



**Ana Catarina Borges  
Barbosa de Matos**

**Monitorização da qualidade da água em  
Aproveitamentos Hidroagrícolas**



**Universidade de Aveiro** Departamento de Ambiente e Ordenamento  
Ano 2009

**Ana Catarina Borges  
Barbosa de Matos**

**Monitorização da qualidade da água em  
Aproveitamentos hidroagrícolas**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Dr. José Manuel Monteiro Gonçalves, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exactas e do Ambiente da Escola Superior Agrária de Coimbra.

Dedico este trabalho aos meus pais e a todos os meus amigos.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais**  
Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva**  
Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor José Manuel Monteiro Gonçalves**  
Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exactas e do Ambiente da Escola Superior Agrária de Coimbra

## **agradecimentos**

Agradeço muito ao meu coordenador pelo empenho dedicado a este trabalho, ao Engenheiro José Ferreira dos Santos por todo o conhecimento e apoio prestado, à minha família e a todos os meus amigos pelo incentivo concedido.

## palavras-chave

Agricultura de regadio, impactes, monitorização, Boas Práticas Agrícolas.

## resumo

O presente trabalho identifica os principais impactes provocados pela agricultura de regadio, sobretudo nos recursos onde esta mais intervém (água e solo). Um uso excessivo da água, fertilizantes e pesticidas, uma inadequada mobilização dos solos, práticas de drenagem e irrigações incorrectas, induzem à perda quantitativa e qualitativa da água, do solo e da biodiversidade. Medidas preventivas devem de ser tomadas, como é o caso da monitorização da qualidade da água em aproveitamentos hidroagrícolas, sendo este um instrumento de grande importância na gestão ambiental. O caso de estudo apresentado neste trabalho é o do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego, cujo plano de monitorização da qualidade da água é elaborado desde de 2000 até aos dias de hoje. Este plano inclui análises às águas superficiais de rega (Canal Condutor Geral), de drenagem (quatro zonas agrícolas: Vale Central, Vale do Pranto, Vale do Foja e Vale do Arunca) e subsuperficiais do Vale Central. Os vários parâmetros de qualidade da água são analisados fazendo-se referência aos limites aceitáveis por lei. No caso da água superficial de rega é boa para o seu uso, quanto às águas de drenagem muitas vezes ultrapassam os valores estipulados por lei, o que se deve a possíveis contaminações fora da área de estudo. No caso mais problemático dos nitratos são registados valores elevados às entradas das áreas agrícolas, diminuindo ao longo do vale, registando-se valores inferiores à saída destes. À saída do vale do Foja e Pranto foi possível arranjar uma boa correlação ( $r^2$  perto de 1) para os valores de condutividade com outros parâmetros. Estes valores apresentam-se elevados, principalmente nos meses de Outubro onde ocorre as primeiras chuvas de Outono (após um período de estiagem), arrastando os sais existentes no solo. A difícil estimativa dos caudais, efectuada no plano de monitorização, é um entrave para determinar a carga de nutrientes que passam em cada secção. São propostos contributos para a melhoria do plano de monitorização, com o intuito de efectuar as observações que permitam depois realizar o balanço de nutrientes, de modo a avaliar os fluxos de nutrientes provenientes das áreas agrícolas. Uma das observações que se torna necessária é a medição do caudal em determinadas secções de linhas de água, assim como apresentar alternativas às despesas relativas às análises da qualidade da água suportadas pela ABOFHBM. Relativamente a esta última alternativa, a ABOFHBM poderá adquirir um medidor de bancada multi-parâmetros e um medidor portátil de pH, condutividade, sólidos suspensos totais e temperatura, com interesse a nível económico.

**keywords**

Irrigated agriculture, impacts, monitoring, Good Agricultural Practices.

**abstract**

This work identifies the major impacts caused by irrigated agriculture, particularly in the resources where it intervenes more (water and soil). An excessive use of water, fertilizers and pesticides, inadequate mobilization of the soil, drainage practices and improper irrigation, induce qualitative and quantitative loss of water, soil and biodiversity. Preventive measures must be taken, such as monitoring of water quality in irrigation projects, which is a very important tool in environmental management. The case study presented in this work is the "Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego", whose plan for monitoring the quality of water is drawn from 2000 until the present day. This plan includes analysis of surface water irrigation (Channel Driver General), drainage (four agricultural zones: Central Valley, the Valley of Pranto, Valley of Foja and Valley of Arunca). The various parameters of water quality are analyzed by making reference to the limits acceptable by law. In the case of surface water irrigation this is good for that use, for the drainage water often exceeds the limits set by law, which is due to possible contamination outside the study area. In the most problematic case of nitrates are recorded high values to the inputs of agricultural land, decreasing over the valley, registering below the output of these.

At the outside of valley of Foja and valley of Pranto was possible to get a good correlation ( $r^2$  close to 1) for the conductivity values with other parameters. These levels were high, especially during October which is the first rains of autumn (after a period of drought) dragging the salts in the soil. The rough estimate of the flow carried in the monitoring plan, makes it difficult to determine the load of nutrients that are in each section. Contributions are proposed to improve the monitoring plan in order to make the observations possible after take stock of nutrients in order to assess the flow of nutrients from agricultural lands. One point that is required is the measurement of flow in certain sections of water lines, and present alternatives to the cost of the analysis of water quality backed by ABOFHBM. For that alternative, ABOFHBM can purchase a meter multi-parameter bench and a portable pH meter, conductivity, total suspended solids and temperature, with an economic interest.

## Índice

I – Introdução .....	1
1.1 – Enquadramento do problema .....	1
1.2 – Objectivos .....	3
1.3 – Organização da Tese.....	3
II – Problemática da qualidade de água na agricultura de regadio .....	5
2.1 – Aspectos técnicos e legais.....	5
2.2 – Impactes ambientais .....	9
2.3 – Gestão da água e fertilizantes. Importância das Boas Práticas Agrícolas.....	11
2.4 – Papel da monitorização da água em gestão ambiental.....	14
III – Caracterização geral do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego .....	17
IV – Plano de monitorização: objectivos e metodologias .....	21
4.1 – Objectivos .....	21
4.2 – Localização dos pontos monitorizados .....	21
4.3 – Metodologia .....	23
4.4 – Referenciais normativos para a qualidade da água.....	23
V – Plano de monitorização: Resultados e Discussão.....	25
5.1 – Qualidade físico-química da água no AHABM .....	25
5.1.1 – Água de rega .....	25
5.1.2 – Água superficial de drenagem.....	30
5.1.3 – Análise de dados e discussão .....	53
5.2 – Caudais .....	59
5.3 – Balanço de nutrientes.....	66
VI – Conclusões e Contributos para a melhoria do plano de monitorização.....	69
Bibliografia.....	71



## Lista de Figuras

Figura 1 – Localização do perímetro de rega do Baixo Mondego .....	17
Figura 2 – Blocos de rega do AHBM.....	19
Figura 3 – Locais de monitorização da qualidade das águas superficiais (pontos 1 a 11) e águas subsuperficiais (piezómetros) no Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego.....	22
Figura 4 – pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de O <sub>2</sub> , à entrada (Choupal) e saída (Alqueidão) do Canal Condutor Geral.....	26
Figura 5 – Sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio, à entrada (Choupal) e saída (Alqueidão) do Canal Condutor Geral.....	27
Figura 6 – Teor de cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal, à entrada (Choupal) e saída (Alqueidão) do Canal Condutor Geral.....	28
Figura 7 - Teor de pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação do oxigénio, no Vale Central.....	32
Figura 8 - Teor de sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio no Vale Central, .....	33
Figura 9 - Teor de sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio no Vale Central, .....	34
Figura 10 – pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de oxigénio à entrada e à saída do Vale do Arunca.....	38
Figura 11 – sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio à entrada e à saída do Vale do Arunca.....	39
Figura 12 – cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal à entrada e à saída do Vale do Arunca ..	40
Figura 13 - pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de oxigénio à entrada e à saída do Vale do Foja.....	43
Figura 14 – sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio à entrada e à saída do Vale do Foja.....	44
Figura 15 – cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal à entrada e à saída do Vale do Foja.....	45
Figura 16 - pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de oxigénio à entrada e à saída do Vale do Pranto.....	49
Figura 17 – sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio à entrada e à saída do Vale do Pranto.....	50
Figura 18 – cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal à entrada e à saída do Vale do Pranto...51	51
Figura 19 – Precipitação média de Junho a Novembro no período de 2000-2009.....	53
Figura 20 – Valores médios de condutividade eléctrica, concentração de cloretos, sódio e sulfatos para os meses Junho, Agosto, Outubro e Novembro nas águas superficiais de drenagem.....	55
Figura 21 – Concentração média de nitratos e azoto amoniacal, registada nos meses de Junho, Agosto, Outubro e Novembro nas águas superficiais de drenagem.....	56
Figura 22 – Correlação da condutividade eléctrica com os diferentes parâmetros à saída do Vale do Foja.....	57
Figura 23 - Correlação da condutividade eléctrica com os diferentes parâmetros à saída do Vale do Pranto.....	58
Figura 24 - Secção transversal de um rio. dh=distância da margem ao perfil; p=profundidade do perfil.....	59

Figura 25 - Medição da velocidade com molinete à entrada do vale Central, Gomase (esquerda), e num local mais a jusante deste, Ponte das Lavadeiras (direita).....	60
Figura 26 - Relação da precipitação média e caudal à entrada (Gomase) e à saída (Ponte das Lavadeiras) do vale Central. ....	60
Figura 27 - Correlação do caudal com a precipitação à entrada e numa secção mais a jusante do Vale Central.....	61
Figura 28 - Entrada do vale do Arunca, Ponte de Mocate (esquerda) e Saída do vale do Arunca, Caixeira (direita). ....	61
Figura 29 - Relação da precipitação média e caudal à entrada do vale do Arunca (Ponte de Mocate) ao longo dos anos. ....	62
Figura 30 - Relação da precipitação média e caudal à saída do vale do Arunca (Caixeira) ao longo dos anos. ....	62
Figura 31 - Caudal vs precipitação na entrada (Ponte de Mocate) e na saída (Caixeira) do vale do Arunca. ....	63
Figura 32 - Medição da velocidade com o molinete na entrada do vale do Foja, Ponte de Santana. ....	63
Figura 33 - Relação da precipitação média e caudal à entrada do vale do Foja (Ponte Santana) ao longo dos anos.....	64
Figura 34 - Caudal vs precipitação na entrada (Ponte de Santana) do Vale do Foja. ....	64
Figura 35 - Ponte Casal da Rola (esquerda) e açude (direita) na entrada do vale do Arunca. ....	65
Figura 36 - Local de amostragem na saída do vale do Pranto, Maria da Mata (esquerda) e comportas pelas quais o rio Pranto desagua no rio Mondego (direita). ....	65
Figura 37 - Relação da precipitação média e caudal à entrada do vale do Pranto (P.te de Casal da Rola) ao longo dos anos. ....	65
Figura 38 - Caudal vs precipitação na entrada (Ponte Casal da Rola) do vale do Pranto.....	66

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Algumas medidas aplicáveis ao sector agrícola como orientações estratégicas do PNUEA.....	6
Tabela 2 – Boas práticas agrícolas para a conservação do solo e da água .....	13
Tabela 3 – Blocos de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego .....	19
Tabela 4 – Valores limite para os diferentes usos da água. ....	24
Tabela 5 – Balanço de nutrientes no Vale Central.....	67

## **Abreviaturas**

**ABOFHBM** – Associação de Beneficiários da Obra de Fomento Hidroagrícola do Baixo Mondego

**AEA** – Agência Europeia do Ambiente

**AHABM** – Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego

**ARH** – Administração da Região Hidrográfica

**CE** – Comissão Europeia

**DGA** – Direcção-Geral de Agricultura

**DGADR** – Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

**DSRH** – Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos

**ESAC** – Escola Superior Agrária de Coimbra

**INAG** – Instituto Nacional da Água

**INMG** – Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica

**MADRP** – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

**MAOT** – Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território

**OD** – Oxigénio Dissolvido

**PFF** – Produtos Fitofarmacêuticos

**PNUEA** – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

**RAS** – Razão de Adsorção de sódio

**RSU** – Resíduos Sólidos Urbanos

**VLE** – Valor Limite de Emissão

**VMA** – Valor Máximo Admissível

**VMR** – Valor Máximo Recomendado

## Definições

**Água subsuperficial** – água da zona superior (até poucos metros abaixo da superfície freática) do Sistema Aquífero.

**Águas de transição** – massas de águas de superfície na proximidade da foz dos rios, que têm um carácter parcialmente salgado em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são significativamente influenciadas por cursos de água doce.

**Biodiversidade** – abrange todas as formas de vida, desde a célula até aos organismos complexos, e os processos, percursos e ciclos que ligam os organismos vivos entre si, formando populações, ecossistemas e paisagens.

**Monitorização** – processo de recolha e processamento de informação sobre as várias componentes do ciclo hidrológico e elementos de qualidade para a classificação do estado das águas, de forma sistemática, visando acompanhar o comportamento do sistema ou um objectivo específico.

**Rega por superfície ou por gravidade** – compreendendo a rega por alagamento, em canteiros tradicionais e sulcos curtos ou em canteiro com nivelamento de precisão, a rega por submersão em canteiros para arroz, a rega por infiltração por sulcos ou por faixas e a rega por escoamento livre.

**Rega por aspersão** – com sistemas estáticos e disposição em quadrícula, fixos ou deslocáveis, com sistemas móveis de canhão ou rampa puxada por enrolador ou por cabo, e sistemas de rampa móvel pivotante ou de deslocação linear.

**Sustentabilidade do regadio** – pretende traduzir um objectivo de manutenção dos níveis de produtividade a longo prazo, na utilização dos recursos (água e solo), sem perda da sua capacidade regenerativa, tendo em vista o aproveitamento pelas gerações futuras.

---

## I – Introdução

### 1.1 – Enquadramento do problema

A agricultura de regadio foi, durante mais de 6000 anos, um factor poderoso do desenvolvimento humano e continua hoje a ser uma pedra angular do desenvolvimento agrícola a nível mundial (Serralheiro, 2006).

Devido ao crescimento contínuo da população são cada vez maiores as necessidades de produzir alimentos no combate à fome. Enquanto actividade económica, a agricultura está principalmente orientada para a produção, o que a torna dependente da disponibilidade de recursos naturais, cuja exploração exerce pressão no ambiente (Miguel *et al*, 2008). Na agricultura de regadio, esses recursos basilares são o solo e a água. Todo o uso que os degrade, os não conserve ou mesmo os não melhore, compromete o futuro e contraria a sustentabilidade do processo de desenvolvimento (Serralheiro, 2006).

A disponibilidade de água no Mundo distribui-se pelos oceanos, água doce de difícil acesso (aquíferos e regiões polares) e água doce acessível (rios e lagos), com o peso de 97.5%, 2.493% e 0.007% respectivamente (Shiklomanov e Rodda, 2003). A grande disponibilidade de água encontra-se nos oceanos que, por ser salgada, torna-se imprópria para consumo (processo de dessalinização muito dispendioso), restando assim a reduzida percentagem de água doce acessível como fonte para várias actividades consumidoras deste recurso. De todas as actividades que necessitam do recurso água, a agricultura de regadio é a que mais água consome (70%), seguindo-se a indústria e o consumo doméstico com 22% e 8% respectivamente (Rodrigues e Pardal, 2009).

A agricultura de regadio será sustentável enquanto mantiver ou mesmo melhorar a capacidade produtiva das terras, conservando os recursos naturais solo e água (Serralheiro, 2006). O mesmo autor defende que a agricultura de regadio pode e deve ter uma base científica e tecnológica correcta, que lhe garanta inserção ambiental harmoniosa, com capacidade para usar aqueles recursos naturais em perpetuidade. Porém, como actividade económica que é, a sua verdadeira viabilidade final e a sua utilidade como instrumento de progresso, nomeadamente no combate à fome no Mundo, depende acima de tudo da ordem económica mundial. Deverá portanto praticar as melhores técnicas e tecnologias agrícolas, numa atitude conservacionista, ainda que empresarial, mantendo a qualidade dos recursos que lhes são indispensáveis (Serralheiro, 1997).

O desenvolvimento do regadio baseia-se em infra-estruturas de rega, que permitam uma distribuição uniforme e eficiente da água, satisfazendo os objectivos económicos e ambientais. Nos sistemas de carácter empresarial tem-se em vista a maximização dos rendimentos e a minimização dos custos de investimento e de exploração, bem como a redução dos custos de impacte ambiental que estão inerentes à intensificação agrícola (Toureiro e Serralheiro, 2002). Esta sustentabilidade passa pela escolha do melhor

método de rega para determinado tipo de solo, declive, cultura e pela própria eficácia do sistema de rega, rumo à conservação do solo e da água.

A condução eficaz da rega tem um papel fundamental na gestão da água em agricultura. De acordo com Raposo (1996), quaisquer que sejam as condições em causa (de terreno, culturas, sistemas de rega ou tipo de instalação, por exemplo) o regante deve procurar distribuir a água sempre o mais racionalmente possível, fornecendo o estritamente necessário para atingir os objectivos em vista, facto que normalmente se traduz em maiores e melhores, ou até mais rendosas, produções das culturas beneficiadas. A determinação de "quando" regar em tempo oportuno permite não só evitar fornecimentos de água excessivos, não aproveitáveis pelas culturas, como ainda manter as culturas em conforto hídrico e, desta forma, maximizar a produção e o rendimento por unidade de água consumida, melhorando os rendimentos dos agricultores. Permite ainda, em certos casos, aumentar o intervalo entre regas e, desta forma, economizar em mão de obra e/ou energia (LNEC e ISA, 2001).

Atingir um bom estado ecológico para as águas superficiais e uma boa qualidade das águas subterrâneas exige medidas destinadas especificamente ao sector agrícola. Na União Europeia, a agricultura tem um impacto significativo nas águas, sendo em muitas áreas o factor com maior influência. Isto reflecte-se, por exemplo, nas contínuas e elevadas concentrações de nitratos e pesticidas nas águas superficiais e subterrâneas, bem como na excessiva captação de recursos hídricos para rega (AEA, 2003). O uso excessivo da água e de fertilizantes condiciona a fertilidade dos solos, bem como a qualidade das águas, como tal devem-se adoptar técnicas e boas práticas agrícolas para minimizar ou mesmo melhorar estes recursos basilares a várias formas de vida.

A água destinada à rega necessita ser de boa qualidade para o efeito, contudo na prática do regadio devem ser tomadas precauções para não contaminar o meio envolvente. Uma monitorização contínua à qualidade da água num aproveitamento hidroagrícola é um instrumento essencial à gestão ambiental. A elaboração de um plano de monitorização tem o intuito de verificar se a qualidade da água é apta para a utilização prevista (neste caso rega), determinar as tendências da qualidade dos meios aquáticos e como o ambiente é afectado pela libertação de contaminantes (Bartram e Ballance, 1996).

Para mais fácil compreensão interpreta-se o caso de estudo do Baixo Mondego, o Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego. Esta monitorização é elaborada desde 2000, nos meses de Junho, Agosto, Outubro e Novembro, para avaliar a qualidade da água superficial à entrada e à saída das quatro áreas agrícolas (Vale Central, Pranto, Arunca e Foja), a água superficial de rega (no Canal Condutor Geral, CCG) e a água subsuperficial no Vale Central. Quanto a esta última não vai ser analisada no presente trabalho.

Neste plano de monitorização não são avaliados os caudais, facto que será mencionado no capítulo V. Sem valores para os caudais é impossível proceder ao balanço de

---

nutrientes, que é muito importante para verificar se a quantidade de nutrientes fornecida às culturas é a necessária ou aplicada em excesso.

## **1.2 – Objectivos**

Os objectivos do presente estudo referem-se ao Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego e são os seguintes: a) Avaliar a qualidade físico-química da água superficial através das observações do sistema de monitorização que tem sido desenvolvido pela ABOFHBM; b) Identificar possíveis impactes ambientais associados à agricultura de regadio, analisando quais as suas causas; c) Analisar alterações ao plano de monitorização actualmente existente.

## **1.3 – Organização da Tese**

No capítulo II faz-se uma introdução à problemática da qualidade de água na agricultura de regadio. São apresentados alguns aspectos técnicos e legais relacionados com os recursos água e solo, contribuindo para a sua conservação. Focam-se os principais impactes ambientais causados por esta prática, particularmente sobre os recursos onde esta intervém. Refere-se a importância da gestão de água e fertilizantes, bem como as Boas Práticas Agrícolas, rumo à sustentabilidade ambiental dos sistemas agrícolas.

