



# APLICAÇÃO DE EFLUENTES DE SUINICULTURAS COMO FERTILIZANTES NA AGRICULTURA: IMPACTO NA QUALIDADE DOS MEIOS HÍDRICOS

Um caso de estudo em Santiago do Cacém, Alentejo

Sónia AMARO<sup>1</sup>; Luís RIBEIRO<sup>2</sup>; Eduardo PARALTA<sup>3</sup>; Francisco CARDOSO PINTO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Georrecursos, CVRM - IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417396, [smea@alfa.ist.utl.pt](mailto:smea@alfa.ist.utl.pt); <sup>2</sup>Professor Auxiliar com Agregação, CVRM - IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417247, [nlrib@alfa.ist.utl.pt](mailto:nlrib@alfa.ist.utl.pt); <sup>3</sup>Mestre em Georrecursos, CVRM - IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417396, [eduardo.paralta@ineti.pt](mailto:eduardo.paralta@ineti.pt); <sup>4</sup>Professor Auxiliar, Dep. Química Agrícola e Ambiental, ISA, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, [cpinto@isa.utl.pt](mailto:cpinto@isa.utl.pt)

## RESUMO

A descarga nos cursos de água, de efluentes (brutos ou pré-tratados) de suiniculturas, tem provocado a deterioração da qualidade dos meios hídricos já que estes são potenciais focos de poluição, em especial no que se refere ao azoto, ao fósforo e a determinados metais pesados como é o caso do cobre e do zinco.

A valorização agrícola dos efluentes pode ser de grande utilidade, em certas regiões de Portugal, como é o caso do Alentejo, devido à reduzida fertilidade da maioria dos seus solos, que resulta em parte do seu empobrecimento em matéria orgânica.

No quadro de um projecto de Demonstração e Desenvolvimento Experimental no Concelho de Santiago do Cacém, apoiado pelo programa AGRO, desenvolveu-se um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), com o qual foi possível classificar as formações aquíferas da região quanto ao seu grau de susceptibilidade à poluição, possibilitando desta forma seleccionar com mais rigor as potenciais áreas de aplicação dos efluentes.

Foram escolhidas duas áreas para espalhamento de efluentes ("área experimental do Montado" – Vale de Ermida, e "área experimental dos Suínos" – Vale Madeiros) e analisada a evolução dos parâmetros físico-químicos observados.

**Palavras-chave:** Água subterrânea, Efluente de suinicultura, Sistema de apoio à decisão, Susceptibilidade à poluição

## 1. INTRODUÇÃO

O objectivo geral deste projecto é promover a integração da componente EFLUENTE de suinicultura nas metodologias de gestão agro-florestal, definindo condições seguras e ambientalmente sustentáveis para a sua aplicação em solos agrícolas e florestais, de modo a preservar os recursos naturais, nomeadamente os recursos hídricos subterrâneos.

O uso de efluentes de pecuária na agricultura apresenta alguns benefícios, pois fornece nutrientes às plantas, reduzindo-se assim as quantidades de adubos a adquirir fora da exploração, melhora o teor em matéria orgânica no solo e conseqüentemente a sua estrutura e permite dar uso adequado a um produto que pode ser altamente poluente.

A constituição dos efluentes das explorações suínícolas depende da proporção de fezes e urina, sendo esta influenciada pelos seguintes factores:

- Estado reprodutivo do animal;
- Sexo;
- Idade;
- Composição da ração;
- Qualidade e volume de água digeridos;
- Material das camas (palhas de arroz, milho ou serradura)<sup>1</sup>.

O conteúdo nutricional dos efluentes apresenta, em geral três macronutrientes principais; azoto (N), fósforo (P) e potássio (K). Os micronutrientes mais comuns são o cobre e zinco. Estes são adicionados habitualmente às rações dos porcos de engorda sob a forma de sais com o objectivo de aumentar a eficiência alimentar e controlar a desintéria nos animais. A maior parte destes metais pesados presentes nas dietas, é excretada, registando-se nos dejectos dos suínos concentrações que vão de 45 a 60 mg/l de zinco e cobre, respectivamente (Bicudo et al., 1996).

