

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA A REGA NA LEZÍRIA GRANDE DE VILA FRANCA DE XIRA

Santos, M. I.<sup>1</sup>, Franco, A. C.<sup>2</sup> e Sousa, P. L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica. Divisão de Ambiente e Ordenamento. Av. Afonso Costa, nº 3, 1949-002 Lisboa.  
[ibranco@idrha.min-agricultura.pt](mailto:ibranco@idrha.min-agricultura.pt)

<sup>2</sup> Direcção-Geral dos Recursos Florestais. Divisão de Recursos Aquícolas de Águas Interiores. Av. João Crisóstomo, 26-28, 1069-040 Lisboa.  
[adolfofranco@dgrf.min-agricultura.pt](mailto:adolfofranco@dgrf.min-agricultura.pt)

<sup>3</sup> Instituto Superior de Agronomia. Departamento de Engenharia Rural. Universidade Técnica de Lisboa. Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.  
[pleao@isa.utl.pt](mailto:pleao@isa.utl.pt)

## Resumo

Na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira pratica-se uma agricultura intensiva de regadio sujeita a algumas restrições associadas a problemas de salinidade. A captação da água, efectuada em troços do Rio Tejo por vezes sujeitos a intrusão salina, potencia a salinização secundária. A salinidade primária de alguns solos de origem marinha, e a presença de uma toalha freática salina e superficial, obrigam, entre as restantes práticas de gestão do regadio, a uma cuidada monitorização da qualidade da água captada para a rega.

Para a caracterização da qualidade da água para a rega e compreensão dos factores determinantes da sua variação espacial e temporal, foi necessário adoptar uma estrutura de monitorização que contemplou três componentes: qualidade da água afluente e efluente, qualidade da água em circulação nas valas de superfície e qualidade da água na toalha freática. De forma a captar a diversidade e padrões de variação da qualidade da água em todo o perímetro regado, foi efectuado um reconhecimento exaustivo inicial da condutividade eléctrica, em toda a Lezíria, que serviu de base para o estabelecimento de redes de monitorização da qualidade da água superficial e subsuperficial.

Em relação à gama de valores observados para as águas superficiais, referentes à qualidade de água para rega, os parâmetros passíveis de provocar restrições na utilização para rega foram os seguintes: condutividade eléctrica, cloro, sódio, bicarbonato, razão de adsorção de sódio e sólidos suspensos totais. Destes, os que mais condicionam o uso para rega são a condutividade eléctrica e o cloro.

Confirmou-se a presença generalizada de uma toalha freática superficial, com água salina, devido a concentrações elevadas de cloro e sódio, e contaminada com nitratos.

## Abstract

On the Lezíria Grande of Vila Franca de Xira is used an intensive irrigated agriculture which is subject to some restrictions due to problems of high levels of soil and water salinity. The water capture that takes place in some parts of Tagus River, is sometimes subject to salt intrusion, which favours the secondary salinization. The primary

salinization of some soils that have marine origin and the existence of salty and superficial water table force a cautious monitorization of the water quality that is captured for irrigation purposes, as well as the use of the common practices in irrigated activity.

To characterize the water quality with irrigation purposes and to understand the factors which were determinant in its spatial and time variation was necessary to adopt a monitorization structure. This monitorization structure has three components: quality of the affluent and effluent waters, quality of water that circulates in the surface channels and the quality of water in the water table. In order to capture the diversity and the variation patterns of the water quality in the perimeter subject to irrigation, a thorough initial study of the electric conductivity was made within the Lezíria area. This study was a good base to create the monitorization net of the quality of superficial and under surface waters.

In what concerns to the values observed in the case of the superficial waters related to the water quality, it was noticed that the parameters that might cause restrictions in the use of the water with irrigation purposes are the following: electric conductivity, chloride, sodium, bicarbonate, sodium absorption rate and total suspended solids.

From the mentioned parameters, the electric conductivity and the chloride are the ones that impose restrictions in the use of the water for irrigation purposes.

It was confirmed the existence of a superficial water table, with saline water due to the presence of high levels of chloride and sodium concentration, as well as nitrate contamination.

Palavras chave: *condutividade eléctrica da água; salinidade; toalha freática; nitratos; rede de monitorização*.

## 1. Introdução e Objectivos

### 1.1 A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira

A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (LGVFX) localiza-se na freguesia de Vila Franca de Xira, na margem esquerda do rio Tejo, no sector Nordeste do Concelho de Vila Franca de Xira e abrange uma faixa de terreno de forma alongada com aproximadamente 13 420 ha, limitada pelos rios Tejo e Sorraia que a contornam sensivelmente a Oeste e a Este, respectivamente.