No capítulo III faz-se a caracterização geral do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego e apresenta-se a área beneficiada e gerida pela Associação de Beneficiários da Obra de Fomento do Baixo Mondego (ABOFHBM).

No capítulo seguinte apresenta-se o plano de monitorização desenvolvido pela ABOFHBM, bem como os locais e a frequência das recolhas das amostras de água.

No capítulo V apresentam-se os resultados monitorizados no período 2000-2009, são avaliados os diferentes parâmetros de qualidade das águas para diferentes usos, incluindo uma referência aos limites aceitáveis por lei. Neste capítulo discute-se os valores registados para cada amostragem, referindo quais os registos que não cumprem a legislação nacional, bem como as causas que lhes estão associadas. De um modo mais global analisa-se os valores médios registados ao longo destes anos para os meses representativos das estações Primavera/Verão e Outono/Inverno. Também se analisam os caudais para certos locais e realiza-se o balanço de nutrientes para o Vale Central.

Finalmente, no último capítulo, apresentam-se as principais conclusões do presente trabalho, bem como os contributos para a melhoria do plano de monitorização existente.



---

## **II – Problemática da qualidade de água na agricultura de regadio**

A agricultura de regadio requer elevadas quantidades de água e com a qualidade exigida para o efeito. A qualidade da água é um factor importante no desenvolvimento das culturas e na aptidão dos solos para a agricultura, pois tanto as culturas como os solos podem ser degradados pelo uso sistemático de águas de rega de má qualidade (INAG, 2001). Por outro lado a sua captação excessiva constitui um problema em determinadas zonas da Europa, principalmente nos países costeiros e nas ilhas do Mediterrâneo, levando à redução das massas de água subterrânea, à destruição de habitats e à deterioração da qualidade hídrica (AEA, 2003). Como tal, a prática de regadio não deve desperdiçar a água nem degradar a sua qualidade a jusante para que fique garantida a sua sustentabilidade ambiental e a sua aceitabilidade pela sociedade.

O impacto da agricultura de regadio sobre os recursos hídricos está muitas vezes relacionado com a lixiviação e escoamento de produtos químicos agrícolas aplicados às culturas e ao solo, e o uso desses produtos químicos está muitas vezes associado às condições económicas do país bem como aos subsídios agrícolas à disposição dos agricultores (Bartram *et al*, 2002). É, por isso, necessário promover a gestão equilibrada e racional do regadio, do uso de produtos fitofarmacêuticos e de fertilizantes de modo a prevenir a degradação da qualidade da água e da quantidade disponível bem como a qualidade dos solos. Como tal existe a necessidade de se adoptar técnicas e boas práticas agrícolas que garantam a gestão racional dos recursos naturais e assegurem a perpetuação tanto da própria actividade como das outras formas de vida que, com ela, coexistem ou dela dependem (MADRP, 2000).

### **2.1 – Aspectos técnicos e legais**

#### **2.1.1 – Técnicas para conservação da água e do solo**

As soluções técnicas de grande importância que se devem adoptar logo no início da obra de rega são o revestimento dos canais de irrigação e uma boa rede de drenagem para retirar a água em excesso, evitando-se, entre outros problemas, a acumulação de sais no solo.

A implementação de técnicas de regadio adequadas, permitem além de poupar água, que é recurso escasso, alargar a área de regadio da exploração. A aplicação da água deve ser uniforme em toda a parcela de rega e o método escolhido deve ser adaptado à cultura, tipo de solo e inclinação do terreno (Chambel, 2005).

Os métodos e processos de rega existentes podem ser melhorados na sua eficiência e uniformidade de distribuição com a adopção de determinados equipamentos e técnicas operatórias recentes. Os declives excessivos no terreno originam altas velocidades de escoamento e elevadas perdas a jusante, enquanto declives insuficientes ou irregulares provocam escoamento demasiado lento, com importantes perdas por infiltração profunda, encharcamento do solo em zonas depressionárias e baixa uniformidade de

distribuição. O uso de equipamento lazer para o nivelamento dos terrenos permite a máxima uniformidade de distribuição, minimizando as perdas por infiltração profunda (Pereira, 2004).

Ao longo do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) foram identificadas, entre as 87 medidas prioritárias para os diferentes sectores, 22 medidas para o sector agrícola, entre as quais, numa primeira fase foram seleccionadas 12 (Mendes, 2008):

**Tabela 1 – Algumas medidas aplicáveis ao sector agrícola como orientações estratégicas do PNUEA. (Adaptado de Mendes, 2008).**

<b>Medida 52</b>	Reconversão dos métodos de rega
<b>Medida 53</b>	Adequação dos volumes de água de rega às necessidades hídricas das culturas - sistema de aviso de rega
<b>Medida 54</b>	Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - condução da rega
<b>Medida 55</b>	Utilização do sistema tarifário adequado
<b>Medida 59</b>	Minimização das perdas de água no transporte e distribuição
<b>Medida 60</b>	Adequação dos procedimentos no transporte e distribuição
<b>Medida 61</b>	Adaptação de técnicas no transporte e distribuição
<b>Medida 63</b>	Adequação do dimensionamento de sistemas de rega por gravidade
<b>Medida 64</b>	Adequação dos procedimentos na rega por gravidade
<b>Medida 66</b>	Adequação dos procedimentos na rega por aspersão - controlo de escoamento superficial e erosão
<b>Medida 67</b>	Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: rega em período nocturno
<b>Medida 70</b>	Adaptação ou substituição de equipamento de aspersão móvel
<b>Medida 71</b>	Adequação dos procedimentos de rega localizada

A aplicação de dotação de água adequada ao tipo de solo e cultura, a sua uniformidade de distribuição e a melhor oportunidade de rega, bem como a adopção de métodos de rega mais eficientes e a rotação das culturas são técnicas importantes para manter a fertilidade dos solos e qualidade das águas (MADRP, 1997).

Uma técnica de conservação da água no solo é a utilização de sementeira directa e mobilização mínima dos solos, em que o solo se mantém coberto por resíduos da cultura anterior, o que aumenta a fracção de água infiltrada e, ao mesmo tempo, diminui a evaporação da água do solo (Pereira, 2005), possibilitando uma menor acumulação dos sais durante o Verão e uma maior lavagem dos mesmos durante o Inverno (Mendes e Carvalho, 2009). Um estudo realizado por Costa (2004) mostra que a sementeira directa pode reduzir o escoamento superficial em 81%, as gotas da chuva caem na cobertura morta, constituída por resíduos das culturas, tendo mais tempo para se infiltrar e diminuindo o escoamento superficial da água, controlando-se, de forma mais eficaz a erosão do solo.

As técnicas na aplicação dos adubos, ao solo ou directamente às plantas, poderão ter um grande interesse. Assim, uma conveniente localização dos adubos pode contribuir para um aumento da taxa de utilização dos nutrientes, com efeitos positivos na redução da quantidade a aplicar. Também a fertirrigação, que hoje se encontra em franca expansão nas zonas de regadio, está a contribuir para a optimização da aplicação simultânea da

---

água e dos nutrientes, permitindo, sobretudo quando se usam determinados sistemas de rega (por exemplo a rega gota-a-gota), evitar acumulações de iões no solo e, deste modo, diminuir o risco da sua salinização e da poluição das águas (Santos 1995 a).

A reutilização dos caudais excedentes tem sido objecto de investigação, tanto em termos agronómicos como ambientais. No entanto é dispendiosa pois requer facilidades de armazenamento das águas drenadas, de bombagem e de transporte a partir destes reservatórios até à cabeceira da parcela a regar, bem como eventual controlo da qualidade da água (Pereira, 2004).

Há uma grande diversidade de materiais de natureza orgânica, alguns dos quais subprodutos das explorações agrícolas e agropecuárias, como estrumes, compostos, resíduos das culturas, entre outros, que são habitualmente usados como correctivos orgânicos do solo com o objectivo fundamental de melhorar as suas características físicas, químicas e biológicas (MADRP, 1997). Os resíduos obtidos no saneamento básico dos aglomerados populacionais e os efluentes da pecuária, apresentem carácter poluente mas após conveniente tratamento podem ter interesse como fertilizante (Santos, 1995 b). Uma tal reciclagem, para além de efectuar, ou completar, o seu tratamento, permite tirar partido do seu interesse fertilizante, em particular no que se refere à matéria orgânica, a certos nutrientes e, nalguns casos, à água que contém. Convirá, no entanto, nunca confundir estes produtos com os tradicionais estrumes, especialmente no que diz respeito às quantidades em que devem ser aplicados (Santos, 1995 a).

### **2.1.2 – Legislação**

Para atingir um bom estado das águas superficiais e subterrâneas é necessário reduzir o impacte da agricultura de regadio nos recursos hídricos europeus. Tal exigirá a integração das políticas ambiental e agrícola a nível europeu (AEA, 2003).

A União Europeia, na década oitenta, cria a Política Agrícola Comum (PAC) encorajando os agricultores a prosseguir o seu papel positivo na preservação do espaço natural e do ambiente através de medidas de desenvolvimento rural específicas e da garantia da rentabilidade da agricultura nas diferentes regiões da UE. Desde então tem vindo a ser adaptada, a fim de servir cada vez melhor os objectivos de um desenvolvimento sustentável (CE e DGA, 2003). Os regimes agro-ambientais, que foram apoiados pela UE desde a sua introdução pelas reformas da PAC em 1992, constituem incentivos aos agricultores para fornecer serviços ambientais que excedem a observação de boas práticas agrícolas. Neste âmbito, foram consolidadas normas jurídicas de base num eixo específico da política de desenvolvimento rural para o período 2007–2013. Os agricultores que assumem voluntariamente compromissos agro-ambientais por um período mínimo de cinco anos podem beneficiar de auxílio (CE, 2007). A reforma da PAC da agenda 2000 inclui o princípio das boas práticas agrícolas, que devem corresponder ao tipo de agricultura que um agricultor com bom senso praticaria na região em causa, o que pressupõe o respeito das disposições ambientais em

vigor. As boas práticas agrícolas constituem o requisito determinante para a adesão dos agricultores aos regimes agro-ambientais (CE e DGA, 2003). Para tornar as medidas eficazes, será necessário integrar as políticas ambientais, tais como a Directiva-Quadro da água e a Directiva dos Nitratos, na política agrícola comum (AEA, 2003).

A Directiva 91/676/CEE de 12 de Dezembro de 1991 (Directiva Nitratos) surgiu com o objectivo de reduzir a poluição das águas causada ou induzida por nitratos de origem agrícola, bem como impedir a propagação desta poluição, a fim de proteger a saúde humana, os recursos vivos e os sistemas aquáticos, e salvaguardar outras utilizações legítimas da água. Como tal surge a necessidade de identificar as águas poluídas e as águas susceptíveis de serem poluídas, bem como as zonas vulneráveis. Os Estados-Membros são responsáveis pela elaboração de um Código de Boas Práticas Agrícolas, bem como acções de formação e informação dos agricultores para promover a aplicação deste. Também têm a responsabilidade de criar programas de acção para zonas designadas como vulneráveis, tendo em conta os dados científicos e técnicos disponíveis, sobretudo no que se refere às contribuições relativas de azoto proveniente de fontes agrícolas ou outras, e as condições do ambiente nas regiões em causa. Esta directiva foi transposta para ordem jurídica nacional originando o Decreto-Lei nº 235/97 de 3 de Setembro.

A Directiva-Quadro de Água (Directiva 2000/60/CE de 23 de Outubro) surgiu em 2000 com o objectivo de estabelecer um enquadramento para a protecção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas, com o intuito de estabelecer o bom estado ecológico destas massas de água até 2015. Este enquadramento é baseado na promoção de um consumo sustentável na protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis e nos ecossistemas a estes inerentes, na adopção de medidas específicas para a redução gradual das descargas, emissões e perdas de substâncias que danificam estes ecossistemas, bem como na mitigação dos efeitos das inundações e secas. Para tal os Estados-Membros são responsáveis na elaboração de um plano de gestão de bacia hidrográfica para cada região hidrográfica, analisando as características da região hidrográfica, descrevendo os impactos da actividade humana sobre o estado das águas de superfície e sobre as águas subterrâneas, bem como a análise económica da utilização da água. Programas de monitorização às águas superficiais, subterrâneas e zonas protegidas também são objecto desta directiva de forma a permitir uma análise coerente e exaustiva do estado das águas em cada região hidrográfica. A monitorização tem particularmente duas finalidades: a avaliação do estado das águas, designada por monitorização de vigilância, e o diagnóstico de problemas, designada por monitorização operacional. Na monitorização de vigilância devem ser monitorizados os parâmetros indicativos de todos os elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-química e os outros poluentes com descargas significativas na bacia hidrográfica, permitindo classificar o estado ecológico das águas. A monitorização operacional visa determinar o estado de todos os meios hídricos identificados como susceptíveis de não cumprirem os objectivos ambientais e a evolução do seu estado em resultado da aplicação dos

---

programas de medidas. Existe um terceiro tipo de monitorização que complementa as duas anteriores, designado monitorização de investigação. Esta monitorização é aplicada quando são desconhecidas as causas responsáveis pelo não cumprimento de objectivos ambientais e, ainda, nos casos de avaliação da extensão e impacte ambiental das actividades humanas. Esta directiva europeia foi transposta para ordem jurídica nacional originando a Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro, designada Lei da Água.

No que diz respeito à legislação nacional em vigor para a qualidade dos recursos hídricos em função dos seus principais usos, é descrita no DL n.º 236/98, de 1 de Agosto. Neste diploma são estabelecidas normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas atendendo à utilização prevista. Como tal são definidos valores máximos recomendáveis (VMR) e valores máximos admissíveis (VMA), para os diferentes parâmetros (físicos, químicos e biológicos) de qualidade das águas analisados, que não devem ser desrespeitados, bem como valores limite de emissão (VLE) para a descarga de águas residuais. No presente estudo vamos dar ênfase à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano, qualidade das águas destinadas à rega, aos objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais e à qualidade das águas para consumo humano. Relativamente a este último uso (águas de consumo humano), foi revogado e substituído pelo DL n.º 243/2001, de 5 de Setembro que transpôs para o ordenamento jurídico interno a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro. A sua revisão em 2007 originou o DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto, tendo como objectivos proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da contaminação da água e assegurar o equilíbrio da sua composição, bem como estabelecer critérios de repartição da responsabilidade pela gestão de um sistema de abastecimento público de água para consumo humano, quando a mesma seja partilhada por duas ou mais entidades gestoras.

Um facto a referir é que a Lei da água surgiu depois do DL n.º 236/98 de 1 de Agosto, demonstrando que inicialmente foi necessário regular o uso para os diferentes tipos e só com a evolução do nível e qualidade de vida é que se passou a uma nova fase mais exigente, integrando o valor da água e o seu valor e preservação ecológica.

## **2.2 – Impactes ambientais**

A actividade agrícola não se limita à simples produção de alimentos. Ao longo da cadeia de produção, diversos são os processos que provocam um impacte negativo no ambiente (CE e DGA, 2003), sobretudo nos recursos que maior pressão exerce, sendo também estes essenciais a todos os processos que sustentam a vida no Planeta, pelo restabelecimento do equilíbrio e qualidade de vida (Chambel, 2005). Os recursos fundamentais para esta prática são a água e o solo, todo o uso que os degrade, não conserve ou mesmo não melhore, compromete o futuro e contraria a sustentabilidade do processo de desenvolvimento (Serralheiro, 2005).

A especialização, a concentração e a intensificação da produção agrícola ocorrida nas últimas décadas, são amplamente reconhecidas como uma ameaça potencial para a conservação da biodiversidade (Roberto, 2009). Resultado de uma utilização intensiva de pesticidas e fertilizantes, práticas de drenagem e rega incorrectas, elevado nível de mecanização e utilização inadequada dos solos (CE e DGA, 2003).

A diminuição da qualidade das águas provocada pelo aumento de nutrientes é, sem dúvida, a forma de poluição que, mais frequentemente, aparece associada à fertilização dos solos. É evidente, no entanto, que aquela poluição não pode deixar de se encontrar intimamente relacionada com a poluição dos solos, uma vez que é nestes que os fertilizantes quase sempre se aplicam e as águas se movimentam (Santos, 1995 b).

A contaminação das águas ocorre, principalmente, pela lavagem de sais do solo e pelo uso de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos. O excesso de água aplicada na rega drena para os cursos de água, através do escoamento superficial e subsuperficial, ou escoar por percolação profunda para os aquíferos. Este excesso de água arrasta sais solúveis já existentes no solo juntamente com aqueles que são aplicados na água de rega. O caso mais problemático é o dos nitratos devido à sua elevada solubilidade, estando sujeito a grandes perdas, principalmente se ocorrerem chuvas após a aplicação do fertilizante. Outro nutriente a considerar é o fósforo que, em elevadas quantidades nas águas superficiais e conjuntamente ao azoto, favorecem o crescimento de organismos fotossintéticos provocando a eutrofização das valas e canais (Raposo, 1996).

Um fenómeno ambiental de grande importância é a erosão dos solos que leva à sua eventual destruição. Este fenómeno ocorre quando não é levado em conta o tipo de solo, a topografia do terreno, as culturas a serem beneficiadas, as técnicas de cultivo (no que respeita às rotações das culturas), as condições climáticas, entre outras (Raposo, 1996). Os materiais sólidos resultantes da erosão do solo são transportados pela água em movimento sobre o terreno, para as formações superficiais de água (albufeiras, rios, canais) onde se depositam, colmatando espaços destinados ao movimento ou ao depósito da água, seja no leito de rios e albufeiras, seja nos canais e órgãos de controlo das redes hidráulicas (Serralheiro, 2006). Para além de contribuir para a perda quantitativa e qualitativa do solo, este processo degrada a qualidade da água, pois verifica-se o transporte de certos nutrientes com os sedimentos (especialmente os componentes fosfatados e azotados).

Um outro fenómeno é o encharcamento do solo que ocorre quando os regadios têm baixa eficiência de rega, não existindo redes de drenagem adequadas e, como consequência, poderá ocorrer a elevação do nível do lençol freático. Devido a este facto, as culturas mais sensíveis podem ser danificadas, pois o excesso de humidade nas raízes provoca a redução do seu desenvolvimento, podendo até inviabilizar o cultivo dos campos. Associado ao encharcamento pode ocorrer a salinização e a sodização dos solos. A salinização pode ocorrer pela subida de sais das camadas mais profundas, ou pela administração de água para rega com elevados teores de sais, e a sodização pode

---

acontecer quando a água contém elevados teores de sódio e o solo um défice de magnésio e cálcio (Raposo, 1996).

### **2.3 – Gestão da água e fertilizantes. Importância das Boas Práticas Agrícolas**

É de evidenciar que a prática de regadio requer grandes consumos de água, o que leva a uma redução considerável deste importante recurso. Sem acesso a água para rega, a produção agrícola seria substancialmente reduzida em muitos países europeus. No Sudoeste da Europa, tem-se verificado uma tendência crescente na captação de água para fins agrícolas. O excesso de captação de água poderá causar efeitos ecológicos adversos nas massas de água e nas zonas húmidas (AEA, 2003).

A água é um elemento indispensável para satisfazer as necessidades fisiológicas das culturas, obtendo um melhor desenvolvimento e crescimento. Também estas culturas só poderão produzir plenamente em quantidade e qualidade se, para além de outras condições ambientais favoráveis, tiverem à sua disposição durante todo o período de crescimento os diversos nutrientes minerais (azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco, níquel, boro, molibdénio e cloro) nas quantidades e proporções mais adequadas (MADRP, 1997).

No entanto, quando aplicada em excesso, a água escoar para fora das zonas regadas por escoamento superficial e infiltração profunda, arrastando os nutrientes solúveis existentes no solo (que lhe são essenciais) degradando este e contaminando as águas superficiais e subterrâneas. A aplicação de dotações adequadas, o controlo da duração da rega e a escolha da oportunidade apropriada para regar permitem aos agricultores controlar os usos de água, bem como contrariar impactos negativos da rega, tais como a contaminação por nitratos e agro-químicos, os desperdícios por escoamento superficial e por percolação, e a erosão ligada ao escoamento excessivo (Pereira, 2005). Com o intuito de aumentar a eficácia da utilização de água de rega poder-se-á adoptar tecnologias como, por exemplo, um sistema de avisos de rega cuja finalidade é indicar a oportunidade e a dotação a aplicar, consoante o sistema de rega em causa.