Para uma correcta aplicação dos efluentes no solo, e para que a valorização agrícola dos resíduos agro-pecuários seja feita de forma eficaz é necessário ter em atenção os seguintes factores:

- tipo de cultura, produção esperada e necessidades em nutrientes;
- quantidade e composição dos efluentes produzidos na exploração, nomeadamente azoto e metais pesados;
- áreas disponíveis e épocas ideais para a aplicação dos efluentes de suinicultura.

Existe legislação comunitária e nacional sobre a aplicação agrícola de efluentes e lamas, especialmente no que se refere aos parâmetros de aplicação. Destaca-se a Directiva 86/278/CEE do Conselho, de 12 de Junho e o Decreto-lei nº 446/91 de 22 de Novembro, que é a transposição para o Direito nacional desta directiva. Este Decreto-Lei regula a utilização na agricultura das lamas de depuração, de forma a evitar a ocorrência de episódios nocivos sobre os solos, a vegetação, os animais e o homem, incentivando ao mesmo tempo a sua correcta utilização.

Neste trabalho pretende-se avaliar a vulnerabilidade das águas subterrâneas ao uso de efluentes de suinicultura para fins agrícolas, no Concelho de Santiago do Cacém. Para tal, procedeu-se a uma caracterização das suiniculturas do Concelho, recorrendo para tal a inquéritos efectuados às explorações e a análise dos efluentes produzidos.

---

<sup>1</sup> Estima-se que as quantidades médias das camas utilizado por animal estabulado, em pocilgas com camas, usando palha são de 102 Kg/ano (Soveral Dias, 1997).

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO CONCELHO DE SANTIAGO DO CACÉM

O Concelho de Santiago do Cacém abrange duas bacias hidrográficas, a bacia do Sado e a bacia do Mira, e compreende dois sistemas aquíferos, o sistema aquífero de Alvalade e o sistema aquífero de Sines.

Pela análise da ocupação e evolução do uso de solos, através da análise da Carta Cos 90 verifica-se que o concelho é ocupado maioritariamente por floresta, do tipo folhosa. As zonas Este e Sul do concelho são ocupadas sobretudo por área agrícola, mais precisamente, terras aráveis com culturas anuais. Na zona Noroeste do concelho verifica-se a ocupação por floresta, mas neste caso, de resinosas.

Foi determinada a vulnerabilidade aquífera no concelho de Santiago do Cacém utilizando o índice DRASTIC (Aller et al., 1987) (Figura 1).