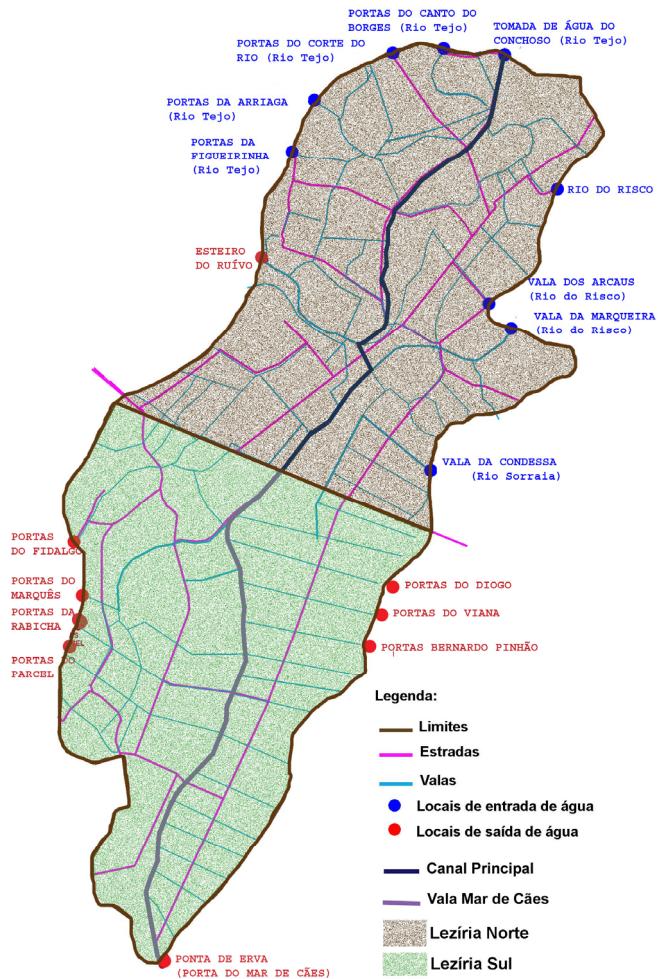
Trata-se de uma zona de cotas baixas, entre cerca de 1 e 2 metros, e de uma região com elevado potencial para o desenvolvimento da actividade agrícola. A aptidão agrícola dos solos da LGVFX determinou, desde há muitos anos, uma grande pressão humana sobre esta área, através da agricultura. A primeira intervenção de manipulação hídrica situa-se em 1910, com a construção de uma grande obra de condução da água designada por Canal Principal, na Lezíria Norte (LN), e Mar de Cães, na Lezíria Sul (LS), que atravessa longitudinalmente toda a lezíria (Fig. 1). Posteriormente, por forma a contrariar problemas de drenagem e salinidade, foram construídos colectores, valas de drenagem e um dique de defesa. Este último permitiu a protecção contra as marés e inundações dos Rios Tejo e Sorraia (IHERA, 2002). Em consequência das sucessivas intervenções desde então, a LGFVX tornou-se num terreno nivelado, drenado por canais lineares, sem influência das marés e das inundações.

Devido ao moderado excesso de água no Inverno e à deficiência hídrica no Verão, o aproveitamento das suas potencialidades agrícolas implicam o recurso quer da rega quer da drenagem. A área regada na LGVFX, durante o período em estudo, foi de cerca de 6 400 ha, em parte devido às dificuldades de adução de água de boa qualidade, em quantidade suficiente, e aos problemas de drenagem e de salinidade dos solos.

A água utilizada para rega é derivada dos Rios Tejo e Sorraia, através de portas existentes no dique de defesa (Fig. 1). A principal porta de entrada de água é a Porta do Conchoso, localizada no ponto situado mais a Norte da Lezíria. No entanto, devido às obras de Beneficiação deste Aproveitamento Hidroagrícola com a construção da Tomada de Água do Conchoso e respectiva Estação Elevatória, durante o estudo, a principal entrada de água passou a ser a Porta da Figueirinha. A água é transportada para as parcelas através de valas que desempenham uma dupla função de rega e de drenagem, o que provoca óbvias implicações negativas na qualidade da água, dificultando a gestão do regadio.

Este aproveitamento hidroagrícola pode ser dividido em duas áreas distintas, a Lezíria Norte (LN) e Sul (LS). A passagem de água principal da LN para a LS é efectuada num local denominado “*Estrutura Terminal*”, localizada no extremo Sul da LN. A drenagem dos terrenos da Lezíria é assegurada por portas de saída de água principalmente localizadas na LS (Fig. 1), que efectuam a passagem da água do perímetro de rega para os Rios Tejo e Sorraia (Faria e Paz, 2002).

Embora na LGVFX uma parte significativa da salinização seja natural, característica de aluviões de origem marinha em zonas sujeitas à influência das marés, noutros casos ocorre um processo de salinização secundária, intimamente relacionado com a qualidade da água, a gestão da rega e tecnologia do solo. Neste caso é a água de rega, contendo valores excessivos de sais e adubos, associados a uma drenagem deficiente dos sais acumulados, que desequilibram o balanço de sais provocando a sua acumulação



**Figura 1 – Localização das entradas e saídas de água da LGVFX**

no perfil do solo. Esta acumulação dá-se normalmente durante a época de rega, pela acumulação dos sais contidos na água de rega ou com o terreno em pousio, pelo movimento capilar e osmótico da água a partir da toalha freática salina. No Outono e Inverno dá-se a lixiviação dos sais da zona superficial e, apesar de em anos normais a precipitação ocorrida durante o Inverno ser suficiente para fazer a lavagem dos sais acumulados, em séries de um ou mais Invernos secos pode ocorrer uma acumulação progressiva de sais na zona superficial do solo.

Os solos da Lezíria subdividem-se em três tipos, quanto à sua origem: depósitos fluviais de textura média (LN); depósitos fluviais sobre depósitos marinhos, de textura fina (LS); e depósitos marinhos de textura fina (LS) (Faria e Paz, 2002). Apesar dos diferentes substratos, a generalidade dos solos apresenta uma toalha freática salina, próxima da superfície.