As soluções para a protecção do solo e da água no interior de cada exploração têm que considerar simultaneamente estes dois recursos, dada a interligação existente entre eles. Como é o caso da gestão dos fertilizantes, cuja aplicação contribui para melhorar a fertilidade das terras e, como tal, para conservar o solo, mas que requer que seja feita de forma a evitar a contaminação das águas (MADRP, 2000). As perdas excessivas de água por escoamento superficial, percolação e evaporação devem ser evitadas, bem como a aplicação excessiva de fertilizantes, obtendo-se um ganho económico e ambiental. Quanto aos fertilizantes, é necessário um cuidado acrescido principalmente no caso dos nitratos, uma vez que estes são muito solúveis em água e por isso facilmente transportados. A redução das perdas de nitratos do solo arrastados pelas águas de escoamento superficial e ou pelas águas de infiltração, para além da diminuição da poluição das águas superficiais e das águas subterrâneas, contribui, também, para um melhor aproveitamento do azoto pelas culturas e para o aumento das

suas produções, concorrendo, assim, para uma rentabilidade económica mais elevada do uso dos fertilizantes e de outros factores de produção (MADRP, 1997).

O Código de Boas Práticas Agrícolas surge de modo a estabelecer orientações e directrizes de carácter geral com o intuito de racionalizar a prática das fertilizações e de todo um conjunto de operações e de técnicas culturais que directa ou indirectamente interferem na dinâmica do azoto nos ecossistemas agrários, de forma a minimizar as suas perdas sob a forma de nitratos e, assim, proteger as águas superficiais e subterrâneas desta forma de poluição (MADRP, 1997).

É sobre o solo e a água que a agricultura de regadio exerce maior pressão, logo é nestes recursos que vão incidir as boas práticas agrícolas. De uma forma simples e resumida são referidas algumas práticas agrícolas mencionadas no manual básico de práticas agrícolas (MADRP, 2000) para a conservação do solo e da água (tabela 2).

As práticas agrícolas adoptadas para melhorar a fertilidade do solo incidem no enriquecimento deste em matéria orgânica, na fertilização racional das culturas e correcção da acidez do solo. Para tal é necessário conhecer as disponibilidades do solo em nutrientes, quais os nutrientes existentes na água de rega que podem ser úteis para a planta, quando e quanto a cultura necessita de cada nutriente para atingir a produção desejada e como devem ser aplicados os fertilizantes. Deve-se tirar o máximo partido das matérias fertilizantes (designados por correctivos orgânicos quando aplicado ao solo), que podem ser resíduos da actividade agrícola, estrumes, compostos de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e lamas provenientes do tratamento de efluentes, sempre com as devidas precauções. A correcção do excesso de acidez do solo faz-se através da aplicação uniforme de um correctivo (calcário) que permite a subida do pH do solo. No que se refere às práticas agrícolas para a defesa do solo contra a erosão é necessário distribuir as culturas na exploração e fazer as rotações destas atendendo principalmente ao tipo de solo, ao declive e às condições climáticas, deve-se proceder à mobilização mínima dos solos, à sementeira directa bem como evitar a pulverização excessiva do solo e o uso de maquinaria, diminuindo o escoamento superficial e o arrastamento da camada arável do solo, e reduzindo a possível compactação dos solos. É necessário adaptar as técnicas de regadio (método e condução de rega, equipamento, programação) às condições da área a beneficiar, como por exemplo utilizar métodos de rega por gravidade em terrenos planos e métodos de rega sob pressão em terrenos mais declivosos, de modo a garantir uma maior uniformidade de aplicação da água. A protecção da qualidade do solo e da água em relação aos produtos fitofarmacêuticos deve ser assegurada, na escolha dos produtos homologados e menos tóxicos para o Homem e que apresente menor risco para os animais e para o ambiente, no cumprimento das condições de aplicação indicados no rótulo das embalagens (doses, concentração, época e intervalo de aplicação) e precauções para evitar problemas de toxicidade. As aplicações destes produtos devem ser localizadas e o seu manuseamento deve ser efectuado a mais de dez metros de distância dos cursos de água, poços, furos, nascentes, rios e ribeiras, valas ou condutas de drenagem. As embalagens vazias devem ser recolhidas por entidades especializadas de modo a efectuarem o devido tratamento.



Tabela 2 – Boas práticas agrícolas para a conservação do solo e da água (Adaptado de MADRP, 2000).

Conservação do solo	Melhorar a fertilidade do solo	Enriquecer o solo em matéria orgânica
		Fertilizar racionalmente as culturas
		Corrigir a acidez do solo
	Defender o solo contra a erosão	Distribuição das culturas na exploração
		Rotações culturais
		Racionalizar a mobilização do solo
		Cuidados especiais no cultivo de terrenos com declive elevado
		Adaptar as técnicas de regadio
	Proteger a qualidade do solo da poluição com produtos fitofarmacêuticos (PFF)	Evitar a compactação do solo
		Regras gerais para o uso dos produtos fitofarmacêuticos
Cuidados na aplicação dos produtos fitofarmacêuticos		
Conservação da água	Utilizar racionalmente a água de rega	Armazenar e manusear correctamente os produtos fitofarmacêuticos na exploração
		Saber quando e quanto regar
	Proteger a qualidade da água da poluição com fertilizantes	Escolher a época e as técnicas de aplicação dos adubos azotados
		Controlar os nitratos do solo entre duas culturas sucessivas
		Utilizar racionalmente os efluentes da pecuária
		Armazenar e manusear correctamente os adubos
		Armazenar correctamente os efluentes da pecuária produzidos na exploração
	Proteger a qualidade da água da poluição com produtos fitofarmacêuticos (PFF)	Não manusear PFF junto de cursos de água, levadas, poços, furos ou nascentes
	Proteger os rios e as ribeiras	Assegurar uma boa drenagem dos campos adjacentes
		Prevenir os efeitos destrutivos das cheias

As práticas agrícolas na conservação da água passam pelo uso racional da água de rega, como tal é necessário saber quando e quanto regar, recorrendo a análises para conhecimento da capacidade de armazenamento do solo nas diferentes parcelas a regar, adaptar o melhor método de rega à cultura, tipo de solo e inclinação do terreno e as necessidades de água da cultura em função das condições climáticas locais. Numa gestão equilibrada da água poder-se-á recorrer à reutilização da água perdida por escoamento superficial na rega, evitando a sua saída da exploração agrícola. A protecção da qualidade da água da poluição com fertilizantes, principalmente nitratos, está especialmente relacionada com a quantidade de fertilizantes azotados aplicada ao solo, com a técnica e época da sua aplicação. Como tal deve-se aplicar os fertilizantes

só nas épocas em que as culturas mais necessitam e não aplicar se a previsão for de chuva nas 48 horas seguintes para evitar a perda de nitratos em profundidade e/ou à superfície (escoamento subterrâneo e/ou superficial). As culturas de Primavera/Verão devem ser intercaladas com outras culturas no Inverno, de modo a estas últimas consumirem os nitratos existentes no solo. Os resíduos das culturas intercalares podem servir como adubo verde, quando enterrados no solo, ou deixados na superfície do solo para protecção contra a erosão e a evaporação directa, diminuindo as necessidades de água da cultura de Primavera. O uso de efluentes das pecuárias (estrumes) tem de ser feito de modo racional, incorporando-os no solo logo após a sua distribuição e, sempre que possível, utilizar equipamentos que permitam a injeção deste no solo. A aplicação dos estrumes e a instalação da cultura deve ser feita num período relativamente curto, e sempre distante de fontes, rios e ribeiras. O armazenamento e manuseamento correcto dos adubos e efluentes de pecuária devem ser efectuado em locais secos e impermeabilizados, situados sempre a mais de dez metros de distância dos rios e ribeiras, de valas ou condutas de drenagem, de poços, furos ou nascentes. Na protecção dos rios e ribeiras, para além das práticas agrícolas já mencionadas, a conservação da vegetação nas suas margens e a instalação de nova vegetação é importante, uma vez que ajuda a reter a água e diminui a velocidade do escoamento, aumentando a infiltração da água, protege e estabiliza os taludes e as margens em situação de cheia, intercepta as partículas de solo e os excedentes de fertilizantes arrastados pelo escoamento superficial, servindo como um filtro biológico.

A adopção de medidas neste sector é fundamental para uma gestão correcta de recursos e que são da extrema importância ao ecossistema. Saliente-se porém, que estes não inibem a necessidade de haver controlo analítico dos recursos, pelo que devem ser elaboradas análises ao solo e à água, a fim de monitorizar a sua qualidade e permitir uma melhor aplicação destas medidas de forma ajustada. Estas análises devem ser elaboradas sempre que necessário, pois são uma ferramenta de controlo importante na gestão daqueles recursos naturais (Chambel, 2005).

#### **2.4 – Papel da monitorização da água em gestão ambiental**

Os problemas de degradação da qualidade da água aliados às necessidades cada vez mais exigentes em termos de qualidade implicam um conhecimento mais detalhado e atempado do estado e evolução dos ecossistemas aquáticos. A implementação de uma rede de referência de monitorização da qualidade da água permite obter informação sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas da água relacionando-as tanto com as condições naturais, como com as acções antropogénicas e usos existentes, da saúde pública e estabilidade dos ecossistemas e, desta forma apoiar a gestão da água no domínio da verificação das exigências em termos de qualidade (DSRH/INAG, 2001).

O caso mais problemático na agricultura de regadio é a possível libertação de nitratos para os meios hídricos superficiais e subterrâneos (poluição difusa). Face à necessidade de se dar cumprimento às exigências da legislação nacional e às normas comunitárias

---

sobre protecção das águas devido à contaminação com poluentes agrícolas, torna-se necessário implementar redes específicas de monitorização de qualidade dos recursos hídricos (INAG, 1999).

Segundo a Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos (DSRH) e o INAG (2001), com a implementação de uma rede de monitorização da qualidade da água é possível:

- Avaliar a qualidade da água, de forma continuada e consistente, permitindo a classificação do meio hídrico em função dos usos existentes e previstos, a verificação do cumprimento do normativo nacional e comunitário, e a identificação de episódios de poluição;
- Detectar tendências e alterações de longo e médio prazo na qualidade da água para identificar os principais poluentes, sua variação e impacto na qualidade da água, avaliar a carga poluente afluente aos cursos de água e descarregada para o mar;
- Identificar, descrever e explicar os principais factores que afectam a qualidade da água, alterações e tendências verificadas de forma a controlar as fontes de poluição pontuais e difusas mais significativas, definir medidas e programas de despoluição que permitam melhorar e/ou preservar a qualidade da água e avaliar a eficácia dos programas de redução da poluição.

Os mesmos autores referem que as redes de monitorização da qualidade da água podem ser de dois tipos consoante os objectivos a que se destinam:

- Redes de referência – visam, essencialmente, a caracterização do recurso e o acompanhamento da sua evolução espaço-temporal para uma adequada gestão do mesmo, ou
- Redes específicas – visam, o controlo de situações de risco, como fenómenos localizados de poluição.

As redes específicas podem ser implementadas no perímetro de rega de aproveitamentos hidroagrícolas. Esta rede pretende evitar a degradação da qualidade do recurso água, através da detecção atempada de concentrações anómalas de substâncias poluentes, resultantes de más práticas agrícolas, que alerte para a necessidade de implementação de medidas minimizadoras de poluição (DSRH/INAG, 2001).

De um modo geral, Bartram e Balance (1996) definem a monitorização da qualidade da água como a recolha de informações em locais anteriormente definidos e em regulares intervalos de tempo de modo a representar as condições actuais e estabelecer tendências. As frequências de amostragem estabelecidas devem permitir a obtenção de resultados com um nível aceitável de confiança e precisão. Assim, a monitorização deve ser programada com o objectivo de fornecer os dados necessários para a análise de factores como a variabilidade dos parâmetros em condições naturais ou alteradas e a variabilidade sazonal dos mesmos. Pretende-se garantir que os resultados da monitorização reflectem as alterações provocadas pela actividade humana (INAG,

2001). Esta monitorização constitui então um instrumento de gestão ambiental fundamental para o controlo da poluição das águas, pois tem o propósito de comparar os impactes previstos e reais, em especial para antecipar possíveis problemas e recorrer a medidas preventivas.

Uma monitorização da qualidade da água compreende um conjunto de pontos de amostragem, onde são recolhidas amostras de água para posterior análise dos diferentes parâmetros analisados. A representatividade das amostras é considerada no espaço e no tempo, dado que a temperatura, a insolação e a ocorrência de precipitação condicionam fortemente a qualidade da água.

Para uma maior eficácia da rede de monitorização devem dotar-se algumas estações de sensores e registo de dados (*data logger*), de modo a permitirem uma monitorização contínua da qualidade da água e do estabelecimento de relações entre os escassos parâmetros dos sensores e parâmetros analisados laboratorialmente de forma discreta. Um modo de tornar possível uma intervenção mais rápida e eficaz na resolução de problemas de poluição, que afectam não só as actividades socioeconómicas mas também o equilíbrio dos ecossistemas, é proceder a meios de teletransmissão (DSRH/INAG, 2001), onde é enviado um alerta sempre que os limites sejam ultrapassados.

### III – Caracterização geral do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego

#### 3.1 - Localização

A bacia hidrográfica do rio Mondego, a primeira maior bacia integralmente nacional, situa-se na região centro de Portugal, sendo limitada pelos paralelos 39°46' e 40°48' de latitude Norte e os meridianos 7°14' e 8°52' de longitude Oeste. O rio Mondego nasce na Serra da Estrela a 1547 m de altitude, percorrendo cerca de 300 Km até desaguar no Oceano Atlântico junto à Figueira da Foz (MAOT, 1999a).

Esta bacia possui um regadio colectivo de grande dimensão e, por isso, de maior importância, que se localiza a jusante de Coimbra, designado por Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego (AHABM).

Este localiza-se na região da Beira Litoral e beneficia de uma área com cerca de 13000 hectares de extensa planície de origem aluvial, entre Coimbra e Figueira da Foz. Engloba cinco concelhos do distrito de Coimbra: Figueira da Foz, Montemor-o-Velho, Soure, Condeixa-a-Nova e Coimbra.

É constituído por uma faixa que se desenvolve ao longo do rio Mondego (Vale Central) e os seus afluentes (Vales Secundários) (Figura 1) nomeadamente, na margem direita, o rio Foja e a ribeira de Ançã, e, na margem esquerda, os rios Pranto, Arunca, Ega e ribeira de Cernache.

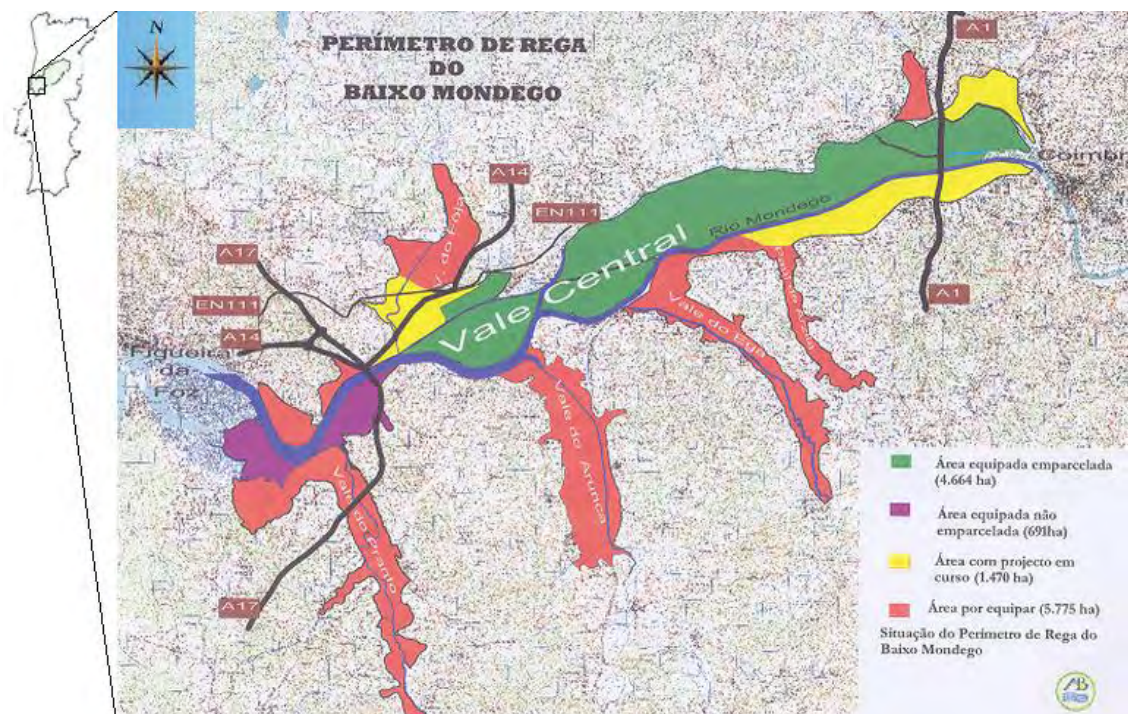


Figura 1 – Localização do perímetro de rega do Baixo Mondego (adaptado: [www.abofhbm.net/historial.htm](http://www.abofhbm.net/historial.htm))

### **3.2 – Clima**

O clima prevalecente na bacia hidrográfica do rio Mondego resulta da influência mediterrânica e atlântica. A influência mediterrânica faz-se sentir predominantemente no Verão, estando associada a temperaturas e insolação elevadas e a uma quase total ausência de precipitação. A influência atlântica caracteriza-se pelas superfícies frontais predominantes no Inverno e que, deslocando-se de Oeste para Este, são responsáveis pela maior parte da precipitação que ocorre sobre a bacia (MAOT, 1999a).

As temperaturas médias anuais registadas no vale do Baixo Mondego têm pouca variação, contudo no seu desenvolvimento, no sentido de jusante, denotam-se alterações no regime térmico anual. Assim, no sentido Coimbra – Figueira da Foz, observa-se uma diminuição da temperatura durante o Verão, e o inverso durante o Inverno. A precipitação média anual aumenta no sentido de montante do vale do Baixo Mondego, devido às massas de ar marítimo trazidas pelos ventos do quadrante Oeste que atravessam o vale no sentido de montante, provocando uma maior precipitação onde o relevo se acentua, ou seja no início do vale (INMG, 1979).

### **3.3 – Geomorfologia**

A área em estudo insere-se no Baixo Mondego aluvionar, na unidade geomorfológica correspondente à Orla Mesocenozóica Ocidental. Em toda a extensão do amplo vale aluvionar do Baixo Mondego predominam as rochas sedimentares provenientes em grande parte do maciço antigo (rochas granitóides e xistosas), constituindo uma fatia da orla cenomesozóica ocidental. A jusante do vale podem observar-se areias e arenitos, muitas vezes grosseiros de estratificação entrecruzada, com intercalações argilosas que remontam ao Jurássico Superior e ao Cenomaniano Médio. Também se podem observar limos, vasas e, por vezes, calhaus rolados. Em Montemor-o-Velho ocorre a presença de areias mais ou menos consolidadas, com intercalações argilosas, às vezes feldspáticas e micáceas, por vezes avermelhadas com uma espessura de cerca de 30 cm, podendo ter a sua origem no Turoniano Superior. Da Figueira da Foz a Coimbra, os terrenos cretácios mostram presença de argilas, alternantes com calcários.

### **3.4 – Blocos de rega**

Toda esta área tem um elevado potencial produtivo, pois os seus terrenos são muito férteis, e durante séculos esteve fortemente condicionada por inúmeros factores de estrangulamento, designadamente cheias de ocorrência frequente, drenagem agrícola ineficaz, rega com água em quantidade e qualidade diminutas e acessos agrícolas e rurais precários (MAOT, 1999b). Foi então, com a finalidade de melhorar estas condições, que surgiu o AHABM.

A construção das infra-estruturas deste Aproveitamento foi iniciada na década de 70 e ainda não está concluída. Existem, por conseguinte, blocos de rega já equipados e em exploração, entregues à Associação de Beneficiários da Obra de Fomento Hidroagrícola do Baixo Mondego (ABOFHBM) (Figura 2), e outros blocos em fase de projecto ou de execução das obras (MAOT, 1999a).