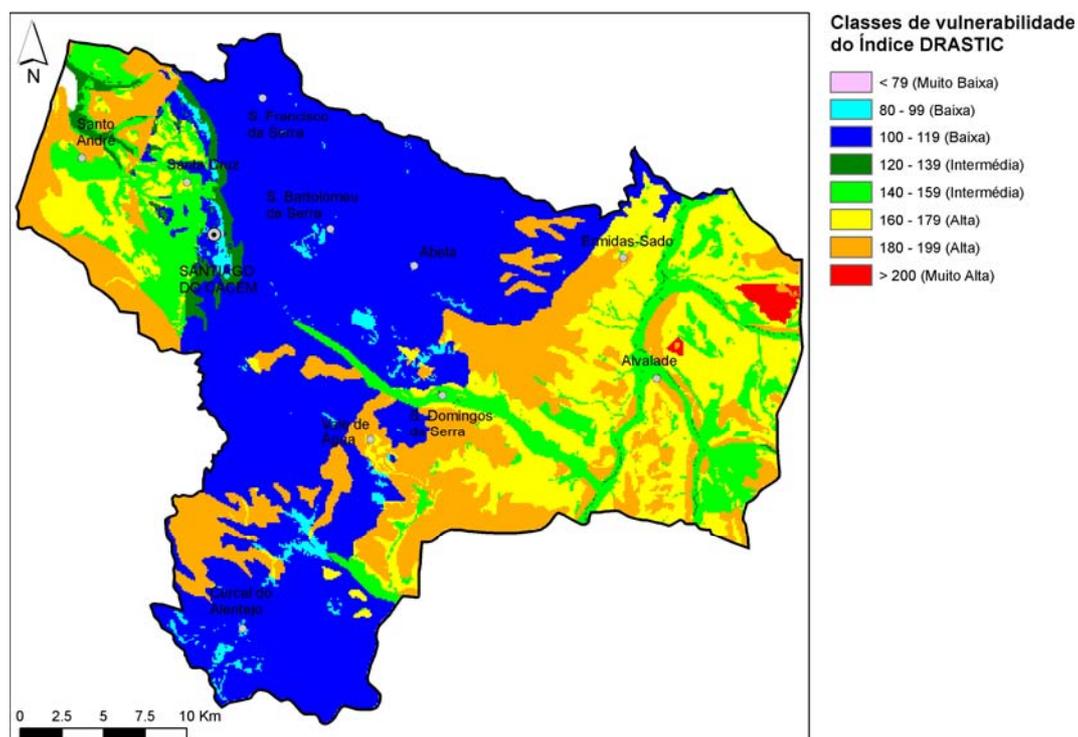


Figura 1 Mapa de vulnerabilidade aquífera para o concelho do Santiago do Cacém obtida pelo índice DRASTIC

Cerca de 45% da área do concelho é classificada com vulnerabilidade média-baixa (100-119), localizando-se estas zonas na sua maioria na faixa central do concelho, constituída maioritariamente por xistos. As áreas do concelho a que correspondem as classes de vulnerabilidade mais elevadas correspondem às zonas que abrangem os sistemas aquíferos da região (rochas menos consolidadas e consequentemente mais permeáveis).

Numa segunda fase de pré-selecção dos locais de aplicação das lamas, construiu-se um índice de susceptibilidade à poluição (ISE) devido à aplicação do efluente, com base no mapa de vulnerabilidade aquífera e na carta de declives do Concelho, resultando numa carta de susceptibilidade à poluição dos recursos hídricos.

Os valores do ISE variam entre 1 e 5, correspondendo os maiores valores a zonas mais susceptíveis à poluição pela aplicação de efluentes no solo.

Em trabalhos anteriores (Araújo e Ferreira, 2003; Araújo et al, 2004) desenvolveu-se um Sistema de Apoio à Decisão que permitiu com base numa classificação das áreas mais susceptíveis à poluição, identificar as potenciais áreas de aplicação dos efluentes tendo em conta diversas restrições, quer ambientais quer sócio-económicas. Assim, o Sistema de Apoio à Decisão baseou-se em normas legais de proibição e deposição de efluentes, nos resultados do índice DRASTIC e na carta de declives (para identificar as áreas onde é expectável um maior escoamento superficial do efluente).

Na Figura 2 apresenta-se a carta final que delimita as zonas de aplicação proibida e zonas com diferentes aptidões para a aplicação de efluentes, consoante o grau de vulnerabilidade das mesmas.

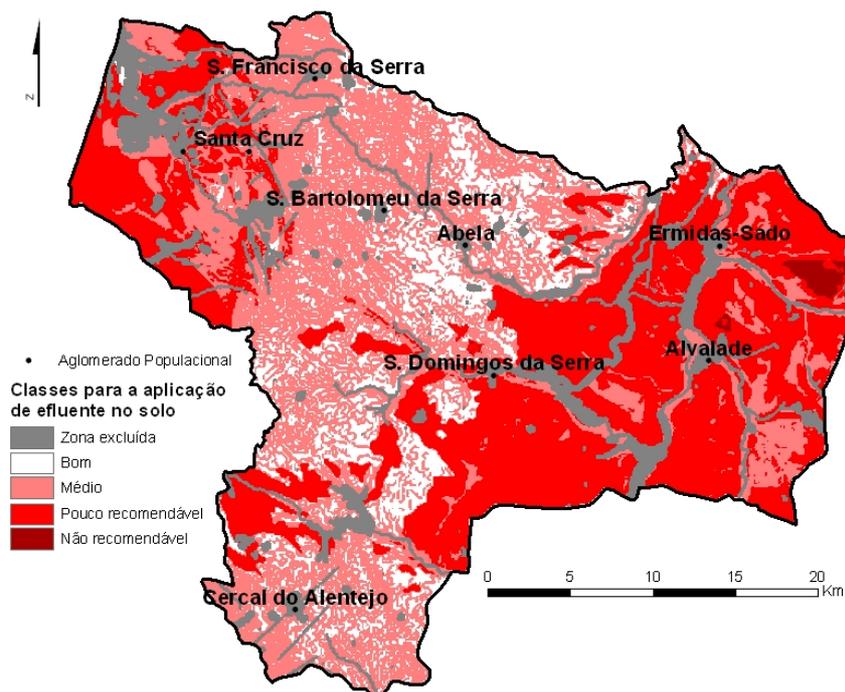


Figura 2 Carta de aptidão à aplicação de efluentes de suinicultura no solo, no concelho de Santiago do Cacém