## 1.2 Impactes da qualidade da água de rega

A qualidade da água está relacionada com um determinado número de características físicas, químicas e biológicas que podem, por si só ou em conjugação com outros factores, torná-la adequada para um determinado fim. A qualidade da água de rega é normalmente caracterizada pela quantidade e qualidade dos sólidos em suspensão e dos materiais dissolvidos. Relativamente aos primeiros, são essencialmente partículas erodidas por acção dos agentes de erosão, folhas, sementes e outros tipos de matéria orgânica. No que se refere aos materiais dissolvidos são, de uma forma geral, sais provenientes da dissolução das rochas e dos solos. Em termos de qualidade da água para rega, os elementos dissolvidos mais importantes são:

- Catiões principais: cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e boro;
- Aniões principais: cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ );
- Outros: carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) e metais pesados.

Existem três processos de os sais, presentes no solo, afectarem a quantidade ou qualidade das produções agrícolas. O principal fenómeno associado à presença de *sais em excesso* é a redução da produção. Neste caso, o grau de diminuição da produção depende da salinidade total da solução do solo e da sensibilidade da cultura à salinidade.

A salinidade de uma água corresponde à quantidade total de sais existentes na água, normalmente expressa como sólidos dissolvidos totais. Devido à relação aproximadamente linear, para valores de salinidade não muito elevados, entre a quantidade de sólidos dissolvidos e a condutividade eléctrica da água, é possível utilizar-se a condutividade eléctrica da água (CE) como indicador da salinidade. A quantidade total de sais dissolvidos na água de rega e na solução do solo influenciam o potencial osmótico da água no solo, aumentando o “esforço” da planta para extrair água (Alsup, 1998).

Outro tipo de fenómeno, que influencia a produção das culturas quando regadas por água com salinidade elevada, é a reacção ao excesso de um tipo particular de ião, designada normalmente por “*toxicidade por ião específico*”. Este tipo de fenómeno acontece principalmente com o cloro, sódio e boro e está muitas vezes associado à

concentração do ião em partes da planta, principalmente folhas e frutos. As zonas normalmente afectadas são a bordadura das folhas, com queimaduras e necroses.

Um terceiro tipo de fenómeno é caracterizado pela presença excessiva de iões que a planta consegue tolerar em doses elevadas, mas com alteração da qualidade comercial das produções ou do desenvolvimento. A *redução do valor comercial* da produção deve-se à acumulação ou presença de sais, iões ou moléculas inócuos para a planta mas prejudiciais para o consumo humano ou à menor capacidade de conservação e palatibilidade das produções. No caso mais comum, na presença excessiva de nitratos, podem ocorrer também desequilíbrios no desenvolvimento da cultura, atraso e redução da frutificação e, particularmente, falta de consistência, palatibilidade e capacidade de conservação dos produtos. Normalmente a presença de nitratos em concentrações excessivas nos produtos é o factor mais importante de depreciação. De referir os problemas originados por teores elevados de bicarbonatos na água, nomeadamente o aparecimento de manchas brancas nas folhas, principalmente no caso da rega por aspersão. A precipitação dos carbonatos e de compostos ferrosos e de manganês pode também contribuir para a degradação visual dos produtos agrícolas. No entanto, estes precipitados causam normalmente mais prejuízos ao funcionamento dos sistemas de rega, principalmente no caso da rega localizada.

Para além do impactes que podem ocorrer nas culturas, derivados da inadequada qualidade da água, também o solo e os sistemas de rega podem sofrer consequências negativas. Relativamente ao solo, salienta-se a sodicidade da água, que está associada à possibilidade do ião sódio provocar o aparecimento de solos sódicos. A presença relativa do sódio provoca desfloculação dos coloides do solo, degradação da agregação e problemas em relação à estrutura e infiltração da água no solo. A possibilidade do sódio das águas de rega ir provocar sodicidade nos solos depende da relação entre o seu valor e de outros catiões, em particular o cálcio e o magnésio, sendo a sodicidade avaliada através da *Razão de Adsorção do Sódio (RAS)*.

Os impactes da qualidade da água de rega nos equipamentos está relacionada com o seu teor em sólidos em suspensão, pH, ferro e bicarbonatos. Os sólidos em suspensão podem contribuir para a obstrução das tubagens e emissores nos sistemas de rega localizada. Quando apresentam valores elevados podem também ter influência na diminuição da permeabilidade dos solos (colmatação). O pH é um indicador da acidez ou alcalinidade da água. As águas de rega com valores fora dos valores normais podem causar desequilíbrio de nutrição ou podem conter um ião tóxico. Os problemas originados pelo excesso de ferro resultam de precipitações que provocam obstruções nos sistemas de rega.

Além dos problemas referidos dos impactes da água de rega nas culturas pelos bicarbonatos, pode-se referir a questão associada à regagota a gota, uma vez que ocorre a precipitação do cálcio quando atinge o seu limite de saturação na presença de bicarbonatos, provocando o entupimento dos gotejadores.

### **1.3 Objectivos**

O conhecimento da qualidade da água de rega e da toalha freática, assim como da sua profundidade, permite delinear estratégias e aplicar técnicas que proporcionem um regadio sustentável, com maiores e melhores produções. É este o rumo pretendido com

o estudo efectuado, bem como a avaliação da potencialidade de ocorrerem danos provocados pelos sais para o solo e para a cultura, e ainda a divulgação da informação numa base geográfica que apresente o tipo de problema e o grau de intensidade, assim como as diversas estratégias possíveis para o minorar.