Uma infra-estrutura a considerar é o Açude de Coimbra, em cuja albufeira são recebidos os caudais regularizados proveniente de montante e a partir da qual são derivados caudais para um Canal Conductor Geral implantado ao longo da margem direita do rio Mondego (captações para rega). O açude garante níveis de água e caudais necessários para regar os perímetros de rega do AHABM, evitando a introdução de material sólido no canal e facilitando a eliminação de corpos flutuantes (MAOT, 1999b).

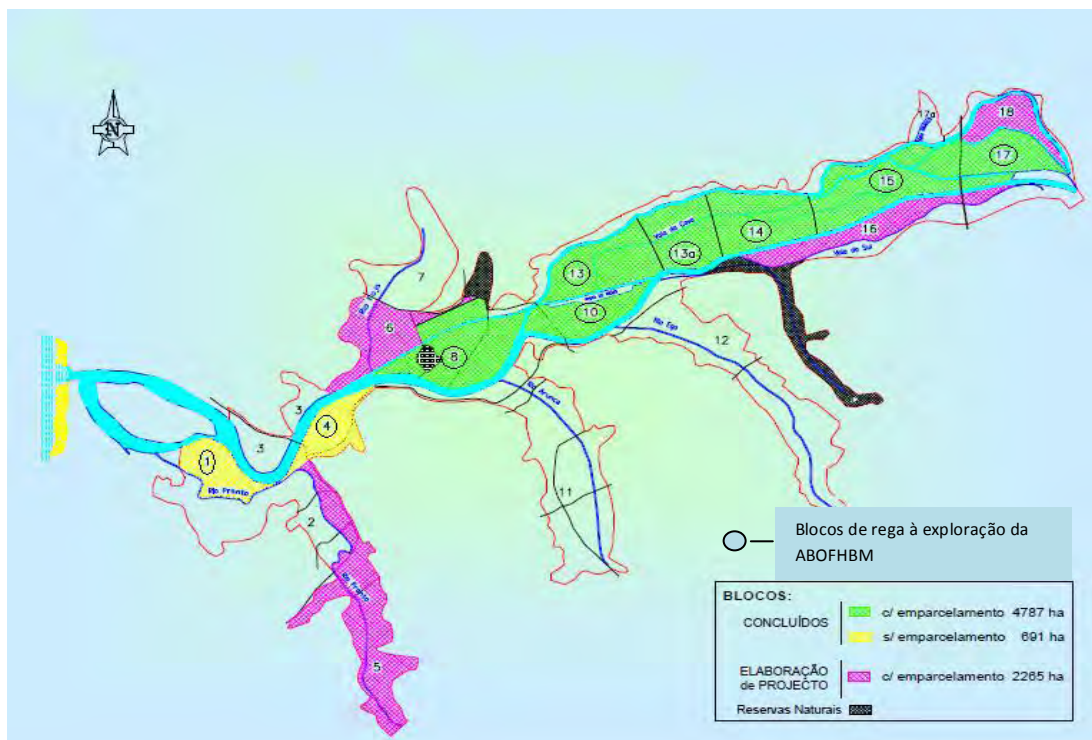


Figura 2 – Blocos de rega do AHBM. (Adaptado de Canha, 2007)

De acordo com a 1ª Fase do PBH do rio Mondego (Volume III) a área total de regadio foi subdividida em vinte blocos de rega (tabela 2):

Tabela 3 – Blocos de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego (Adaptado do PBH do Rio Mondego e ABOFHBM\*)

Bloco de Rega	Área (ha)	Bloco de Rega	Área (ha)
1-Quinta do Canal	335*	11-Vale do Arunca	1384
2-Vale do Pranto (jusante)	1282	12-Vale do Ega e Arzila	875
3-Quada-Lares	380	13-Carapinheira	688*
4-Moinho de Almojarife	305*	13a-Meãs do Campo	567*
5-Vale do Pranto (montante)	782	14-Tentúgal	688*
6-Maiorca	410	15-S. Silvestre/S. Martinho	700*
7-Vale de Foja	767	16-Margem esq. Vale Central	570
8-Montemor/Ereira	830*	17-S. Martinho/S. João	675*
9-Quilhendros	110	17a-Vale de Ançã/S. Facundo	173
10-Alfarelos	457*	18-Bolão	340

A área equipada e entregue para exploração à ABOFHBM é constituída por nove dos blocos de rega acima mencionados, respectivamente os blocos 1, 4, 8, 10, 13, 13a, 14, 15 e 17, perfazendo mais de 5000 ha de área equipada (Figura 2). Todos os blocos estão preparados para a rega de superfície excepto o S. Martinho/S. João, que está preparado para a rega por aspersão.

Nos blocos de rega acima mencionados predominam as culturas de milho e arroz. O milho é uma cultura de Primavera/Verão, semeado a meados de Maio e colhido em Setembro ou Outubro, podendo no Inverno, nesses mesmos campos, cultivar-se hortícolas ou forrageiras. No caso do arroz, os campos ficam em repouso no Inverno e, em meados da primavera, prepara-se as terras e inicia-se um novo ciclo de cultivo.



---

## **IV – Plano de monitorização: objectivos e metodologias**

### **4.1 – Objectivos**

Dada a importância de avaliar a magnitude e impacte que poderá ser causado pela prática de agricultura de regadio no Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego, procedeu-se à execução de um plano de monitorização que avalia a qualidade das águas superficiais e subsuperficiais do referido aproveitamento.

O plano de monitorização da qualidade físico-química da água superficial e subsuperficial existente no AHABM tem como objectivos centrais: verificar e analisar a qualidade da água destinada à rega e a eventual evolução da mesma dentro do canal de condutor, a qualidade da água devolvida ao rio Mondego (água superficial de drenagem) e a qualidade da água subsuperficial no Vale Central, com o intuito de identificar possíveis contaminações. Para tal, é necessário confrontar os valores limites mencionados na legislação nacional com os resultados da monitorização efectuados à qualidade da água deste aproveitamento hidroagrícola.

### **4.2 – Localização dos pontos monitorizados**

Este plano de monitorização, realizado em conjunto pela ABOFHBM e o IMAR, teve início no ano 2000 com análises à qualidade da água superficial de rega (CCG), representada nos locais da figura 3 com os números 1 (Choupal) e 6 (Estação de Alqueidão), que correspondem à entrada e à extremidade a jusante deste canal, e da água superficial do Vale do Pranto, sendo estes pontos representados pelos números 5 (Ponte Casal da Rola) e 7 (Maria da Mata) (figura 3), correspondendo estes à entrada e à saída do referido vale, respectivamente. Em 2003 começaram a analisar a qualidade da água superficial do Vale Central e do Vale do Foja, sendo este último (Foja) representado na figura 3 por dois locais, entrada (Ponte Santana) e saída (Estação de Foja), numerados pelos pontos 8 e 9. No Vale Central são três os locais monitorizados, à entrada (Gomase), representado pelo nº 2 da referida figura, numa secção intermédia (Ponte das Lavadeiras) com o nº 3 e à saída (Estação de Foja no rio Velho) numerada com o 4. Por fim, no ano 2004 expandiram as análises ao Vale do Arunca e às águas subsuperficiais do Vale Central, cujos locais são representados na figura 3 pelos nºs 11 e 10, correspondendo estes à entrada (Ponte de Mocate) e saída (Caixeira) do Vale do Arunca, e os piezómetros representados com um P antes da numeração correspondente ao local. Este plano de monitorização estendeu-se às águas subsuperficiais do Vale Central, uma vez que incidiu anteriormente um estudo nesta área com o intuito de avaliar a qualidade da água subsuperficial recorrendo a vários piezómetros. De seguida foram escolhidos os sete piezómetros mais representativos do Vale Central e os que se apresentavam em boas condições, sendo estes disponibilizados à ABOFHBM para monitorização das águas subsuperficiais. Inicialmente (em 2004) foram escolhidos sete piezómetros, numerados na figura 3 pelo conjunto de pontos P4, P6, P7, P10, P12, P15 e P17. No ano 2005 o piezómetro P4 foi danificado, inviabilizando a recolha de amostras, tendo-se passado a monitorizar a qualidade da água no piezómetro P3.

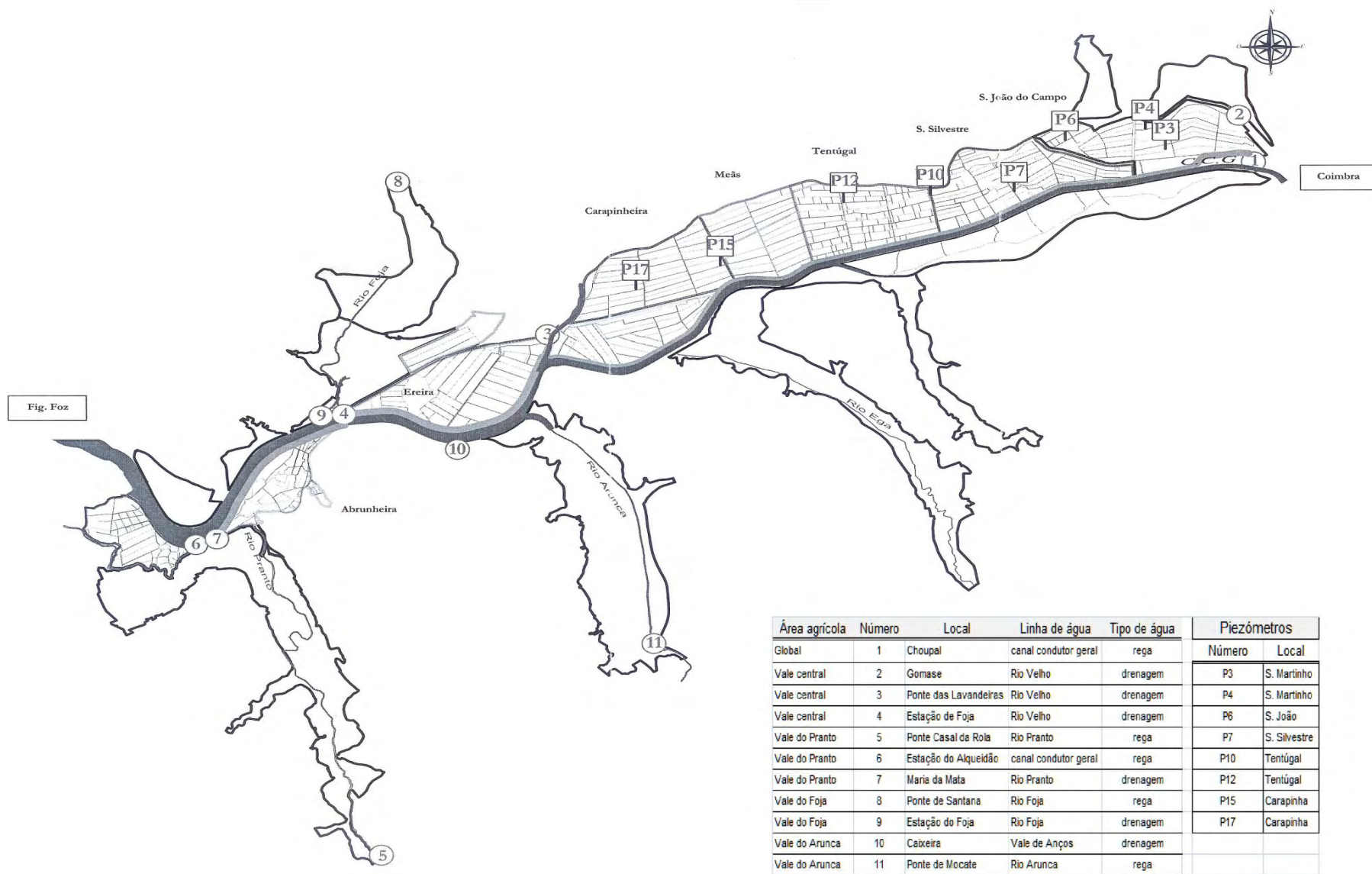


Figura 3 – Locais de monitorização da qualidade das águas superficiais (pontos 1 a 11) e águas subsuperficiais (piezómetros) no Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego.

### **4.3 – Metodologia**

O plano de monitorização consiste na deslocação periódica aos locais de amostragem para recolha e conservação das amostras, de acordo com os procedimentos previamente definidos para os parâmetros seleccionados. As amostras de água são recolhidas directamente no recipiente em que vai ser transportado (garrafas de plástico), à excepção da recolha da água subsuperficial, que necessita de uma sonda metálica para recolher as amostras dos piezómetros e só depois são colocadas nas garrafas de plástico devidamente sinalizadas (número correspondente do local). No local, com equipamento portátil, medem-se alguns parâmetros, tais como, condutividade eléctrica, temperatura da água, oxigénio dissolvido (OD) e pH. De seguida, estas amostras são transportadas para o laboratório perfeitamente acondicionadas em termos de temperatura, luminosidade e segurança, para posterior determinação analítica dos restantes parâmetros (sódio, potássio, magnésio, cálcio, cloretos, sulfatos, nitratos, nitritos, azoto amoniacal, fosfatos, sólidos suspensos totais, sílica e dureza total), utilizando os métodos analíticos definidos na legislação nacional e comunitária.

Em certos locais, aquando a recolha das amostras de água superficial, é observado (quando possível) a altura de água, a largura do leito do rio e o valor médio da velocidade, de modo a permitir estimar o caudal da secção amostrada (método área-velocidade). A altura da água e a velocidade são medidas com o auxílio de um molinete mecânico, constituído por uma hélice que gira em torno de um eixo paralelo ao escoamento cujo número de rotações na unidade de tempo é convertido em velocidade do escoamento. No caso do molinete em causa, devolve automaticamente o valor médio da velocidade ao fim de 30 segundos.

As amostras de água são recolhidas todos os anos preferencialmente nos meses de Junho, Agosto, Outubro e Novembro, sendo esta época propícia ao aparecimento de nutrientes na água. Pretende-se então conjugar o período de maior relevo da realização da rega com o período de ocorrência das primeiras chuvas de Outono, que são os dois factores mais importantes no processo de lixiviação de nutrientes no solo (Santos, 2004). A qualidade da água de rega no Açude de Coimbra é monitorizada ao longo de quase todo o ano, uma vez ser necessário o conhecimento das qualificações desta para o uso de rega.

Os resultados das amostras recolhidas dos diferentes locais de amostragem são comparados com os limites impostos pela legislação portuguesa para os diferentes usos.

### **4.4 – Referenciais normativos para a qualidade da água**

A legislação portuguesa em vigor para avaliar a qualidade da água para os diferentes usos é descrita no DL n° 236/98 de 1 de Agosto. Para o referido estudo, os resultados da monitorização vão ser confrontados com os valores limites definidos na legislação nacional referentes à qualidade da água destinada à rega (Anexo XVI do DL n° 236/98) e aos objectivos ambientais de qualidade mínima das águas superficiais (Anexo XXI do

DL nº 236/98), referidos na figura por [1] e [2], respectivamente. De um modo mais exigente, também são comparados com os valores limite relativo à qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (classe A1 do Anexo I do DL nº 236/98) representado por [3] na tabela 4.

Tabela 4 – Valores limite para os diferentes usos da água.

Parâmetros		DL nº 236/98				
		Rega Anexo XVI [1]		Objectivos ambientais Anexo XXI [2]	Consumo Humano Classe A1 do Anexo I [3]	
		VMR	VMA	VMA	VMR	VMA
pH	Escala de Sorensen	6,5-8,4	4,5-9,0	5,0-9,0	6,5-8,5	
Temperatura	°C			30	22	25
Condutividade	µS/cm	1000			1000	
Oxigénio dissolvido	% de saturação			50*	70*	
Sólidos suspensos totais	mg/L	60			25	
Cloretos	mg/L	70		250	200	
Nitratos	mg/L	50			25	50
Sulfatos	mg/L	575		250	150	250
Azoto amoniacal	mg/L			1	0,05	

\*refere-se a um valor mínimo recomendado e/ou admissível.

[1] – Qualidade das águas destinadas à rega

[2] – Objectivos ambientais de qualidade mínima das águas superficiais

[3] – Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo – Classe A1 (tratamento físico e desinfecção)

---

## **V – Plano de monitorização: Resultados e Discussão**

Desde o início do ano 2000 que o plano de monitorização da qualidade da água tem expandido para os locais de amostragem, conforme já referido no capítulo anterior.

A recolha das amostras de água é efectuada uma só vez nos meses Junho, Agosto, Outubro e Novembro, sendo considerada essa amostra como representativa de todo o mês. Nas figuras a seguir apresentadas, alguns resultados estão ligados por uma linha, o que significa que a amostragem foi recolhida em dois meses consecutivos, sendo exemplo, na maioria dos anos, os meses Outubro e Novembro.

A variação espacial e temporal dos parâmetros físico-químicos monitorizados nas águas superficiais do AHABM é analisada e discutida nos sub-capítulos que se seguem. Faz parte dessa caracterização a água superficial de rega (Canal Condutor Geral) e a superficial de drenagem (entrada e saída das quatro áreas agrícolas – Vale Central, Vale do Pranto, Vale do Foja e Vale do Arunca). Os resultados da monitorização (Anexo A) são confrontados com os valores máximos admissíveis na legislação nacional para os diferentes usos da água, referida no capítulo anterior, por [1], [2] e [3] (ver tabela 4).

### **5.1 – Qualidade físico-química da água no AHABM**

#### **5.1.1 – Água de rega**

A recolha das amostras da água para rega é efectuada à entrada e saída do Canal Condutor Geral, representada pelos pontos referenciados pelo nº 1 e nº6 respectivamente. Os parâmetros físico-químicos monitorizados nas águas de rega estão representados nas figuras 4, 5 e 6.

Os resultados do pH na água de rega apresentam-se na figura 4. Os valores registados ao longo destes anos estão, na sua maioria, em conformidade com os VMA para a qualidade da água de rega [1] e para os objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais [2]. As excepções foram registadas em Novembro de 2004 (valor máximo) à entrada do CCG e em Junho e Outubro de 2005 à saída do referido canal. Num modo mais exigente, os VMA referentes à classe A1 da qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano [3], para além dos registos em cima mencionados, à entrada do canal em Novembro de 2003, Junho e Julho de 2004, Novembro de 2005 e Setembro de 2006, e à saída nos meses de Junho e Novembro de 2004, Junho e Novembro de 2005, Junho e Agosto de 2006, os valores foram ultrapassados.

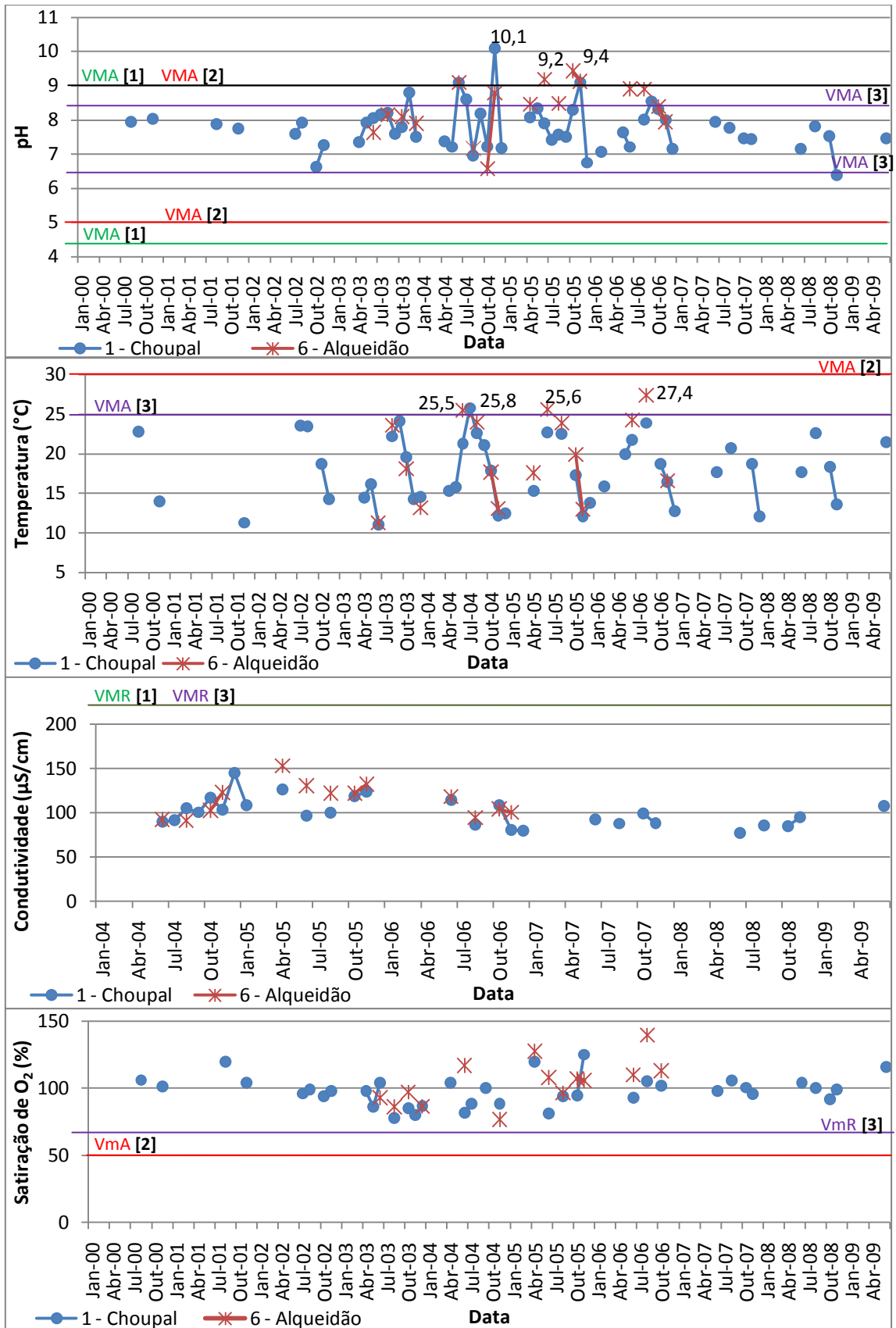


Figura 4 – pH, temperatura, condutividade elétrica e saturação de O<sub>2</sub>, à entrada (Choupal) e saída (Alqueidão) do Canal Conductor Geral. Valores Máximos Admissíveis para a qualidade da água de rega [1], objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2] e produção de água para consumo humano [3].