Quadro 1 Distribuição das áreas de diferente aptidão quanto à aplicação dos efluentes de suinicultura

Aptidão à aplicação do efluente	Área (ha)	Área (%)
Zona excluída (0)	14342	13
Boa (1)	13535	13
Média (2)	39839	37
Pouco recomendável (3)	39168	36
Não recomendável (4)	640	1
Não aplicável (5)	0	0

Verifica-se que a zona mais favorável à aplicação dos efluentes é a faixa central do Concelho, que é composta principalmente por xistos (áreas classificadas com aptidão “Boa” e “Média”). As zonas correspondentes aos sistemas aquíferos são classificadas maioritariamente, como “pouco recomendável” a esta prática (Quadro 1).

### 3. RESULTADOS

Tendo em conta o resultado a obter com este estudo e com base na agricultura local, foram escolhidas duas áreas de estudo a “área experimental do Montado” (Vale de Ermida) em que os terrenos são de natureza xistosa e a “área experimental dos Suínos” (Vale Madeiros) onde os terrenos são predominantemente arenosos com substrato de xisto. Na primeira o solo é ocupado essencialmente por sobreiros, enquanto a segunda corresponde a uma zona de cultivo.

Depois de seleccionados os locais de aplicação dos efluentes, foi implementada uma rede de monitorização específica com recolha de dados hidrogeológicos e hidroquímicos (níveis de água e descritores de qualidade da água) (Figura 3).

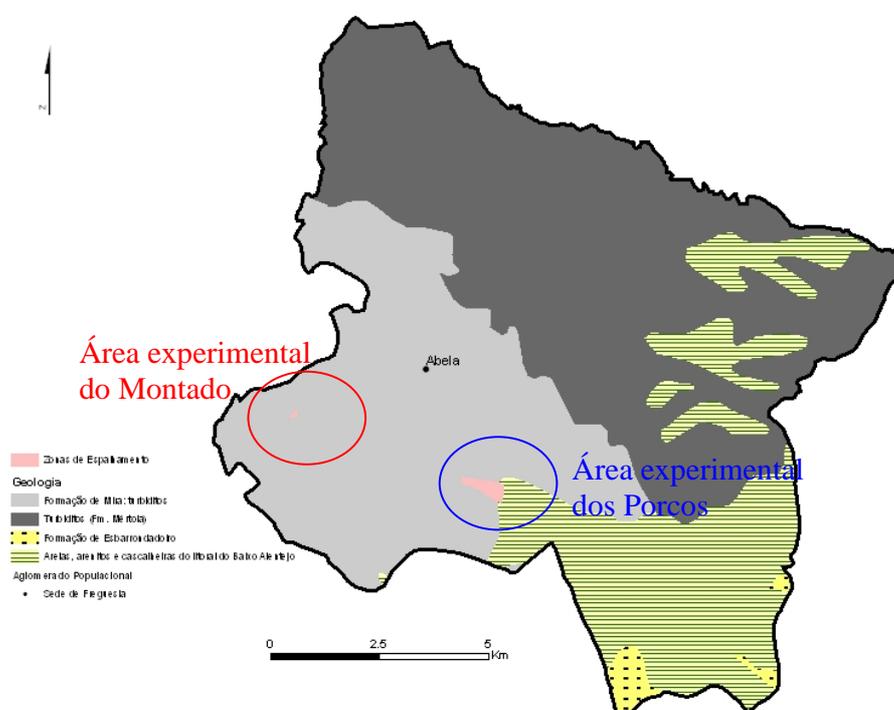


Figura 3 Localização das áreas experimentais

A rede de monitorização da “área experimental do Montado” é constituída por 4 pontos de água (2 piezómetros – MS1 e MS2, 1 charca – MC1 e 1 poço – MP1). Os piezómetros têm 12 metros de profundidade (Figura 4).