O principal problema identificado e que justifica a existência deste estudo tem a ver com a salinização crescente que se vem verificando nas parcelas regadas. A água, de qualidade variável espacial e temporalmente, é aplicada ao solo, pelos diferentes processos de rega. Da água que se infiltra no solo, uma parte é utilizada pela cultura, uma outra fracção atinge a toalha freática, que de uma forma geral apresenta teores de sais muito elevados, e a parte remanescente é retornada à vala de rega/drenagem. Dado que estes dois sistemas de condução da água não se encontram, regra geral, individualizados, à medida que nos afastamos dos pontos de influxo a qualidade da água vai-se degradando.

Houve então que possuir uma informação actualizada sobre a qualidade da água: i) aduzida à Lezíria para rega; ii) na rede de distribuição/drenagem; e iii) efluente do aproveitamento hidroagrícola para os rios Tejo e Sorraia.

Neste sentido, procedeu-se a uma caracterização, espacial e temporal, da qualidade das águas de superfície e da toalha freática, que incluiu a determinação de áreas com maior risco potencial de degradação do solo e toxicidade para as culturas.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Avaliação da qualidade da água na LGVFX

Por forma a se obter uma imagem da diversidade de situações de qualidade da água em todo o perímetro regado, foi efectuado no início de 2002 um reconhecimento exaustivo da qualidade da água em toda a Lezíria. Assim, procedeu-se a medições da condutividade eléctrica em diversos pontos da Lezíria: água afluente ao perímetro regado (portas de entrada de água proveniente do Rio Tejo e Sorraia); água efluente (portas de saída de água para fora do perímetro); e valas interiores do perímetro regado (valas de rega/drenagem). Esta tarefa foi concluída em Abril de 2002, tendo sido efectuadas medições da condutividade eléctrica, temperatura, pH e oxigénio dissolvido, em aproximadamente 100 locais, utilizando uma *Sonda Multiparâmetros – Multiline F/Set-3 da WTW*.

Após a fase de reconhecimento, e com base nos resultados das medições nos locais de trabalhos anteriores (Monteiro *et al*, 1999 e Martins, 1997) relativos à qualidade da água, procedeu-se à selecção dos locais que constituíram as redes de monitorização periódicas e contínua das águas superficiais e subsuperficiais.

A avaliação da qualidade da água para rega foi realizada com base nas orientações da FAO e na legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto – Anexo XVI). No Quadro 1 apresentam-se os respectivos valores guia e Valores Máximo Recomendado (VMR) e Admissível (VMA).

**Quadro 1 - Guia interpretativo da qualidade da água para rega**

Problemas potenciais associados à rega	Recomendações da FAO*			Legislação Portuguesa	
	Sem restrições	Graus de restrição	Com restrições severas	Decreto Lei nº 236/98 Anexo XVI	Valor máximo recomendado
<b>Salinidade (afecta a disponibilidade da água para as culturas)</b>					
Condutividade eléctrica – CE (mS cm <sup>-1</sup> )	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0	1	-
<b>Infiltração (degradação da permeabilidade do solo)</b>					
RAS (c)				8	-
RAS = 0 – 3 e CE =	> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2		
RAS = 3 – 6 e CE =	> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3		
RAS = 6 – 12 e CE =	> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5		
RAS = 12 – 20 e CE =	> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3		
RAS = 20 – 40 e CE =	> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9		
<b>Toxicidade de iões específicos</b>					
Sódio (Na <sup>+</sup> ) (mg l <sup>-1</sup> )				-	-
- Rega por sulcos	< 3	3 - 9	> 9		
- Rega por aspersão	< 69	> 69			
Cloro(Cl <sup>-</sup> ) (mg l <sup>-1</sup> )				70	-
- Rega por sulcos	< 142	143 - 355	> 355		
- Rega por aspersão	< 106	> 106			
Boro (B) (mg l <sup>-1</sup> )	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0	0.3	3.75
<b>Outros problemas</b>					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	< 25	25 – 50	> 50	50	-
HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (aspersão foliar) (mg l <sup>-1</sup> )	< 90	90 – 520	> 520	-	-
Sólidos suspensos totais (mg l <sup>-1</sup> )	-	-	-	60	-
pH	Valores normais: 6.5 – 8.4			6.5 - 8.4	4.5 e 9.0

\*Adaptado de Ayers & Wercot, 1985

### 2.1.1 Águas superficiais

A rede de monitorização periódica, designada por rede de monitorização “alargada”, é constituída por 100 locais (Fig. 2) onde foram realizadas medições *in situ* dos seguintes parâmetros físico-químicos: condutividade eléctrica; temperatura; pH, e; oxigénio dissolvido. A periodicidade destas medições foi hexasemanal.

A segunda rede de monitorização periódica, designada por rede de monitorização “reduzida”, é composta por 17 locais (Fig. 2). A escolha destes locais foi feita com base na representatividade dos locais, numa rede de monitorização de um trabalho já existente (Martins, 1997) e com as orientações do responsável pela Associação de Beneficiários da LGFVX. Procedeu-se à recolha de amostras de água para análise laboratorial. Essas análises, realizadas no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS), englobam os parâmetros incluídos no programa de análise global relativa à potencialidade de degradação do solo e problemas para as culturas, que inclui os parâmetros apresentados no Quadro 2.