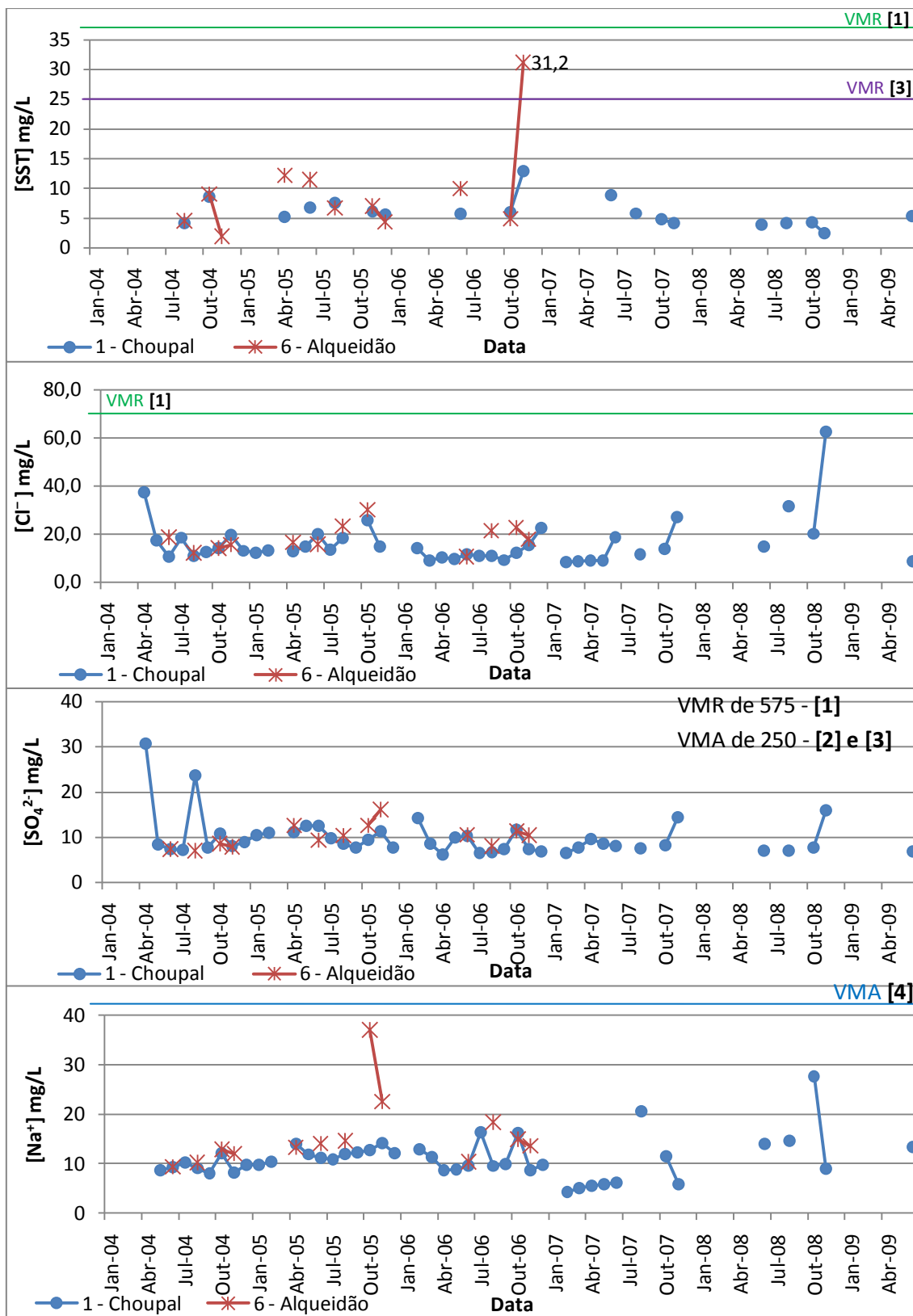


Figura 5 – Sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio, à entrada (Choupal) e saída (Alqueidão) do Canal Conductor Geral.

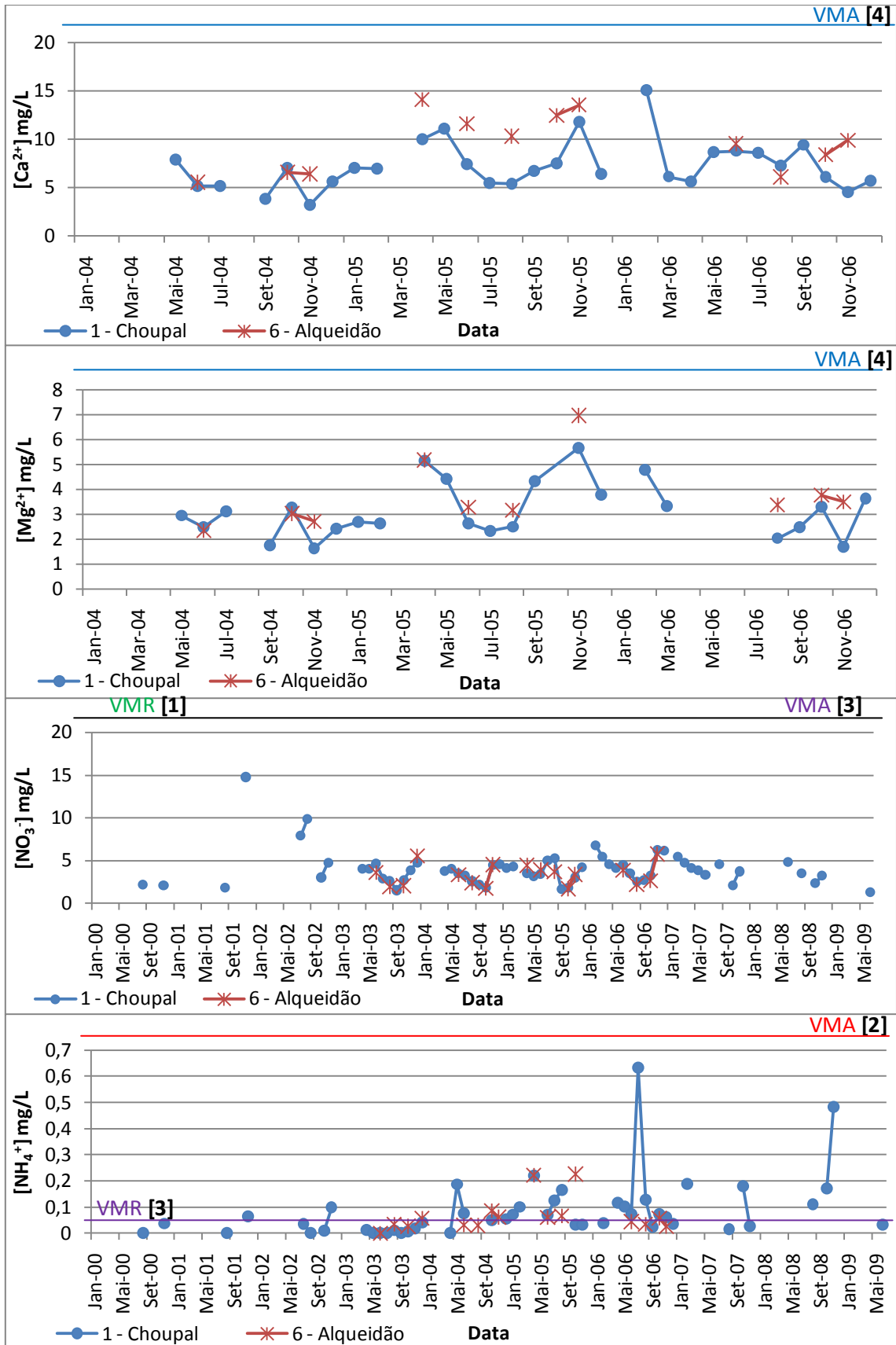


Figura 6 – Teor de cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal, à entrada (Choupal) e saída (Alqueidão) do Canal Condutor Geral.



Os registos da temperatura na água da rega (figura 4) reflectem a época do ano, sendo a temperatura maioritariamente elevada no mês de Agosto e menor no mês de Novembro. Os valores da temperatura da água de rega estão abaixo do VMA referido nos objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais [2]. Quando comparados com o VMA para a qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano [3], à entrada do canal, no mês de Julho de 2004, e à saída, nos meses de Junho de 2004, Junho de 2005 e Agosto de 2006, este valor é ultrapassado.

A condutividade da água de rega ao longo dos anos (figura 4) regista valores sempre inferiores aos legislados por lei, designadamente para a qualidade da água para rega [1] e para a qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano [3].

No que diz respeito à percentagem de saturação de oxigénio (figura 4), a água de rega apresenta-se bem oxigenada. Os valores registados ao longo dos anos, quer à entrada e à saída do CCG, são sempre superiores ao VmA (valor mínimo admissível) recomendado na legislação referente aos objectivos ambientais de qualidade mínima das águas superficiais [2] e, numa perspectiva mais exigente, à qualidade das águas destinadas para produção de água para consumo humano [3] com VmA de 70 %.

A distribuição da concentração dos sólidos suspensos totais, representada na figura 5, evidencia níveis de concentração inferiores a 15 mgSST/L em todas as amostragens da água de rega, com a excepção à saída do canal, em Novembro de 2006. No que se refere à qualidade da água destinada à rega [1] todos os registos estão bem abaixo do VMR de 60 mgSST/L. No caso mais específico das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], o VMR foi ultrapassado nessa única excepção.

O teor de cloretos registado em ambos locais (figura 5) apresenta todos os valores abaixo do recomendado para água destinada para rega [1], principalmente no que se refere ao VMR de 200 mgCl<sup>-</sup>/L e de 250 mgCl<sup>-</sup>/L, relativo à qualidade da água para produção de água para consumo humano [3] e aos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2].

Os valores registados da concentração de sulfatos na água de rega são apresentados na figura 6. Todos os registos foram bem abaixo do VMR para qualidade de água destinada à rega (575 mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/L [1]) e do VMA de 250 mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/L referente aos objectivos de qualidade mínima das águas superficiais [2] e à água destinada à produção de água para consumo humano [3].

O teor de sódio registado na água de rega (figura 5), foi sempre inferior a 40 mgNa<sup>+</sup>/L. Como não existe valores legislados em [1], [2] e [3] vai ser então comparado com a à qualidade das águas destinadas ao consumo humano [4], cujo valor não deve exceder 200 mgNa<sup>+</sup>/L.

Relativamente ao teor de cálcio e magnésio registados na água de rega (figura 6), estes valores foram sempre inferiores aos estipulados na legislação nacional referente à qualidade das águas destinadas ao consumo humano [4], pois não é desejável que esta exceda o teor de  $100 \text{ mgCa}^{2+}/\text{L}$  e  $50 \text{ mgMg}^{2+}/\text{L}$ , respectivamente

O teor de nitratos ao longo destes anos (figura 6) esteve sempre abaixo do valor legislado de  $50 \text{ mg/L}$ , valor máximo recomendado para a qualidade das águas destinada para rega [1], e, mais exigente ainda, águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], cujo VMR é de  $25 \text{ mgNO}_3^-/\text{L}$ .

Os valores de azoto amoniacal registados na água da rega (figura 6), respeitam os objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais [2], mas no que se refere à qualidade da água destinada à produção de água para consumo humano [3], é facilmente desrespeitado o VMR numa grande parte das amostragens.

O teor de fosfato registado na água de rega encontra-se quase sempre abaixo do limite de detecção, com a excepção dos registos à entrada do CCG em Agosto e Novembro de 2000 e Agosto de 2001 que assume teores de  $0,02 \text{ mg/L}$ ,  $0,04 \text{ mg/L}$  e  $0,03 \text{ mg/L}$ , respectivamente.

É de evidenciar que a água utilizada para rega provém de montante de Coimbra, cidade que alberga um elevado agregado populacional, podendo haver fontes fortuitas de contaminação que alteram os parâmetros físico-químicos da água. Da análise aos diferentes parâmetros em cima referidos, verifica-se que a água utilizada para rega está conforme os requisitos impostos pela legislação nacional para esse mesmo uso. Devido ao facto de não variar muito a qualidade da água de rega ao longo do canal, a ABOFHBM deixou de realizar estas amostragens na extremidade jusante do canal (Alqueidão). Quanto aos objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais, esta água também se encontra aceitável nos registos efectuados. Relativo ao uso desta para produção de água para consumo humano, consumo este efectuado no concelho da Figueira da Foz durante o Verão, devido aos valores registados, principalmente de teor de azoto amoniacal, é considerada classe A2 ( $1,0 \text{ mgNH}_4^+/\text{L}$ ) e, para isso, tem de se proceder a um tratamento físico, químico e desinfecção da água.

### **5.1.2 – Água superficial de drenagem**

A recolha de água superficial é realizada à entrada e à saída de quatro áreas agrícolas: Vale Central (pontos 2,3 e 4), Vale do Pranto (pontos 5 e 7), Vale do Foja (pontos 8 e 9) e Vale do Arunca (pontos 11 e 10). Neste subcapítulo é representada graficamente, nas figuras que se seguem, a evolução temporal e espacial da qualidade destas águas superficiais.

### 5.1.2.1 – Vale Central

São três os locais da recolha da amostra: 2 - Gomase, 3 - Ponte das Lavadeiras e 4 - Estação de Foja (ver figura 3 do capítulo anterior).

Os valores de pH registados nas águas superficiais do Vale Central estão representados na figura 7. Quando comparados com os VMA para a qualidade da água destinada à rega [1] todos os valores estão em conformidade. O mesmo regista-se para os objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2] e a qualidade de água destinada à produção de água para consumo humano [3].

Os registos de temperatura das águas do Vale Central (figura 7) vão de encontro com os objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2] que estabelece um VMA de 30° C. No que diz respeito à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3] o VMA é ultrapassado no ponto intermédio e final do Vale Central, principalmente apresentam-se mais próximos nos meses mais quentes (Junho e Agosto).

Os valores da condutividade no Vale Central ao longo de todos estes anos (figura 7) registaram-se inferiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  que é o VMR para a qualidade da água destinada à rega [1] e para a qualidade de água destinada à produção de água para consumo humano [3]. No entanto, existe uma excepção de um único valor registado no mês de Novembro de 2007 na estação de Foja (confluência do rio Foja com o Mondego), que não foi representado na figura por ser muito elevado (90670  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). É de notar que os valores de condutividade eléctrica são mais elevados na entrada do vale, mesmo quando comparados com os valores no Choupal representados anteriormente (figura 4), o que se poderá traduzir do menor caudal que passa em Gomase (entrada do Vale Central) e, por isso, registar teores mais elevados de sais.

Registaram-se (ver figura 7) à entrada do Vale Central (Gomase) percentagens de saturação de oxigénio quase sempre inferiores a 50%, não respeitando os objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais [2], mas é de referir que a tendência registada, a partir de Outubro de 2007, é de normalizar, verificando valores de saturação de oxigénio sempre acima de 60% nos três locais. Relativamente à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], o valor mínimo requerido de saturação de oxigénio, para a classe A1, é 70%, não sendo este respeitado nos três locais, principalmente em Gomase.

A concentração de SST registada em todo o Vale Central está representada na figura 8. No que respeita à qualidade das águas para rega [1] o VMR é 60 mgSST/L, o qual foi excedido em Junho de 2007 no ponto intermédio do vale. O VMR de 25 mgSST/L relativo às águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], para além de ter excedido o registo em cima descrito, na saída do vale, em Agosto de 2004 e Junho de 2007 assumiu o valor de 38,72 e 26,33 mgSST/L, respectivamente.

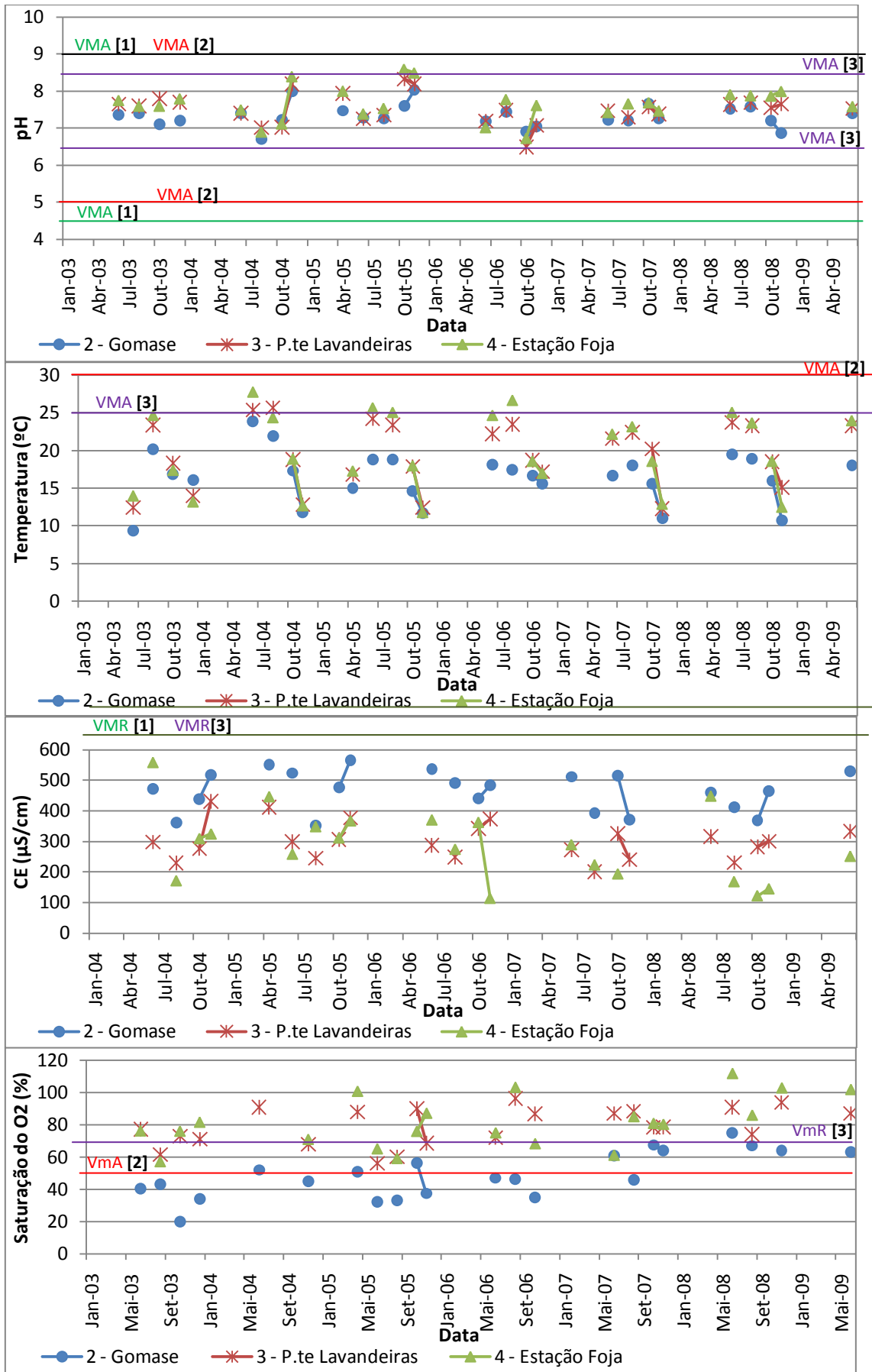


Figura 7 - Teor de pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação do oxigénio, no Vale Central

