas de recarga dos aquíferos, etc.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho integra-se no projecto nº PNAT/C/CTE/15040/1999 apoiado financeiramente pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia e o Instituto da Conservação da Natureza.

## BIBLIOGRAFIA

- CARVALHOSA, A - “Contribuição para o conhecimento geológico da região entre Portel e Ficalho (Alentejo)”. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, N.S., nº 11, 1965, 130pp.
- CARVALHOSA, A. & CARVALHO, A.M.G. - Notícia explicativa da folha 43-B - Moura. *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 1970, 30 pp.
- COSTA, A.M. - “Ensaio de um aquífero profundo próximo de Moura, utilizando uma sondagem com artesianismo repuxante”. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, t. 74, Lisboa, 1988, pp. 29-34.
- COSTA, A.M. - “Sistemas aquíferos da região de Moura”, in *Comun. Serv. Geol. de Portugal*, t 77, Lisboa, 1991, pp. 133-146.
- COSTA, A.M. - “Características hidrogeológicas dos «Calcários de Moura»”. *Comun. Serv. Geol. de Portugal*, t 78, fasc.1, Lisboa, 1992, pp. 3-11.
- COSTA, A.M. - “-Termas de Moura. Possibilidades de desenvolvimento”. Alentejo análise regional, nº 18, Boletim da CCRA, pp. 42-45, 1998.
- COSTA, A.M. – “Sistema Aquífero Moura-Ficalho”. Comunicações do 4º Congresso da Água, pp. 171-172, Lisboa, 1998.
- COSTA, A.M.; DILL, A., MÜLLER, I. & OLIVEIRA, V. – “Monitorização dos Aquíferos da Região de Moura-Ficalho sondagens, construção e equipamento de piezómetros”. Comunicações do 4º Congresso da Água, pp. 181-182, Lisboa, 1998.

- COSTA, A.M – “Investigação Hidrogeológica das Termas de Santa Comba e Três Bicas”. Comunicações do IV Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa (SILUSBA), pp. 87, Coimbra, 1999.
- COSTA, A.M. - “Sistema Aquífero Moura-Ficalho”. Anexo II - Fichas dos Sistemas Aquíferos do Alentejo do Relatório Técnico do Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo. CCRA, Évora, 2001 (em publicação).
- COSTA, A.M.; CHAMBEL, A.; MATOSO, A.; LOPES, R. & JAN, L: - “Groundwater management in the Alentejo region (South Portugal) - Some conclusions and recommendations of ERHSA project.”. 3<sup>rd</sup> International Conference on Future Groundwater Resources at Risk FGR’01, Proceedings em prep, Lisboa, 2001.
- COSTA, F.E., - Notícia explicativa das folhas 8 da Carta Hidrogeológica de Portugal na escala 1/200.000. IGM, Lisboa, 1994.
- DILL, A.; MÜLLER, I.; COSTA, A.M. & MONTEIRO, J. – “Exemplos de aplicação de métodos geofísicos electromagnéticos (VLF-EM e RMT-R) no estudo de aquíferos cársicos do Alentejo e Algarve. Comunicações do 4º Congresso da Água, pp. 241, Lisboa, 1998.
- GRUEAU C., RODRIGUES A., Simulation tools for transparent decision making in environmental planning, proceedings of Geocomputation’97, University of Otago, New Zealand, 1997.
- MUGE F., RIBEIRO L., PINA P. & OLIVEIRA V.-‘Morphological Characterization of the Spatial Variability of Hydrostratigraphic Units’ - 5th International Geostatistics Congress, proc. vol.2, p.1134-1148, Kluwer Academic Publishers, Wollongong, Australia, 1997.
- MUGE, F.; BOTEQUILHA LEITÃO, A.; NEVES, N.; GRUEAU, C.; RIBEIRO, L.; FIGUEIRA, R ; NUNES, C. AND CORTÊZ, L.. Modelling Integrated Environmental Indicators in a Geographical Information System. In: J. Reis Machado & J. Ahern, (Eds): Proceedings of International Conference on Environmental Challenges in a Expanding Urban World and the Role of Emerging Information Technologies: 349-359. Costa da Caparica, Lisboa. CNIG, 1997.
- PEREIRA M.R., ALMEIDA, C. & RIBEIRO L. - Aplicação da Análise Factorial de Correspondências à Caracterização Hidrogeoquímica de Águas Subterrâneas em Rochas Ígneas e Metamórficas, VIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 13p. Paraíba, Brasil, Abril, 1998.
- RIBEIRO L. & MACEDO, M.E.- ‘Application of Multivariate Statistics, Trend- and Cluster Analysis Groundwater Quality in Tejo and Sado Aquifer’ - International Conference on Groundwater Quality: Remediation and Protection - GQ95, Praga, República Checa, IAHS publication nº 225, p. 39-47, 1995.
- RIBEIRO L., PINA P. & MUGE F. - ‘Contribution of Indicator Geostatistics and Mathematical Morphology to the Characterization of Aquifer Heterogeneities in the Vicinities of Waste Disposal Sites’ - Proc. of the International Symposium Engineering Geology and the Environment, vol. 2, p.2127-2132, Atenas, Grécia, Balkema ed., Junho 1997.
- ROY, J.; COSTA, A.M.; LUBCZYNSKI, M. & OWUOR, C. – “Tests of the SGW.NMR Technique within tow Aquifer Characterization Projects in the Iberian Peninsula”. Proceedings of the 4th Meeting Environmental and Engineering Geophysics, pp. 177-180, Barcelona, 1998.
- VAIRINHO M., PINA P., MUGE F., SOUSA A.J., 1997, Métodos de comparação de resultados da classificação supervisionada aplicada a dados multidimensionais (geoquímica regional, detecção remota) da região de Moura-Ficalho, Alentejo, *Actas X Semana de Geoquímica / IV Congresso dos Países de Língua Portuguesa*, 237-240, Braga.