A rede de monitorização contínua, implementada em 2003, foi composta por cinco estações automáticas de medição, previamente seleccionadas em função da gestão de água no perímetro e dos resultados das medições *in situ* e de análises laboratoriais.

**Quadro 2 – Parâmetros físicos e químicos analisados em laboratório**

<i>Parâmetro analisado/Unidades</i>	<i>Parâmetro analisado/Unidades</i>
Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )	mg/l
Boro (B)	mg/l
Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	mg/l
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )	mg/l
Condutividade eléctrica (CE)	mS/cm
Magnésio (Mg)	mg/l
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )	mg/l
pH	Escala de Sorensen
Sódio ( $\text{Na}^+$ )	mg/l
Relação de adsorção de sódio (RAS) <sup>1</sup>	-
Ferro (Fe)	mg/l
Manganês (Mn)	mg/l
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l
Índice de saturação	-

### 2.1.2 Águas subsuperficiais

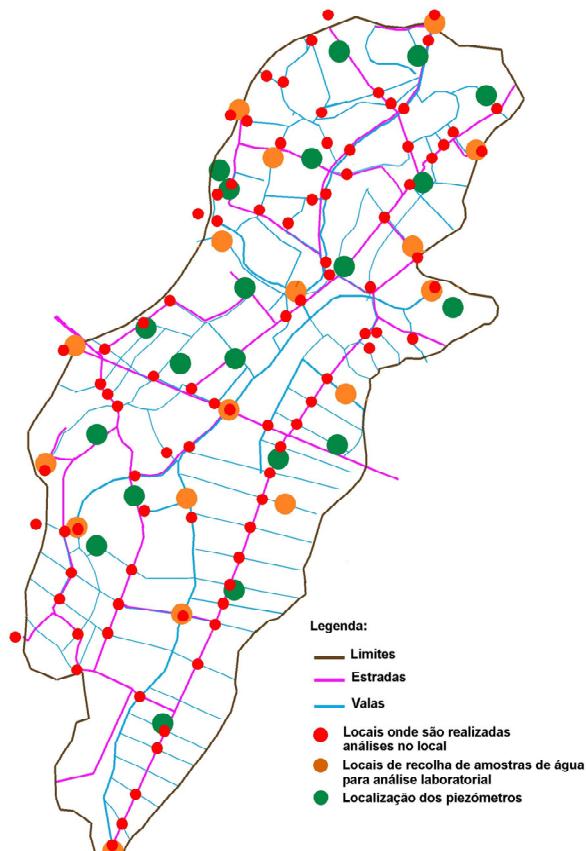
Foram instalados piezómetros para acesso à toalha freática, a aproximadamente 3 metros de profundidade, em 20 locais, seleccionados em função do tipo de solo, características da qualidade da água, culturas e acessibilidade e segurança do local (Fig. 2). A análise laboratorial da água da toalha freática foi semelhante às águas superficiais, assim como a periodicidade das análises. Hexasemanalmente foram realizadas medições da condutividade eléctrica, pH e nível freático nos piezómetros instalados.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Águas superficiais

#### 3.1.1 Condutividade eléctrica

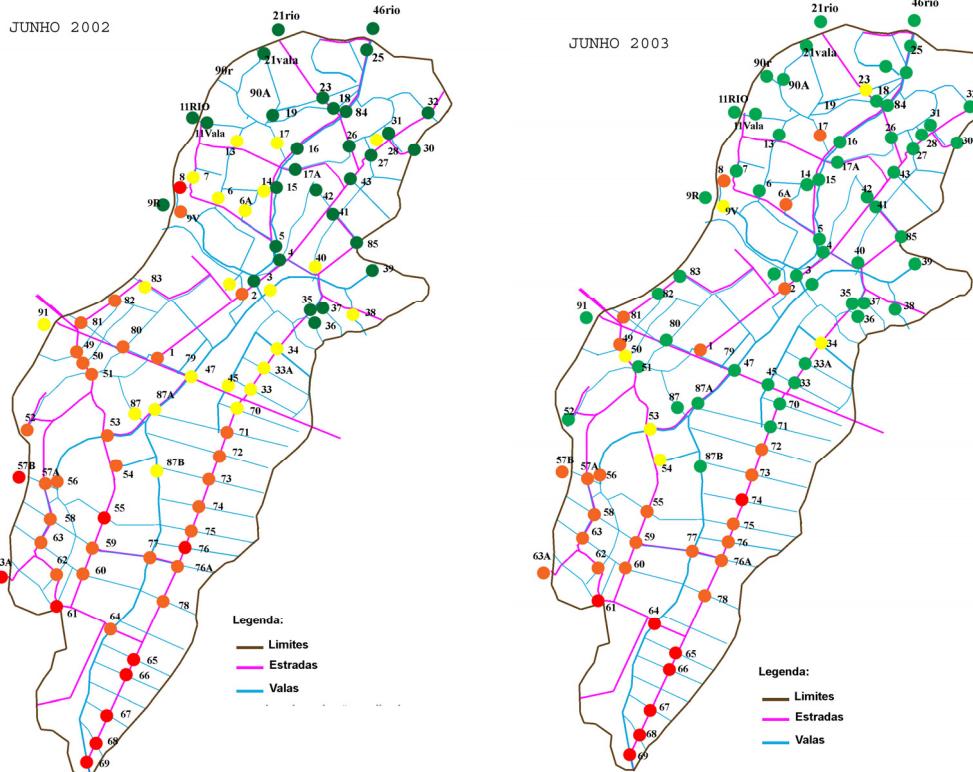
Globalmente, a água aduzida ao aproveitamento hidroagrícola durante as campanhas de rega, proveniente do Rio Tejo, não apresenta restrições de uso para rega. Apenas naquele que tem origem no Rio Sorraia, constata-se esporadicamente valores de CE que se incluem na classe de restrição ligeira a moderada e superiores ao VMR ( $1 \text{ mS.cm}^{-1}$ ), o que obriga a um maior controlo na gestão da água nesta entrada. Relativamente às águas de drenagem, que são transportadas para os Rios Tejo e Sorraia