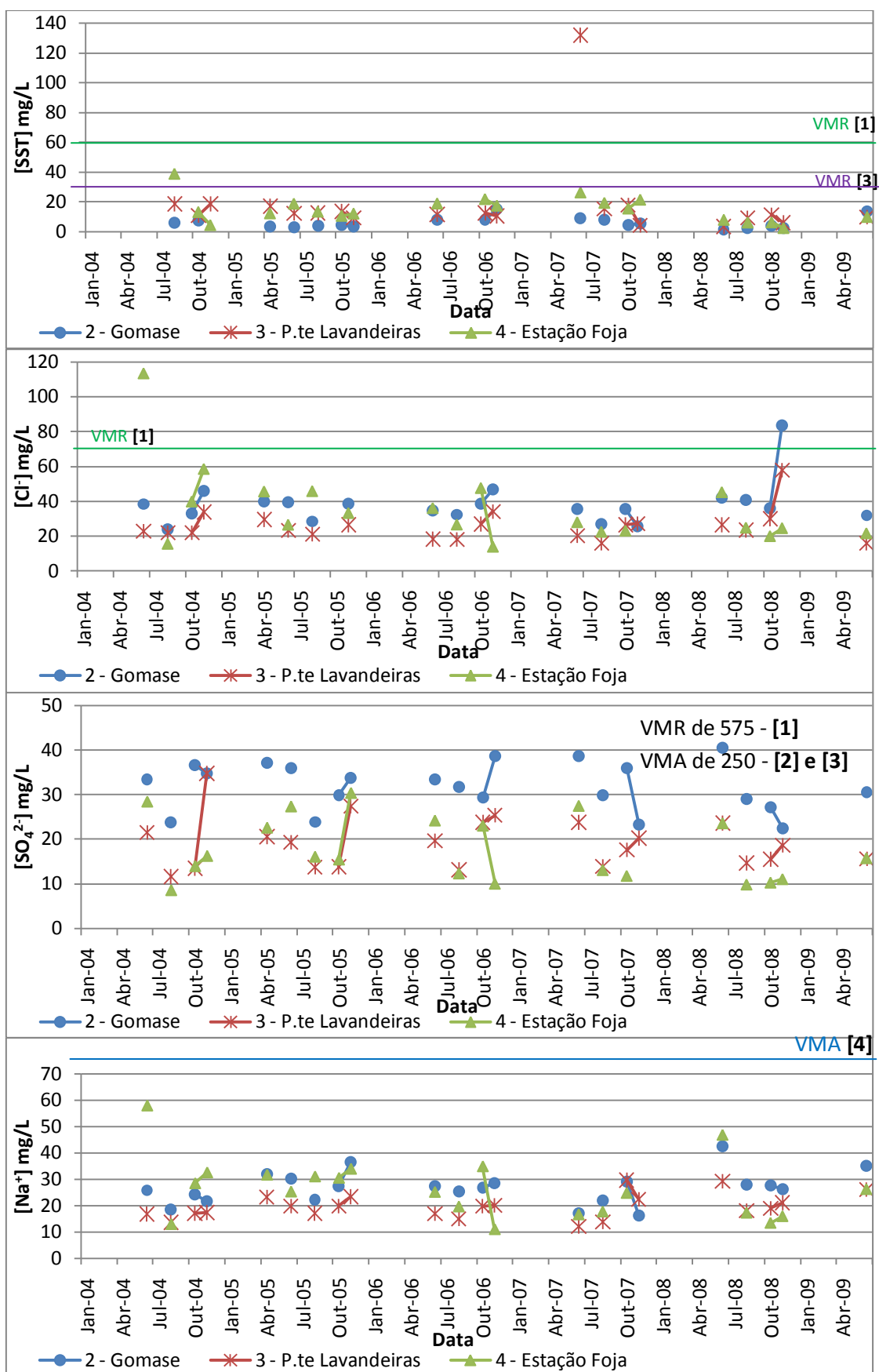


Figura 8 - Teor de sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio no Vale Central,

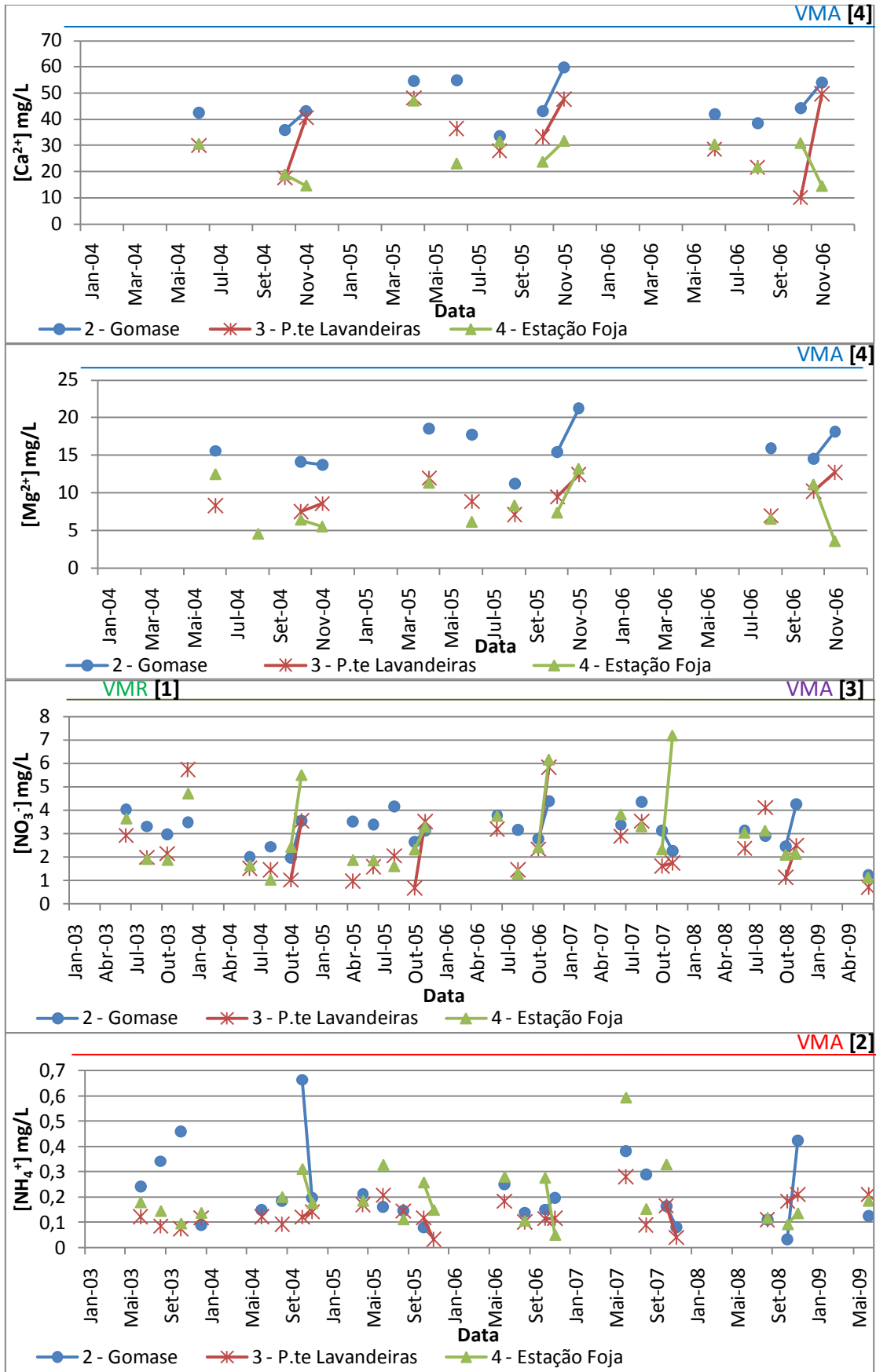


Figura 9 - Teor de sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio no Vale Central,

Os resultados do teor de cloretos registados no Vale Central são apresentados na figura 8. O valor mais exigente para o teor de cloreto na legislação nacional é assumido para a qualidade da água de rega [1], com o VMR de 70 mgCl<sup>-</sup>/L, que foi ultrapassado inicialmente à saída do vale no mês de Junho de 2004 e no mês de Novembro de 2008 em Gomase (entrada) com o teor de 83,65 mg Cl<sup>-</sup>/L. É de referir que se omitiu o valor de 4334,322 mgCl<sup>-</sup>/L à saída do vale, em Novembro de 2007, por ser um valor muito elevado, quando comparado com os restantes. Registo este que contribui para o elevado valor de condutividade mencionado em cima. Quanto à restante legislação nacional os registos do teor de cloretos ao longo destes anos estão a respeitar os objectivos ambientais de qualidade mínima para águas [2] e para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3].

O teor de sulfato registado no Vale Central ao longo destes anos (figura 8) está bem abaixo do valor máximo recomendado para a qualidade de água destinada à rega (575 mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/L), para a qualidade mínima das águas superficiais [2] e para a água destinada à produção de água para consumo humano [3]. Existe porém uma excepção registada à saída deste vale em Novembro de 2007, com valor de 621,60 mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/L (não consta no gráfico), que também contribui na elevada condutividade já mencionada. Quando comparados os três locais, depara-se com registos mais elevados à entrada deste vale, obtendo este registos também mais elevados quando comparado com a entrada do CCG, facto que poderá provir como já foi referido, do baixo caudal existente nesse local. À medida que se caminha para jusantes registam-se a diminuição das concentrações de sulfatos, sendo quase sempre menores à saída deste vale.

As concentrações de sódio registadas nos locais monitorizados no Vale Central encontram-se na figura 8. Todos os registos respeitaram o valor paramétrico de 200 mgNa<sup>+</sup>/L imposto para a qualidade de água destinada ao consumo humano [4], com a excepção do registo de 2046,36 mgNa<sup>+</sup>/L, em Novembro de 2007, atrás mencionado, à saída do Vale do Foja, logo este sal contribui para a elevada condutividade medida neste mês.

O teor de cálcio e magnésio registado nos três locais do Vale Central (figura 9), segundo a legislação relativa à qualidade de água destinada ao consumo humano [4], não deve exceder os 100 mgCa<sup>2+</sup>/L e os 50 mgMg<sup>2+</sup>/L, respectivamente, facto verificado em todos os registos. As concentrações verificadas à entrada deste vale são mais elevadas diminuindo à medida que se caminha para jusante, registando-se a maioria dos valores mais baixos à saída.

O teor de nitrato registado ao longo destes anos no Vale Central (figura 9) nunca excedeu o valor máximo legislado de 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L. Este valor é recomendado na legislação relativa à qualidade das águas destinada para rega [1] e, mais exigente ainda, o VMR de 25 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L relativo às águas destinadas à produção de água para consumo humano [3]. Os valores mais elevados são registados nos meses de Novembro em todos os anos e locais. Este facto poderá advir das precipitações que ocorrem nessa altura, provocando escoamentos superficiais, que arrastam os nutrientes do solo, logo é lógico

o registo das concentrações mais elevadas nas águas de drenagem, à saída do vale (arrastam os sais de toda a área a montante), nessa época.

O teor de azoto amoniacal registado em todo o Vale Central apresenta-se na figura 9. No que se refere aos objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2], o VMA é de  $1,0 \text{ mgNH}_4^+/\text{L}$ , não se registando nenhum valor acima desse valor, quanto à qualidade de água destinada à produção de água para consumo [3], o VMR é de  $0,05 \text{ mgNH}_4^+/\text{L}$ , sendo este ultrapassado na maior parte das amostragens.

O teor de fosfato ao longo destes anos no vale Central encontra-se sempre abaixo do limite de detecção em todos os registos.

De um modo geral, estas águas superficiais do Vale Central, apresentam registos quase sempre dentro dos valores legislados para os objectivos de qualidade mínima da água superficial e para a água destinada a rega. No vale Central, o teor mais elevado de SST é registado na ponte das Lavadeiras em Junho de 2007, valor este que é justificado pela elevada corrente do rio (velho) verificada nesse dia, tornando-se impossível medir a velocidade com o molinete. À entrada deste vale observa-se os valores mais elevados de pH, condutividade, magnésio e cálcio, possivelmente originados por infiltração no rio dos lixiviados da antiga lixeira municipal.

#### **5.1.2.2 – Vale do Arunca**

No Vale do Arunca existe dois locais de recolha de amostras de água, um localiza-se na entrada (11 - Ponte de Mocate) e o outro na saída do Vale (10 - Caixeira).

Os valores de pH à entrada e à saída do Vale do Arunca estão representados na figura 10. Tanto na entrada como na saída do vale do Arunca o pH registado é sempre inferior ao VMA para a legislação nacional em causa. Na saída deste vale, no mês de Novembro de 2004 e 2005 registaram-se valores mais levados de todos os registos de pH respectivamente 8,98 e 8,70. Estes valores são superiores ao VMR para a qualidade das águas destinadas à rega [1] e à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3].

A temperatura, quer na entrada quer na saída do Vale do Arunca (figura 10), manteve-se sempre abaixo do VMA relativo aos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2]. Quanto às exigências de temperatura relativas à qualidade das águas destinada à produção de água para consumo humano [3], o VMA é ultrapassado no mês de Junho de 2004, à saída do vale, e passados um ano, pela mesma altura, mas à entrada. A partir do ano 2006 nota-se a tendência dos resultados não ultrapassarem o VMA mais exigente de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Os valores registados da condutividade nas águas do Vale do Arunca estão apresentados na figura 10. Em geral, todos cumprem a legislação nacional, quer para a qualidade das águas destinadas à rega [1], quer para produção de água para consumo humano [3]. No entanto, existe uma excepção, em Outubro de 2006, na saída deste vale que atinge o



---

valor de 4050  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , não estando representado na figura por ser um valor muito elevado.

A saturação de oxigénio registada no Vale do Arunca (figura 10) regista à saída do vale alguns valores inferiores ao valor mínimo admissível de 50%, principalmente de 2004 a 2006 (nos meses Junho e Agosto) e à entrada no mês de Novembro de 2007, não respeitando a legislação relativa aos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2]. Quando comparados ao valor mínimo recomendável relativo à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], para além dos pontos acima descritos também em Junho dos anos 2007, 2008, 2009 e Abril de 2005, na saída do vale, registaram-se valores abaixo deste. Na entrada do vale, em Junho e Novembro de 2004 e em Agosto de 2005, para além do valor acima referido, em 2007 registaram-se valores inferiores ao VmR

A concentração de SST nas águas de drenagem do Vale do Arunca está apresentada na figura 11. Comparando estes registos com o VMR da qualidade das águas destinadas para rega [1], o único valor que o ultrapassa é o referente ao mês de Agosto de 2007 na saída deste vale com 70,9 mg SST /L. No que diz respeito ao VMR de 25 mg/L referente à qualidade das águas superiores destinadas à produção de água para consumo humano [3], que é facilmente ultrapassado nos meses de Outubro de 2004, Outubro 2006, Junho, Agosto e Outubro de 2007, Agosto e Outubro de 2008. À entrada do vale só nos meses de Outubro de 2006 e Junho de 2007 é que se registou valores acima do VMR com 58,2 mg/L e 45,0 mg/L de SST respectivamente. Os valores elevados registam-se essencialmente no mês de Outubro nos diferentes anos, sendo registado maioritariamente à saída deste vale.

O teor de cloretos registado nas águas do vale do Arunca ao longo dos anos está representado na figura 11. À entrada deste registou-se um valor elevado no mês de Outubro de 2006, excedendo o VMR para a qualidade da água destinada à rega [1]. Neste mesmo dia de recolha, mas à saída do vale, registou-se um valor de 1431,26 mgCl/L que não consta na figura (elevado) e em mais quatro meses este VMR foi ultrapassado (Novembro de 2005 e 2007 e Outubro e Novembro de 2008). Quanto ao VMA de 250 mg/L relativo aos objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2], a maioria dos valores respeitam a legislação em causa. Tal facto também sucede para a qualidade das águas destinadas à produção do consumo humano [3], com o VMR de 200 mgCl/L.

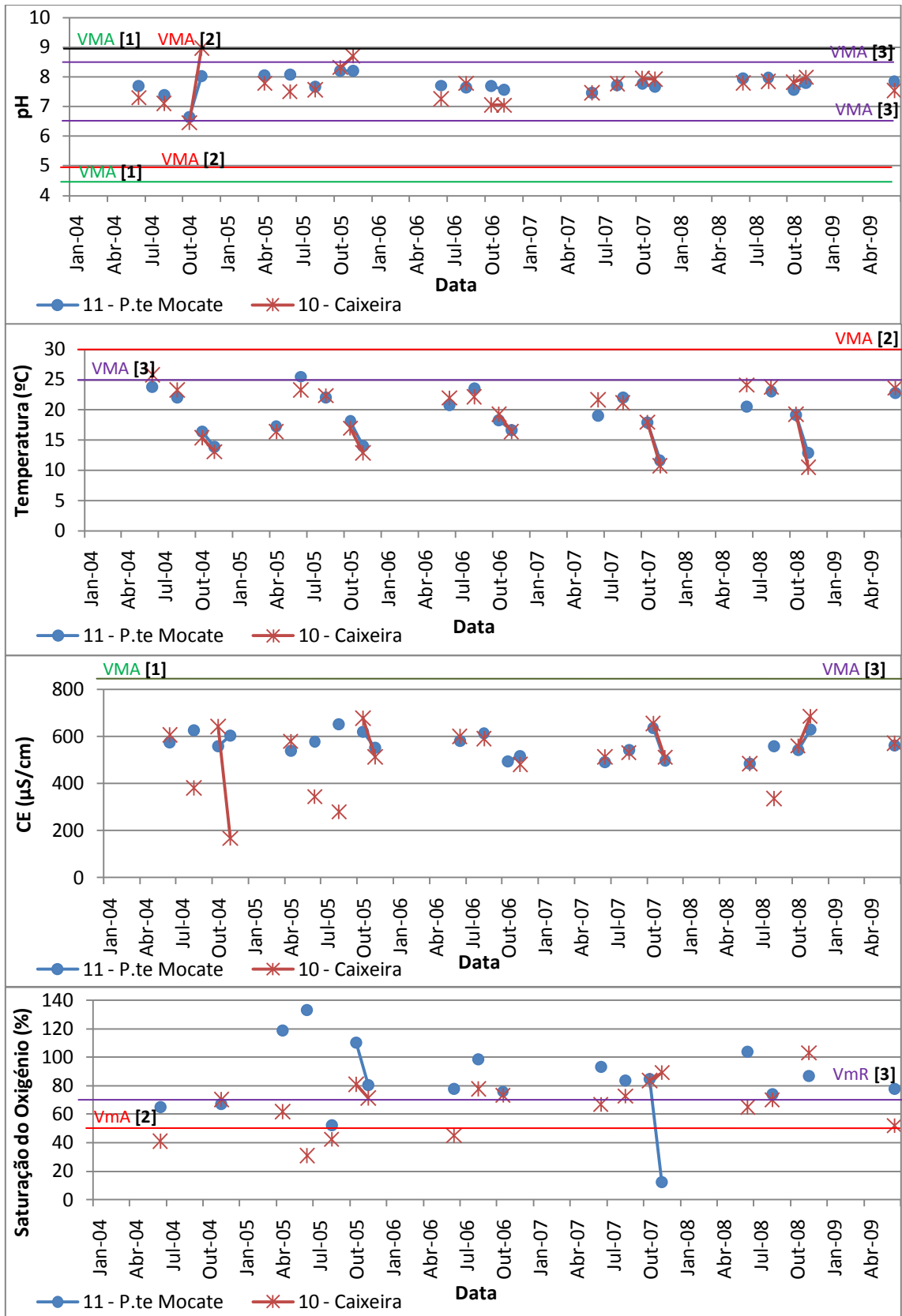


Figura 10 – pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de oxigénio à entrada e à saída do Vale do Arunca.