A rede de monitorização da “área experimental dos Suínos” é constituída por 5 pontos de água (3 piezómetros – PS3, PS4 e PS5 e 2 poços – PP2 e PP3). O piezómetro S5 construído em Março de 2004 foi posteriormente desactivado por se ter revelado improdutivo. Em sua substituição foi construído em

Novembro de 2004 no mesmo local um furo com 40 metros de profundidade (PS5-A) com caudal de ensaio entre 15 a 20 m<sup>3</sup>/hora que foi aproveitado para piezômetro (Figura 5).

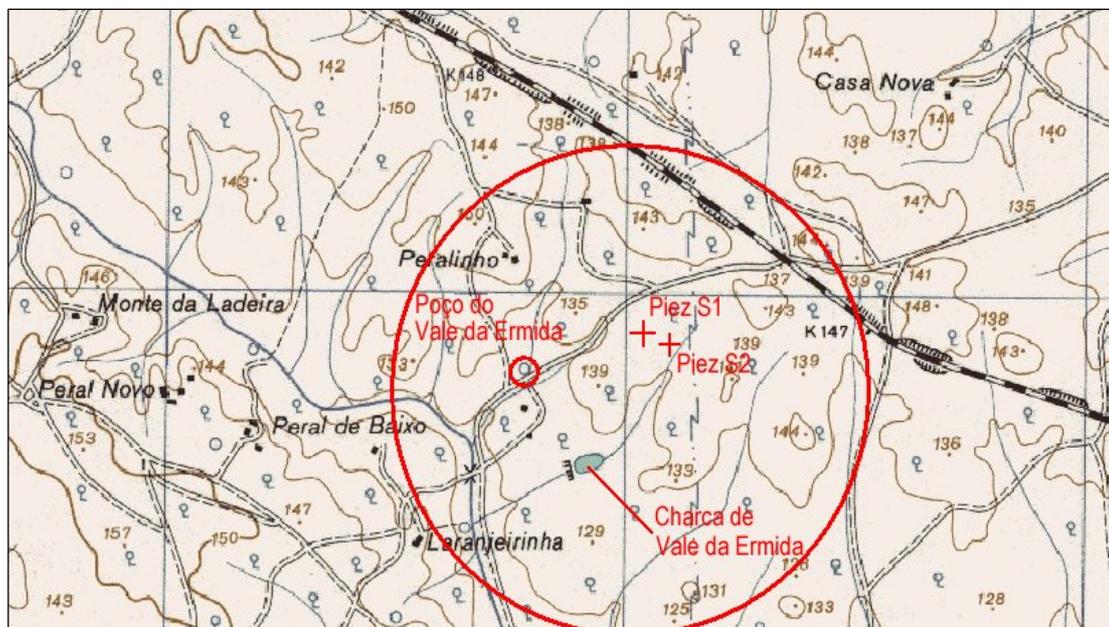


Figura 4 Localização da área experimental do Montado (Vale da Ermida) e das estações de controlo de qualidade e piezometria (3 km a WSW da Abela)