**Figura 2 – Localização das redes de monitorização**

<sup>1</sup> A relação de adsorção de sódio é traduzida pela equação:  $RAS = \frac{\text{Na}}{\sqrt{[(\text{Ca} + \text{Mg})/2]}}$

através das portas de saída de água do perímetro, verifica-se uma degradação efectiva da água, principalmente na Lezíria Sul. Efectivamente, nestes locais verificam-se restrições moderadas a severas (Fig. 3).



Gama de condutividade	Cor	Classe	Grau de restrição
$CE < 0.7 \text{ mS.cm}^{-1}$	Verde	I	Sem restrições
$0.7 < CE \leq 1.0 \text{ mS.cm}^{-1}$	Amarelo	II-a	Restrições moderadas pela FAO
$1.0 < CE \leq 3.0 \text{ mS.cm}^{-1}$	Laranja	II-b	Restrições moderadas pela FAO; > VMR pela legislação portuguesa
$CE > 3.0 \text{ mS.cm}^{-1}$	Vermelho	III	Restrições severas

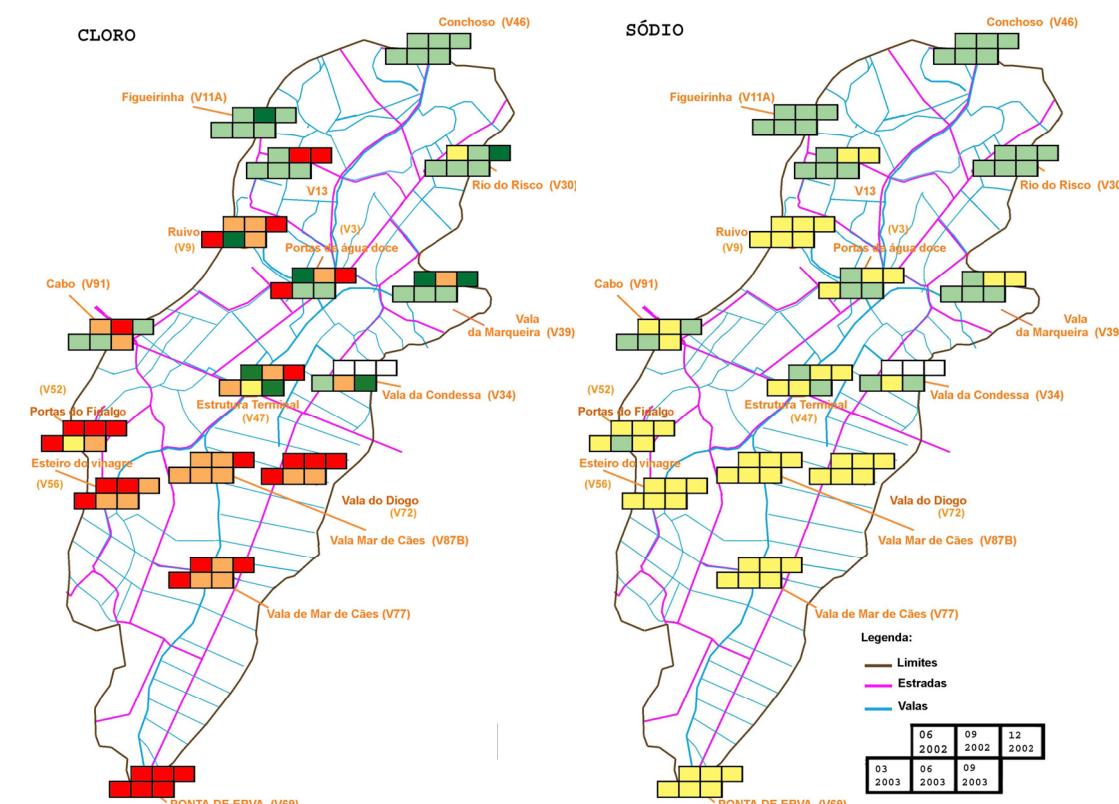
**Figura 3 – Graus de restrição na utilização da água para rega em relação à CE no mês de Junho de 2002 e de 2003**

Nas valas de rega/drenagem localizadas na LN e durante as campanhas de rega, constatou-se que, com excepção das valas terminais menos sujeitas à “renovação” da água, não apresentavam, para a CE, restrições para rega. Contrariamente, na LS onde se efectua regadio e principalmente no ano de 2002, particularmente seco, verificou-se valores de CE que se enquadram nas classes com restrições moderadas a severas e superiores ao VMR. As valas interiores da LS, que não se encontram na área regada, englobam uma zona de pastagem onde se efectua criação de bovinos em regime extensivo, e aliado à própria salinidade do solo, contribui para os valores extremos de CE observados.