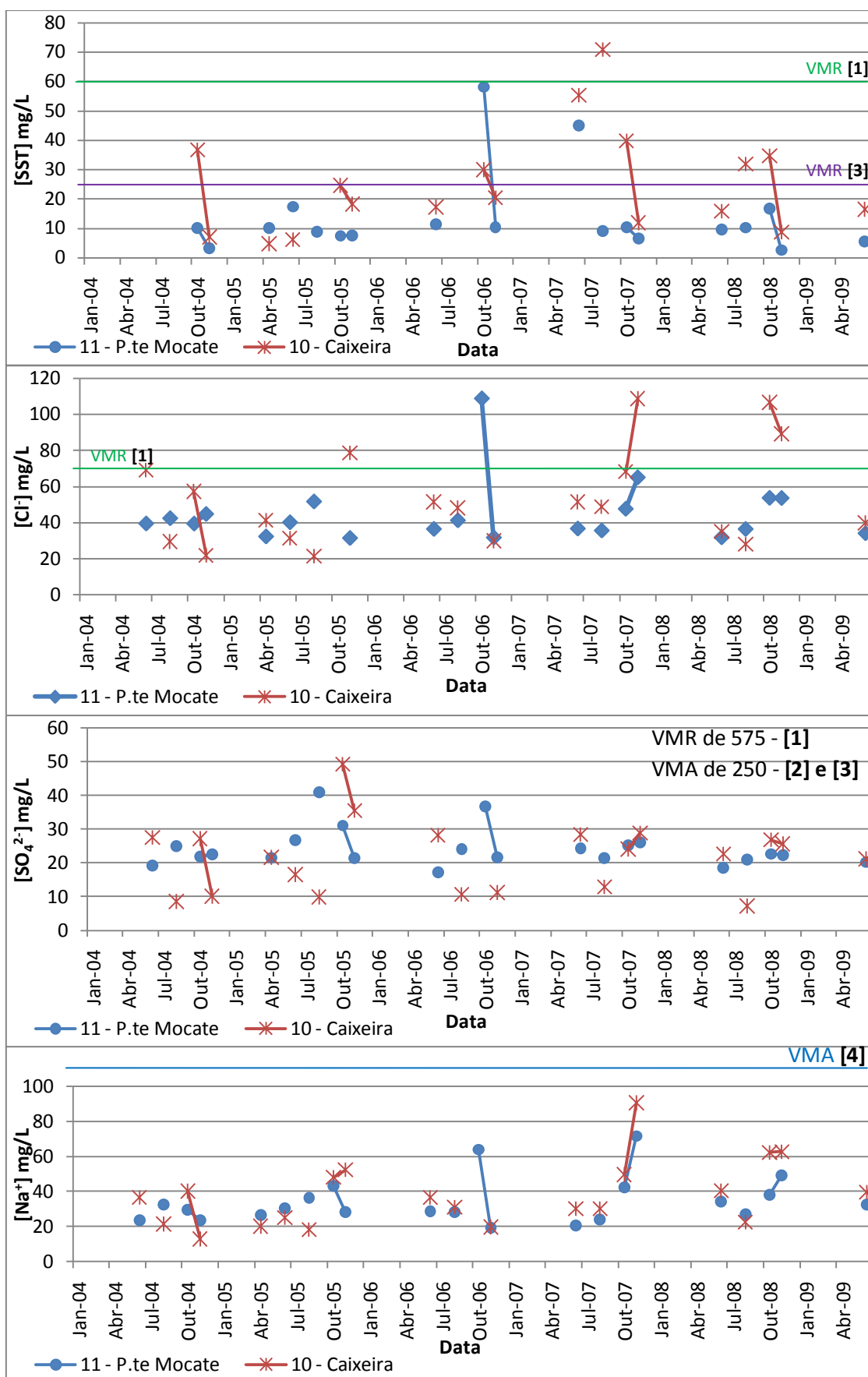


Figura 11 – sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio à entrada e à saída do Vale do Arunca.

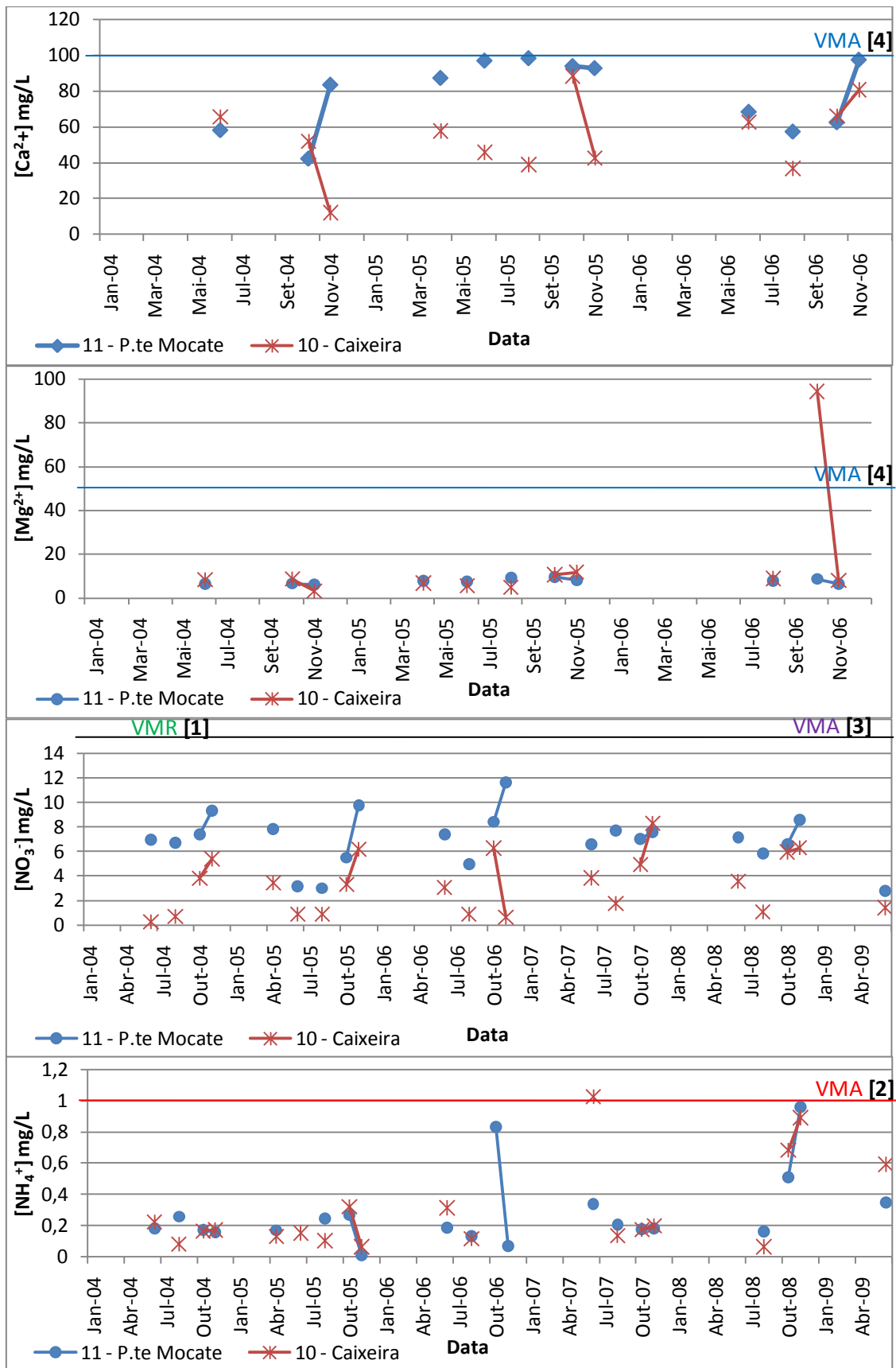


Figura 12 – cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal à entrada e à saída do Vale do Arunca

A concentração de sulfatos registada ao longo dos anos neste vale (figura 11), não excedeu o VMR para a qualidade das águas destinadas à rega [1], nem o VMA para os objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2] e da qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3].

O teor de sódio registado ao longo destes anos no Vale do Arunca (figura 11) nunca ultrapassou o valor paramétrico de 200 mg/L referido na qualidade das águas destinadas ao consumo humano [4], excepto o valor registado em Outubro de 2006 na saída deste vale, com o teor de sódio igual a 780,3 mg/L.

Os teores de cálcio e magnésio registados ao longo destes anos neste vale estão apresentados na figura 12. Todos os teores de cálcio respeitaram o valor recomendado para a qualidade de água destinada ao consumo humano [4]. No caso do teor de magnésio, em Outubro de 2006 na saída do vale, registou-se um valor de 94,5 mgMg<sup>2+</sup>/L que excede o valor recomendado.

No que diz respeito ao teor de nitratos registados ao longo destes anos no referido vale (figura 12), está sempre em conformidade com a qualidade das águas destinadas à rega [1]. No que se refere à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], os valores registados nunca ultrapassam o VMR. É de referir que a concentração de nitratos à entrada desta área agrícola é superior aos da saída, sendo estes consumidos pelas plantas.

O teor de azoto amoniacal registado em todo vale do Arunca está representado na figura 12. No que se refere aos objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2], o valor máximo admissível de azoto amoniacal é 1,0 mg/L, registando um só valor acima deste, em Junho de 2007, à saída deste vale com o teor de 1,03 mg/L de azoto amoniacal. Quanto à qualidade de água destinada à produção de água para consumo [3] o VMR é 0,05 mg/L, sendo excedido na maior parte das amostragens, com a excepção do mês de Novembro de 2005, na entrada deste vale, que se registou o valor de 0,009 mg/L.

O teor de fosfato no Vale do Arunca apresenta valores muito baixos, quase sempre abaixo do limite de detecção, exceptuando à entrada (Ponte de Mocate) com um único registo, em Outubro de 2004, de 0,29 mg/L de fosfato.

A água do Vale do Arunca apresenta alguns valores que ultrapassam os valores estipulados por lei. Mas de um modo geral, esta pode ser utilizada para rega, cumpre em grande parte das amostragens os objectivos mínimos de qualidade mínima da água superficial, e poderá ser considerada água para produção de água para consumo se foram tomadas as devidas precauções (tratamento).

### **5.1.2.3 – Vale do Foja**

A recolha das amostras de água no Vale do Foja são efectuadas à entrada (8 - Ponte de Santana) e à saída (9 - Estação de Foja) deste vale.

Os registos do pH nas águas do Vale do Foja (figura 13) estão contidos no intervalo proposto na legislação referente à qualidade das águas destinadas à rega [1]. Neste vale são respeitados os objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais [2], à excepção do único registo à saída igual a 6,32 no mês de Outubro de 2006. Quanto à qualidade das águas para produção de água para consumo [3] não é respeitado o VMR, sendo superior em Outubro de 2005 à saída e em Outubro de 2006 à entrada do vale.

Os registos de temperatura no vale do Foja (figura 13) são todos inferiores ao VMA de referente aos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2]. Quanto aos mais exigentes VMR de 22° °C e VMA de 25 °C das águas para produção de água para consumo [3], são facilmente ultrapassados nos meses mais quentes (Junho e Agosto), principalmente na estação de Foja (saída do vale).

Os registos da condutividade à entrada do vale do Foja foram, durante todos estes anos, inferiores a 1000 µS/cm (figura 13) respeitando o VMR para a qualidade das águas destinadas à rega [1] e para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3]. Nos registos de condutividade à saída deste vale, nos meses de Outubro de 2005 e 2006, Novembro de 2007 e Outubro e Novembro de 2008, tal não sucedeu, registando uma condutividade de 9130 µS/cm, 7890 µS/cm, 4870 µS/cm, 3700 µS/cm e 4750 µS/cm, respectivamente. Estes meses são os que coincidem com a incidência da precipitação que poderá arrastar os sais existentes no solo.

Os registos da percentagem da saturação de oxigénio, ao longo dos anos (figura 13) na entrada do vale do Foja, respeitaram o valor mínimo recomendável de 70 % para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3] e também o VMA de 50 % para os objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2]. Na saída deste vale cumpriu em todos os registos os objectivos de qualidade mínima para águas superficiais [2], mas no que se refere ao VMR para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3] não respeitou em Agosto e Outubro de 2003, Novembro de 2004, Junho e Outubro de 2005 e Outubro de 2006.

O teor de SST no vale do Foja (figura 14) regista sempre valores inferiores ao VMR de 60 mg/L referente à qualidade das águas destinadas à rega [1]. À entrada deste vale quase todos os registos são inferiores ao legislado para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], com a excepção do mês de Junho de 2007 com o valor de 28,28 mgSST/L. Quanto aos valores registados à saída deste vale, vários são os registados acima do VMR para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3]. É de referir que o teor de SST à entrada é sempre inferior ao da saída do vale do Foja, sendo estes mais elevados no mês de Novembro, devido à precipitação que se faz sentir nessa altura, arrastando os sólidos do solo.

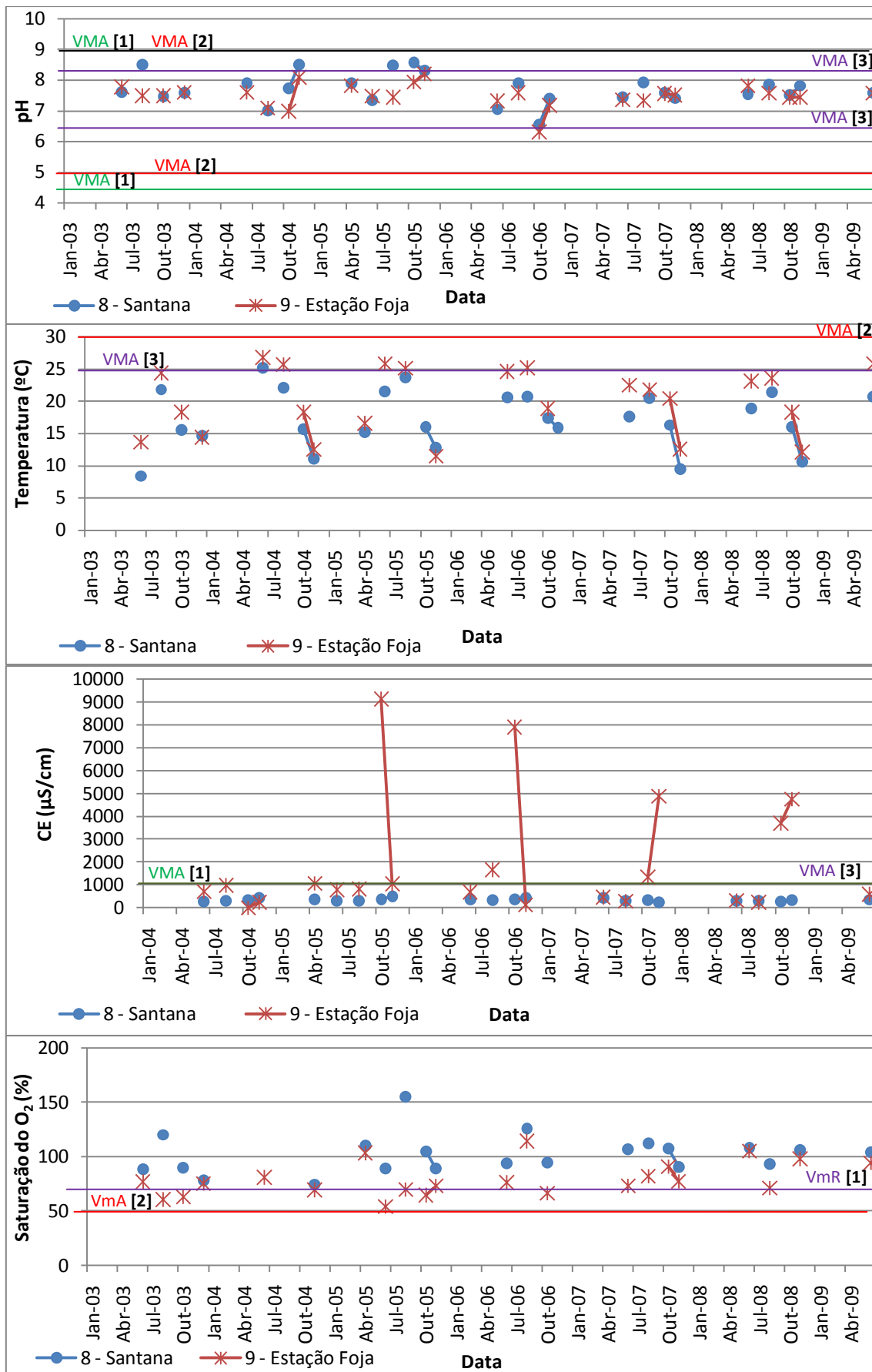


Figura 13 - pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de oxigénio à entrada e à saída do Vale do Foja.

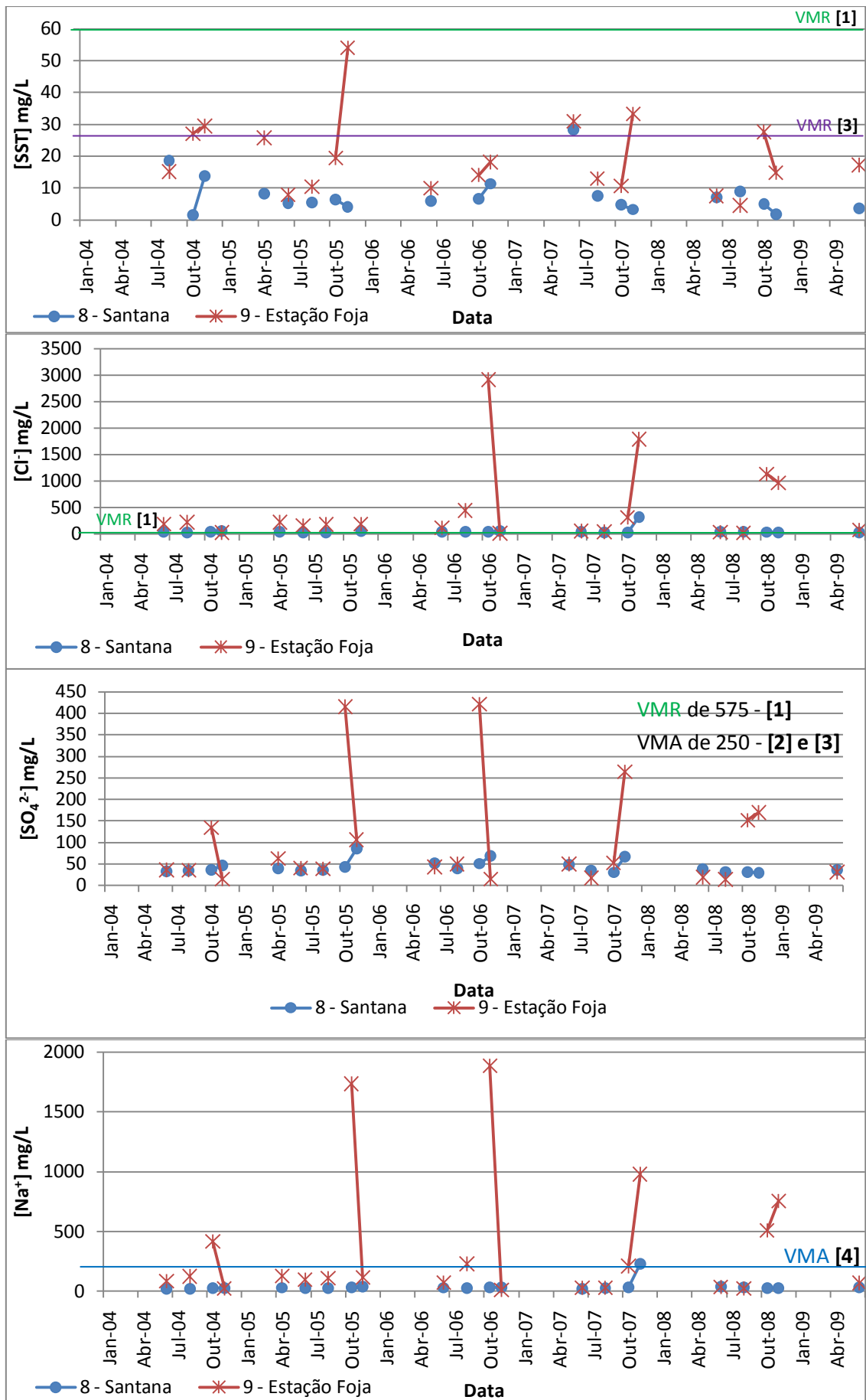


Figura 14 – sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio à entrada e à saída do Vale do Foja.