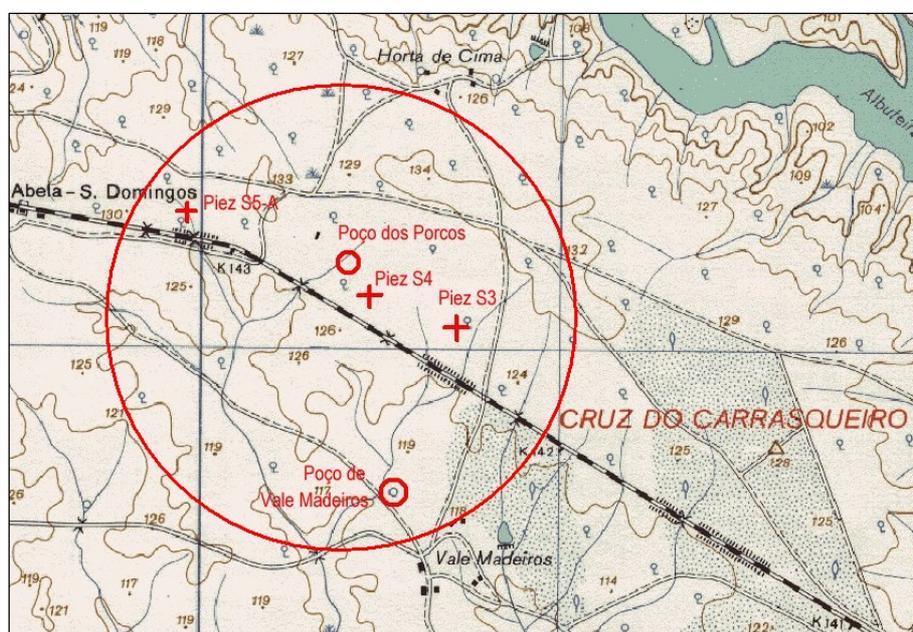


Figura 5 Localização da área experimental dos suínos (Vale Madeiros) e das estações de controlo de qualidade e piezometria (3,5 km a SSE da Abela)

Os parâmetros analisados com uma frequência aproximadamente mensal são: Condutividade eléctrica, pH, Nitrato, Nitrito, Azoto amoniacal, Azoto kjendall, Bicarbonato, Cloreto, Sulfato, Fosfato, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Cobre e Zinco.

### 3.1 Área experimental do Montado

Na "área experimental do Montado" dispõem-se de 4 origens de controlo da qualidade da água subterrânea, das quais o PS1 se situa dentro do perímetro de espalhamento e as restantes na envolvente.

Na "área experimental do Montado" o espalhamento de efluentes de suinicultura foi efectuado em Abril de 2004 e 13 de Novembro de 2004.

A análise da evolução temporal (de Novembro de 2003 a Maio de 2005) da composição físico-química no MS1, situado dentro do perímetro de espalhamento de efluentes, indica que a partir de finais do mês de Abril, a mineralização total da água subterrânea, expressa pela Condutividade eléctrica apresenta um considerável incremento (duplica), relacionado com o aumento da concentração de Cloreto, Cálcio, Magnésio e Sódio. Os elementos relacionados com o Azoto (Nitrato e Nitrito), o Cobre e o Zinco mantêm-se vestigiais (Figura 6).