Genericamente, verificou-se uma concentração progressiva dos diversos sais à medida que a água evoluiu dentro do Perímetro, da LN para a LS, sendo esta mais acentuada na zona de solos mais salinos da LS. De destacar, o enriquecimento acentuado da água das valas em sais dissolvidos, que ocorre, principalmente visível na LN, a partir do momento em que se verifica, simultaneamente, o fecho das portas de entrada de água de boa qualidade do Rio Tejo e a precipitação suficiente para a lavagem dos sais acumulados no solo.

### 3.1.2 Toxicidade provocada por iões específicos

Globalmente, tanto o cloro como o sódio apresentaram uma elevada variabilidade espacial e temporal, verificando-se um agravamento de Norte para Sul da Lezíria (Fig. 4). Pode-se constatar uma dicotomia marcada entre dois conjuntos de pontos. Nos locais de entrada de água estamos perante valores sem quaisquer restrições para o uso em rega. Pelo contrário, nos pontos interiores, principalmente os localizados na LS, e locais de saída de água da Lezíria, os valores ultrapassam o VMR, mantendo-se nas classes com restrição moderadas a severas. Apenas no período Outono/Inverno se constataram valores elevados dos dois iões na LN da LGVFX. Este facto pode estar relacionado com a lavagem dos solos, que ocorre naturalmente neste período, para as valas de drenagem. Os valores de boro encontrados foram baixos em todas as águas analisadas. A sua variabilidade espacial e temporal foi também reduzida.



Cloro ( $\text{Cl}^-$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	Cor	Observação
$\text{Cl} \leq 70$	Verde escuro	Sem restrições pela FAO
$71 < \text{Cl} \leq 106$	Preto	Sem restrições pela FAO; $>$ VMR pela legislação portuguesa
$106 < \text{Cl} \leq 142$	Amarelo	Restrições leves a moderadas em rega poraspersão
$142 < \text{Cl} \leq 355$	Laranja	Restrições leves a moderadas em rega por gravidade e aspersão
$\text{Cl} > 355$	Vermelho	Restrições severas

Sódio ( $\text{Na}^+$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ )	Cor	Observação
$\text{Na} \leq 69$	Verde escuro	Sem restrições pela FAO
$\text{Na} > 69$	Vermelho	Restrições ligeiras a moderadas

**Figura 4 – Graus de restrição na utilização da água para rega relativamente ao cloro e sódio.**

### 3.1.3 Redução do valor comercial dos produtos

As águas de superfície apresentam valores homogéneos e reduzidos de nitratos. Apenas na porta de saída localizada no extremo Sul da Lezíria se verificam valores com restrições moderadas e severas, assim como, superiores ao VMR.

Relativamente aos bicarbonatos, enquanto que a água proveniente do Rio Tejo não apresenta restrições para rega, a derivada do Rio Sorraia apresenta restrições ligeiras a moderadas. A análise da evolução dos dados espacial e temporalmente nas valas interiores da Lezíria, assim como, as águas nas portas de saída, aponta para uma elevada homogeneidade de valores que se situam na classe com restrições ligeiras a moderadas.

Os valores de ferro e manganês encontrados foram baixos em todos os locais e de amostragens. A sua variabilidade espacial e temporal foi também reduzida.

### 3.1.4 Impactes da qualidade da água de rega no solo e nos equipamentos de rega

Em relação ao parâmetro RAS, verifica-se que, apenas na campanha de rega de 2003, a maior parte das amostras aponta para uma ligeira a moderada redução da taxa de infiltração, não se verificando casos com redução severa. Os valores dos sólidos em suspensão indicam problemas de entupimento nos emissores de sistemas de rega localizada em algumas águas analisadas. O aspecto mais relevante e generalizado deste parâmetro é a elevada variabilidade espacial e temporal. Os valores de pH e ferro encontrados foram baixos em todas as águas analisadas. A sua variabilidade espacial e temporal foi também reduzida.

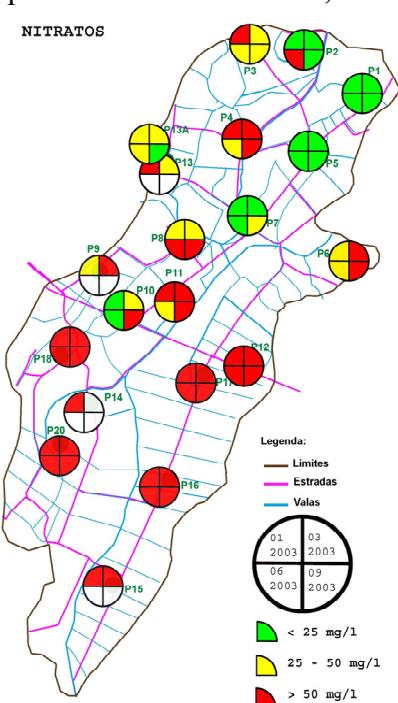
## 3.2 Águas subsuperficiais

No que respeita aos valores do nível freático foram sempre inferiores a 2 metros de profundidade e portanto pode-se afirmar que estamos perante uma toalha freática superficial. Os níveis durante o Inverno de 2002/03, particularmente chuvoso, oscilaram entre os valores de 14 e