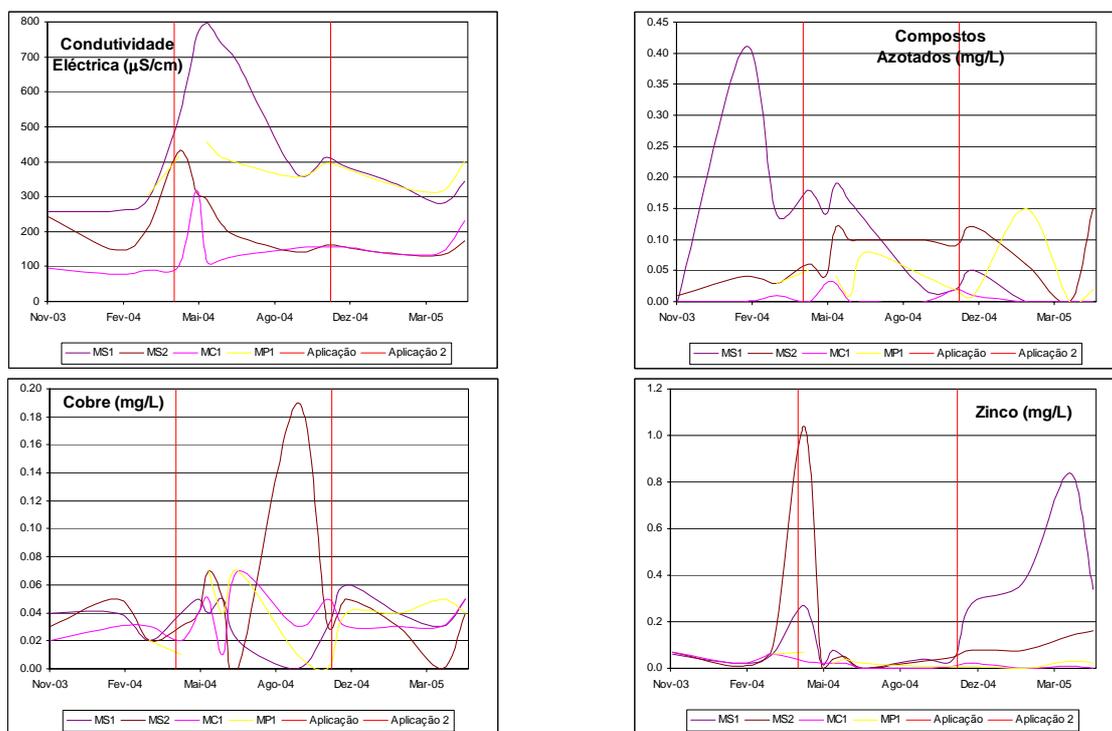


Figura 6 Evolução temporal dos parâmetros químicos monitorizados na área experimental do Montado

Dado que este padrão também ocorre, com maiores ou menores amplitudes nos restantes pontos de controlo (MS2, MC1 e MP1), nomeadamente no que se refere aos Cloretos, pensamos tratar-se de variações naturais da composição físico-química da água subterrânea no final da estação húmida.

Os valores obtidos nas águas subterrâneas monitorizadas são bastante inferiores aos normativos legais (DL 243/2001) não constituindo risco para a saúde pública, animais ou plantas.

### 3.2 Área experimental dos Porcos

Na "área experimental dos Porcos" dispõem-se actualmente de 5 origens de controlo da qualidade da água subterrânea em condições operacionais após a recente construção do Piezómetro S5A em substituição do Piezómetro S5 (improdutivo). O piezómetro S3 e S5-A situam-se dentro dos perímetros de espalhamento e as restantes estações de qualidade na envolvente.

Dispõem-se de análises de água subterrânea entre Novembro de 2003 e Maio 2005, com periodicidade aproximadamente mensal, bem como de registos de piezometria.

Na "área experimental dos Porcos" foi efectuado espalhamento de efluentes de suinicultura em Fevereiro e Abril de 2004.

A análise da evolução da composição físico-química no piezómetro PS3 situado dentro do perímetro de espalhamento de efluentes não indica alterações substanciais, com excepção de um incremento de Sódio nas colheitas de Maio de 2004 ().