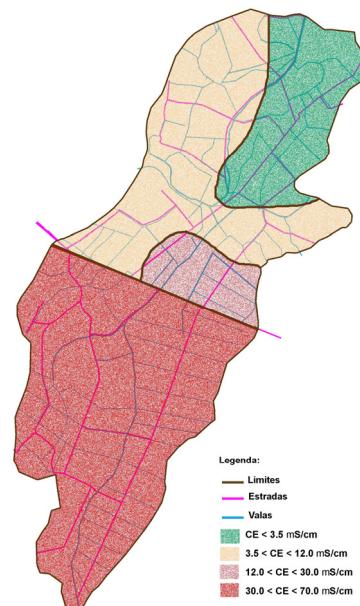
166 cm, na LN e 20 e 60 cm na LS. Durante a campanha de rega verificou-se um aumento geral dos níveis, que se mantiveram entre os valores de 70 e 194 cm, na LN e 61 e 156 cm na LS.

Os valores de CE da toalha freática atinge valores extremos na LS. Por observação da Figura 5 pode-se constatar que a condutividade eléctrica na toalha freática aumenta de Norte para Sul.

Verificou-se uma elevada heterogeneidade dos valores de nitratos na LN, em contraste com a homogeneidade que se constatou na LS, onde se observaram valores sempre superiores a 50 mg/l (valor limite admissível para consumo humano) e portanto com elevados níveis de poluição por nitratos (Fig. 6).



**Figura 6 – Esboço dos gradientes de nitratos na toalha freática**



**Figura 5 – Esboço dos gradientes de condutividade eléctrica na toalha freática**

Relativamente aos restantes parâmetros analisados verifica-se que o cloro e sódio apresentam elevada representatividade relativa, enquanto que os sulfatos e bicarbonatos apresentam uma representatividade média relativa. Nos parâmetros magnésio, cálcio, manganês, ferro, carbonatos e boro verifica-se uma reduzida representatividade relativa.

#### **4. Conclusões**

Através dos dados apresentados, verifica-se que a qualidade da água é variável de ponto para ponto. Relativamente aos pontos de entrada, a água derivada do Rio Tejo não apresenta restrições de uso para rega em nenhum parâmetro analisado. A que tem origem no Rio Sorraia já merece maior atenção no que respeita à gestão da água de rega, devido a valores de condutividade com restrição ligeira a moderada. Pode-se, assim, constatar uma adequada qualidade da água durante o período em que há captação directa do Rio Tejo para o perímetro regado.

Em relação à água nos pontos intermédios da Lezíria, os valores observados dos parâmetros passíveis de provocar restrições à utilização da água para rega foram os seguintes: condutividade eléctrica, cloro, sódio, bicarbonato, RAS e sólidos suspensos totais. Os que mais condicionam o uso para rega são a condutividade eléctrica, cloro e sódio. Verificou-se uma concentração progressiva dos diversos sais à medida que a água evolui dentro do Perímetro, sendo esta mais acentuada na zona de solos mais salinos, localizada na Lezíria Sul, assim como, um enriquecimento acentuado da água das valas em sais dissolvidos a partir do momento em que ocorre precipitação suficiente para a lavagem dos sais acumulados no solo.

Constatou-se a existência de uma toalha freática superficial, com água salina, principalmente na Lezíria Sul, devido a concentrações elevadas de cloro e sódio e com problemas de poluição com nitratos.

#### **Agradecimentos**

Ao Programa AGRO – Programa Operacional de Agricultura e Desenvolvimento Rural - Medida 8, Desenvolvimento Tecnológico e Experimentação, Acção 8.1 - Desenvolvimento Experimental e Demonstração, que financiou os trabalhos descritos. O estudo apresentado foi parte integrante do Projecto AGRO 113 "Gestão integrada do solo e da água para a Lezíria Grande de Vila Franca de Xira", que decorreu durante o período de 2001-2003, nomeadamente na actividade sobre a Avaliação da Qualidade da Água.

#### **Bibliografia**

Alsup, C. M. 1998 – Salinity: Causes and effects, and management practices, em [www.faculty.smsu.edu/c/cma545f/Salinity.htm](http://www.faculty.smsu.edu/c/cma545f/Salinity.htm)

Ayers, R.S. & Westcot D.W. 1985 – Water for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev.1, FAO, Roma.

Decreto-lei n.º 236/98. DR nº 176/98 série I-A, de 01-08-1998. Ministério do ambiente. Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o

meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Revoga o decreto-lei n.º 74/90, de 7 de março.

Faria, R. L., Paz, B. J. 2002 – Aproveitamentos Hidroagícolas do Grupo II em exploração. Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente. MADRP. Lisboa.

IHERA 2002 - Estudo de Impacte Ambiental. Projecto das Redes de Rega, drenagem e viária dos blocos III, IV, V e VI do Aproveitamento Hidroagrícola da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. (Lezíria Norte).

Martins, L. A. 1997 – Qualidade da água das valas da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. Relatório de Trabalho de Fim do Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.

Monteiro, A., Alcobia, L., Moreira, I. 1999 – Qualidade da Água para Rega e Peixes nas valas de drenagem da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. Texto em formato digital no CD das Actas do 4.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. – IV SILUSBA. 24-26 Maio. Coimbra.