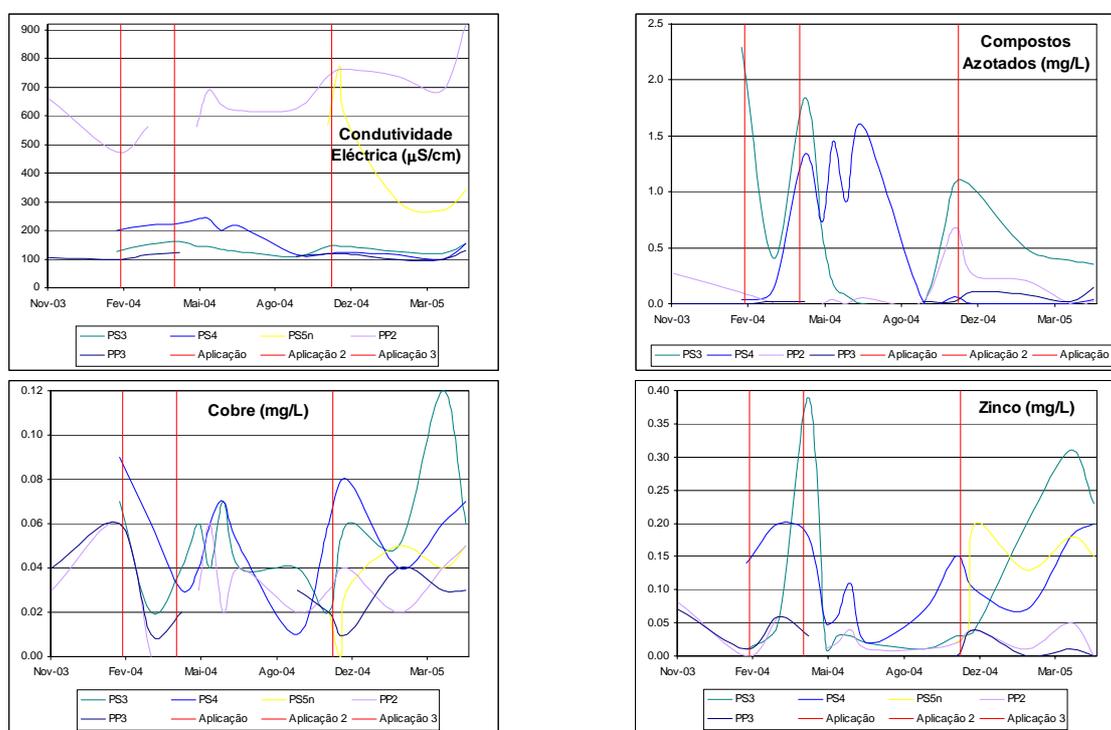


Figura 7 Evolução temporal dos parâmetros químicos monitorizados na área experimental dos Porcos

No caso do piezómetro PS4 situado fora da área de espalhamento, em zona de criação extensiva de porco também não se identifica tendência temporal relevante. Os valores iniciais elevados de Magnésio e Sulfato obtidos em Fevereiro e Março de 2004 são anómalos e de origem indefinida, não tendo relação com as acções de aplicação de efluentes de suinicultura.

### CONCLUSÕES

Relativamente às características do efluente produzido no concelho de Santiago do Cacém é de referir que este apresenta valores elevados de matéria orgânica e sólidos suspensos, embora tenha um

baixo valor fertilizante, uma vez que a quantidade de azoto amoniacal, e consequentemente de azoto nítrico é muito baixa.

Após a análise de vulnerabilidade das formações hidrogeológicas, utilizando o método DRASTIC, verifica-se que cerca de 45% da área total do concelho é classificada como tendo vulnerabilidade Média a Baixa. As zonas de maior vulnerabilidade coincidem com as áreas abrangidas pelos dois sistemas aquíferos.

Utilizando critérios da legislação actual aplicada e outros critérios ambientais igualmente importantes, verificou-se que cerca de 13% da área total do concelho (14 342 ha) é classificada como zona de aplicação proibida e cerca de 50% apresenta uma aptidão favorável à aplicação agrícola deste tipo de efluente.

A análise da evolução dos parâmetros físico-químicos observados mostra que as concentrações de alguns elementos aumentaram logo após o primeiro espalhamento, sendo esse incremento mais visível na "área experimental do Montado".

## BIBLIOGRAFIA

- ALLER, L.; BENNET, T.; LEHR, J.H.; PETTY, R. J. - *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Groundwater Pollution Potencial Using Hydrogeologic Settings*, U.S.EPA/600-2-87/035, Junho 1987.
- ARAÚJO, I.; FERREIRA, S. - *Vulnerabilidade das águas subterrâneas face ao uso de efluentes de suinicultura para fins agrícolas – Santiago do Cacém*, Trabalho Final de Curso, IST, Outubro de 2003.
- ARAÚJO, I.; FERREIRA, S.; RIBEIRO, L.; CARDOSO PINTO, F. – Um sistema de apoio à decisão para a selecção dos melhores locais para a deposição de efluentes de suiniculturas para fins agrícolas tendo em conta os impactos nos recursos hídricos (Santiago do Cacém, Alentejo).In actas do 7º Congresso da Água, Lisboa,14pp., 2004.
- BICUDO, J. R. P. W., *et al.*, - *Caracterização do Sector da Suinicultura relativamente ao estado de adequação à Legislação Ambiental*, LNEC, Lisboa, Agosto de 1995.
- BICUDO, J. R. P. W., *et al.* - *Plano de Adaptação à Legislação Ambiental pelo Sector da Suinicultura*, Volume I, LNEC, Lisboa, Março de 1996.
- BURTON, C. H., TURNER, C. – *MANURE MANAGEMENT*, Treatment strategies for sustainable agriculture, 2<sup>nd</sup> edition, Silsoe Research Institute, 2003.
- QUELHAS DOS SANTOS, J., *Fertilização & Ambiente - Reciclagem Agro-Florestal de Resíduos e Efluentes*, Publicações Europa-América, Abril de 2001.
- U. S. EPA/832-B-00-007 – *Guide to Field Storage of Biosolids and Other Organic By-Products Used in Agriculture and For Soil Resource Management*, EPA/USDA, 2000.