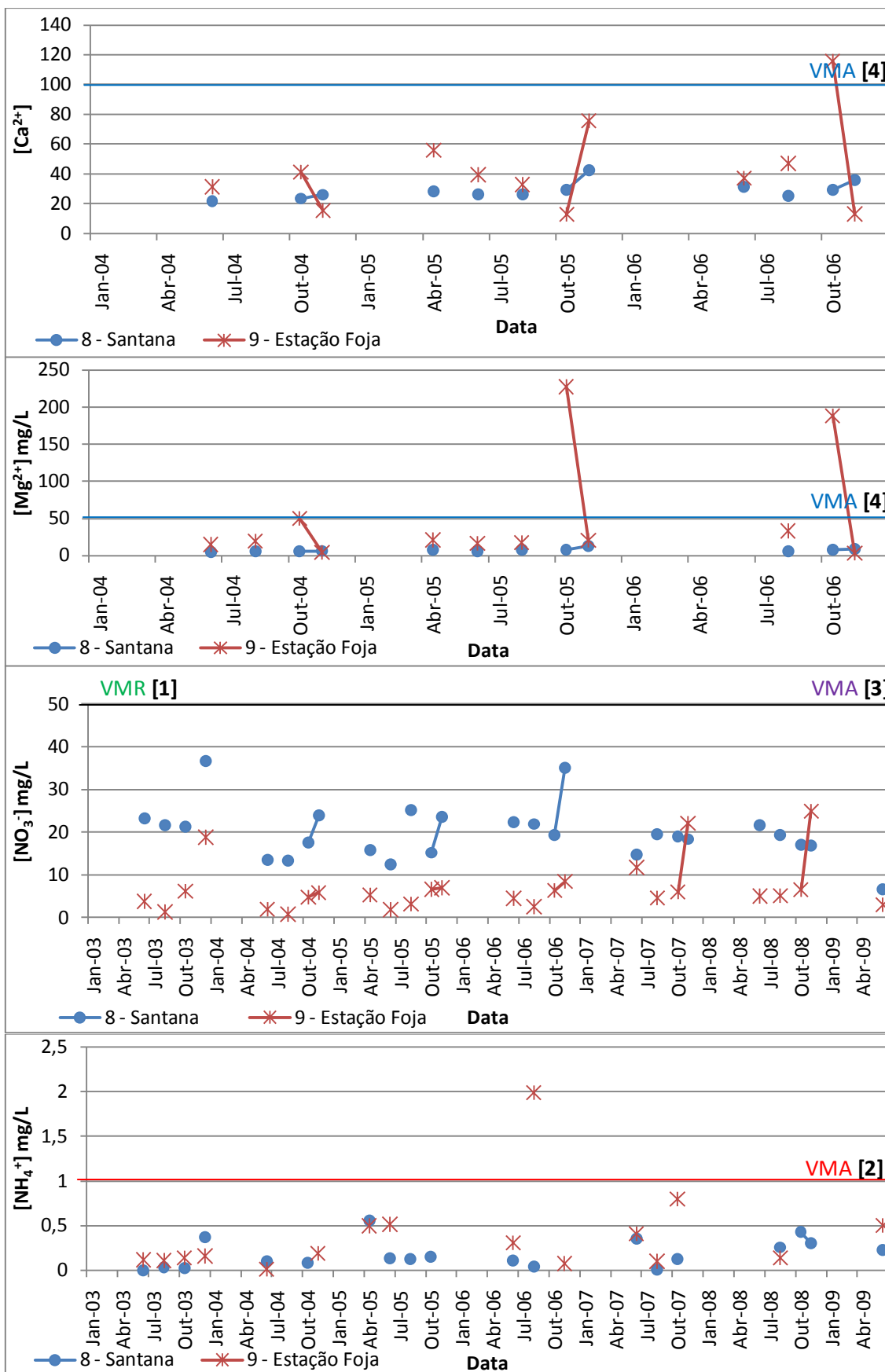


Figura 15 – cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal à entrada e à saída do Vale do Foja.

O teor de cloretos registado ao longo destes anos (figura 14) à entrada do Vale do Foja foi, regra geral, inferior ao VMR de 70,0 mgCl<sup>-</sup>/L relativo à qualidade águas destinada à rega [1], com a excepção do teor registado em Novembro de 2007 de 320,8 mg/L. Poucos são os registos que respeitam este VMR à saída deste vale, só nos meses de Novembro de 2004 e 2006, Junho e Agosto de 2007 e 2008 é que se verificou teores inferiores ao legislado. Quanto aos objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2], o VMA é 250,0 mgCl<sup>-</sup>/L, verificando alguns registos que superaram este VMA medidos um à entrada do vale (mencionado no início deste texto) e vários à saída do vale nos meses de Agosto e Outubro de 2006, Outubro e Novembro de 2007 e 2008. No que se refere à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], o VMR é 200 mgCl<sup>-</sup>/L, para além dos teores acima mencionados que desrespeitaram o VMR, registaram-se valores superiores em Agosto de 2004 e em Abril de 2005.

A concentração de sulfatos registada neste vale pode-se observar na figura 14. No que diz respeito à qualidade das águas destinadas à rega [1], todos os registos ao longo destes anos no vale do Foja são inferiores a este valor legislado. Relativamente aos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2], o VMA é 250 mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/L, os registos à entrada do vale não ultrapassam este VMA, mas à saída, no mês Outubro de 2005 e 2006 e Novembro de 2007 registaram-se valores superiores a este. O mesmo se aplica à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], cujo VMA é o mesmo referido acima.

Os valores registados de sódio ao longo destes anos e para a entrada e saída deste vale estão referidos no gráfico 14. À entrada do Vale do Foja os teores de sódio registados são quase sempre inferiores ao valor paramétrico relativo à qualidade da água destinada ao consumo humano [4], com a excepção do mês de Novembro de 2007 onde se registou um teor mais elevado. Quanto à saída do vale, o mesmo não aconteceu, verificando-se nos meses de Outubro de 2004 e 2005, Agosto e Outubro de 2006, Outubro e Novembro de 2007 e Outubro e Novembro de 2008 valores acima do valor paramétrico de 200 mg/L, estes valores contribuem para o aumento de condutividade destas águas.

No que se refere ao teor de cálcio e magnésio registados ao longo destes anos estão representados na figura 15. O teor de magnésio relativo à qualidade de água destinada ao consumo humano [4] não é desejável que a [Ca<sup>2+</sup>] seja superior a 100 mg/L, registando-se um único valor superior a este, em Outubro de 2006, à saída do vale do Foja com um teor de 115,8 mg/L de cálcio. Relativamente ao magnésio, não é desejável que a [Mg<sup>2+</sup>] seja superior a 50 mg/L, o que não se verifica à saída deste vale no mês de Outubro de 2005 e 2006. Os valores mais elevados destas concentrações são registados à saída deste vale.

A concentração de nitrato registada neste vale está referida na figura 15. Para a qualidade das águas destinadas à rega [1], o teor de nitrato é 50 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L. Verificamos que ao longo destes anos, não consta nenhum registo que exceda este valor

na entrada e na saída do vale do Foja. O VMR de 25 mg/L para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], cujo valor é ultrapassado nos meses de Dezembro de 2003, Agosto de 2005 e Novembro de 2006 à entrada do vale do Foja. A diminuição da concentração de nitratos da entrada para a saída deste vale, está relacionada com o seu consumo por parte das plantas que existem nas valas de drenagem.

O teor de azoto amoniacal registado nas águas do Vale do Foja ao longo destes anos está referenciado na figura 15. Quanto aos objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais [2] o VMA é 1 mg/L, havendo só um registo que o desrespeita à saída do vale do Foja em Agosto de 2006, sendo duas vezes superior ao VMA acima mencionado. Com uma exigência maior existe o VMR relativo à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], com o teor de 0,05 mg/L, que é facilmente ultrapassado à entrada e à saída do vale do Foja. O que representa que o tratamento referido na classe A1 não é o indicado, mas sim o de classe A2.

O teor de fosfato no Vale do Foja está quase sempre abaixo do limite de detecção, excepto à entrada deste vale em Dezembro de 2003, Agosto de 2004 e Maio de 2005, que assume valores de 0,73 mg/L, 0,28 mg/L e 0,57 mg/L, respectivamente.

Neste vale é de considerar, os elevados registos de condutividade registados nos meses Outubro e Novembro à saída deste vale. Na foz do Foja nota-se a influência das marés, facto que poderá traduzir-se nos elevados valores de condutividade e sais registados neste local. Uma justificação para estes elevados valores nos meses acima referidos poderá ser a ocorrência de arrastamento dos sais existentes no solo causado pelo escoamento superficial. Neste caso, para além da perda quantitativa do solo também ocorre a perda qualitativa.

De um modo geral, a água pode ser usada para rega, principalmente a da entrada deste vale, facto que acontece actualmente no AHABM. No entanto, é necessário ter atenção aos teores de nitratos à entrada da zona agrícola, visto estes serem maiores do que os da saída, o que evidencia que existe um consumo por partes das plantas e que existe uma poluição fora da área em estudo pode vir a degradar a qualidade desta água.

#### **5.1.2.4 – Vale do Pranto**

As amostras de água no vale do Pranto são recolhidas à entrada (Ponte Casal da Rola) e à saída (Maria da Mata) deste vale.

Os registos de pH no vale do Pranto (figura 16) respeitam o intervalo do VMA nos objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2] e para a qualidade das águas destinadas à rega [1]. Para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], os registos à saída do mês de Outubro de 2004 e Junho de 2006 e à entrada em Novembro de 2004 desrespeitam o intervalo do VMR.

A temperatura registada à entrada e à saída do vale do Pranto (figura 16) está de acordo com os objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2]. A um nível mais exigente o VMR de 22 °C e VMA de 25 °C, relativos à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], são facilmente alcançados e ultrapassados, principalmente nos meses do ano mais quentes (Junho e Agosto).

A condutividade registada no vale do Pranto apresenta-se na figura 16. No que diz respeito ao VMR de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para a qualidade das águas destinadas à rega [1] e para produção de água para consumo humano [3], é desrespeitado à saída deste vale nos meses de Outubro de 2004, Outubro e Novembro de 2005 e Outubro de 2007 e 2008.

Os registos da saturação de oxigénio à entrada e à saída (figura 16) foram sempre superiores a 50% percentagem esta que é a admissível nos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2]. Na entrada do vale do Pranto a maioria dos registos, excepto em Agosto de 2003 e Junho de 2005 com 60 e 58%, respeitaram o mais exigente valor mínimo recomendável de 70% para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3]. Na saída deste vale, este VMR não é respeitado em Agosto de 2000, Outubro de 2002, Agosto e Outubro de 2003, Novembro de 2004, Outubro de 2005 e Junho de 2007.

Os valores de SST registados no Vale do Pranto encontram-se na figura 17. O valor máximo recomendado do teor de SST na qualidade das águas destinadas à rega [1] é 60 mg/L, valor este que é excedido à entrada do vale do Pranto num único registo em Outubro de 2006 e à saída deste em Outubro de 2004, 2005 e 2006 e Junho de 2007. Numa maior exigência de teor de SST, na qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3] o VMR é 25 mg/L que, para além dos registos mencionados anteriormente, existem mais alguns que o ultrapassam.

O teor de cloretos à entrada do vale do Pranto (figura 17), nos meses de Outubro de 2006, Novembro de 2007 e Outubro e Novembro de 2008 excedem o VMR para a qualidade da água destinada à rega [1], com valores de 268,1 mg/L, 160,5 mg/L, 162,9 mg/L e 92,5 mg/L, respectivamente. Muitos são os registos à saída deste vale que ultrapassam este VMR, verificados em Agosto de 2004, Novembro de 2004 e 2005, Agosto, Outubro e Novembro de 2006, Outubro e Novembro de 2007 e 2008. No que se refere aos objectivos ambientais de qualidade mínima para a água superficial [2], cujo VMA é de 250,0 mg/L, este é ultrapassado à entrada do vale, com um único registo superior em Outubro de 2006, e à saída em Novembro de 2005, Agosto de 2006 e Outubro de 2008. Quanto ao VMR de 200 mgCl/L relativo à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], para além destes últimos registos acima mencionados (entrada e saída do vale), também em Outubro de 2006 e Outubro e Novembro de 2007 à saída do vale é desrespeitado este VMA.

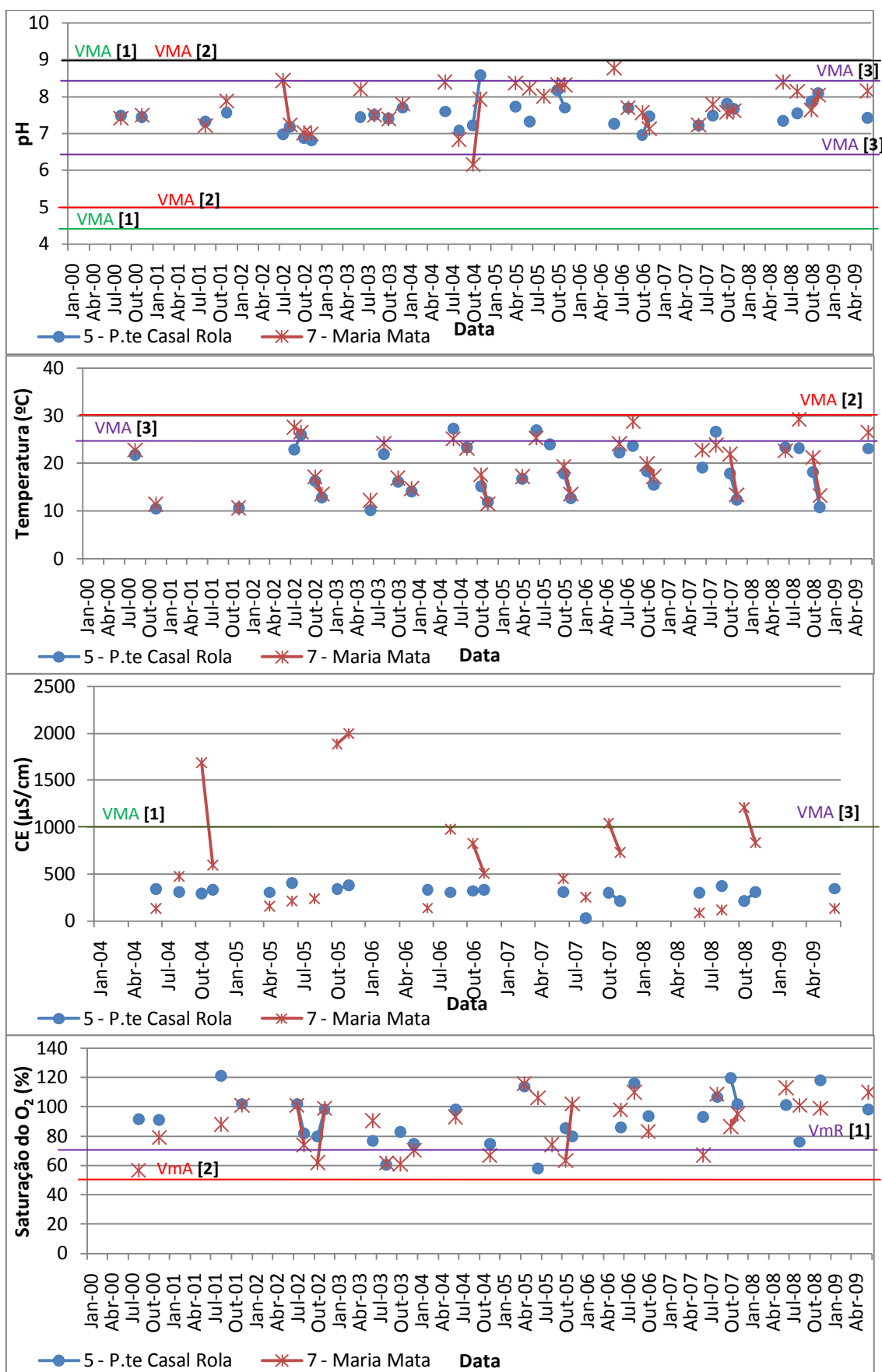


Figura 16 - pH, temperatura, condutividade eléctrica e saturação de oxigénio à entrada e à saída do Vale do Pranto.

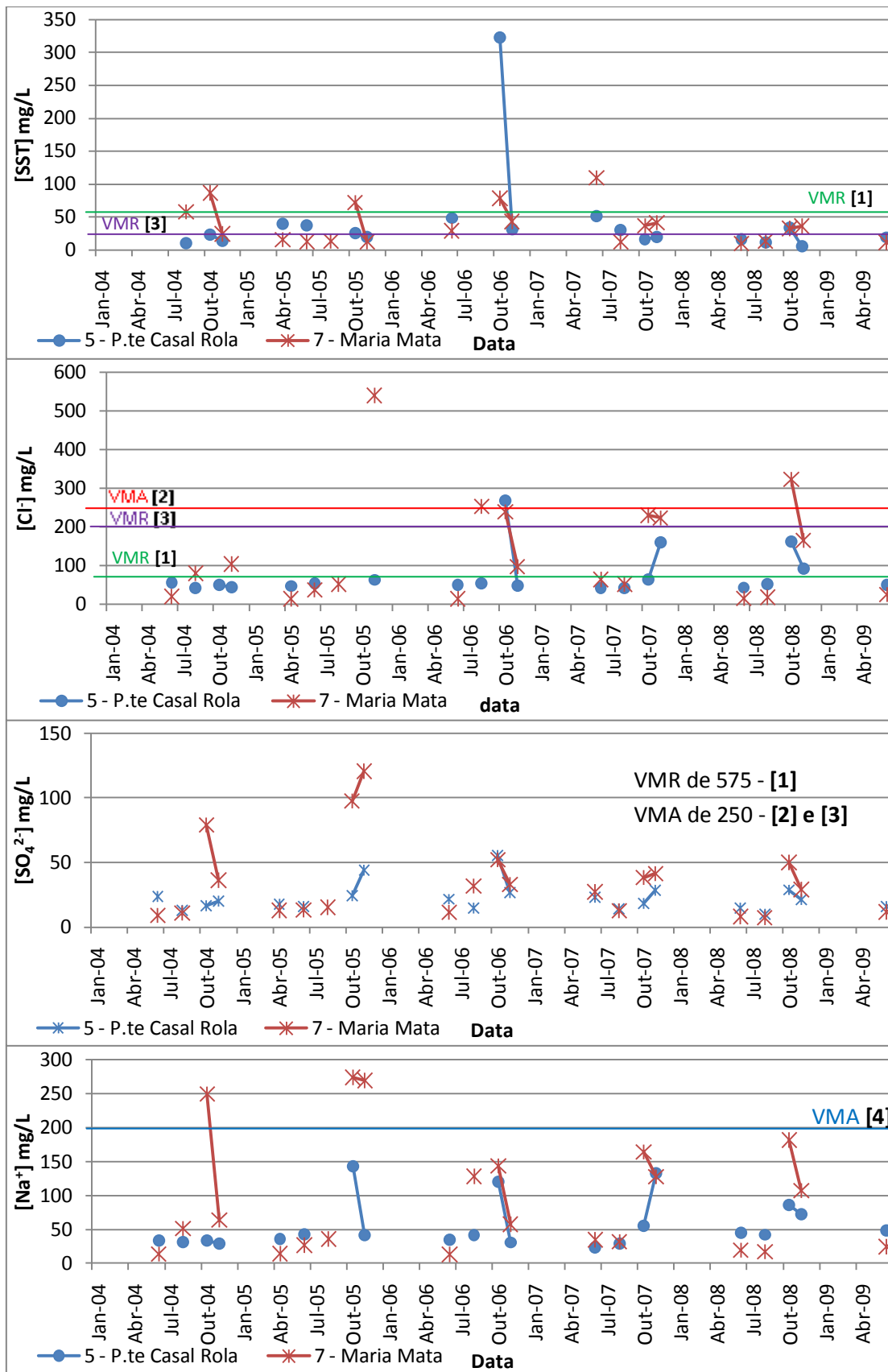


Figura 17 – sólidos suspensos totais, cloretos, sulfatos e sódio à entrada e à saída do Vale do Pranto.

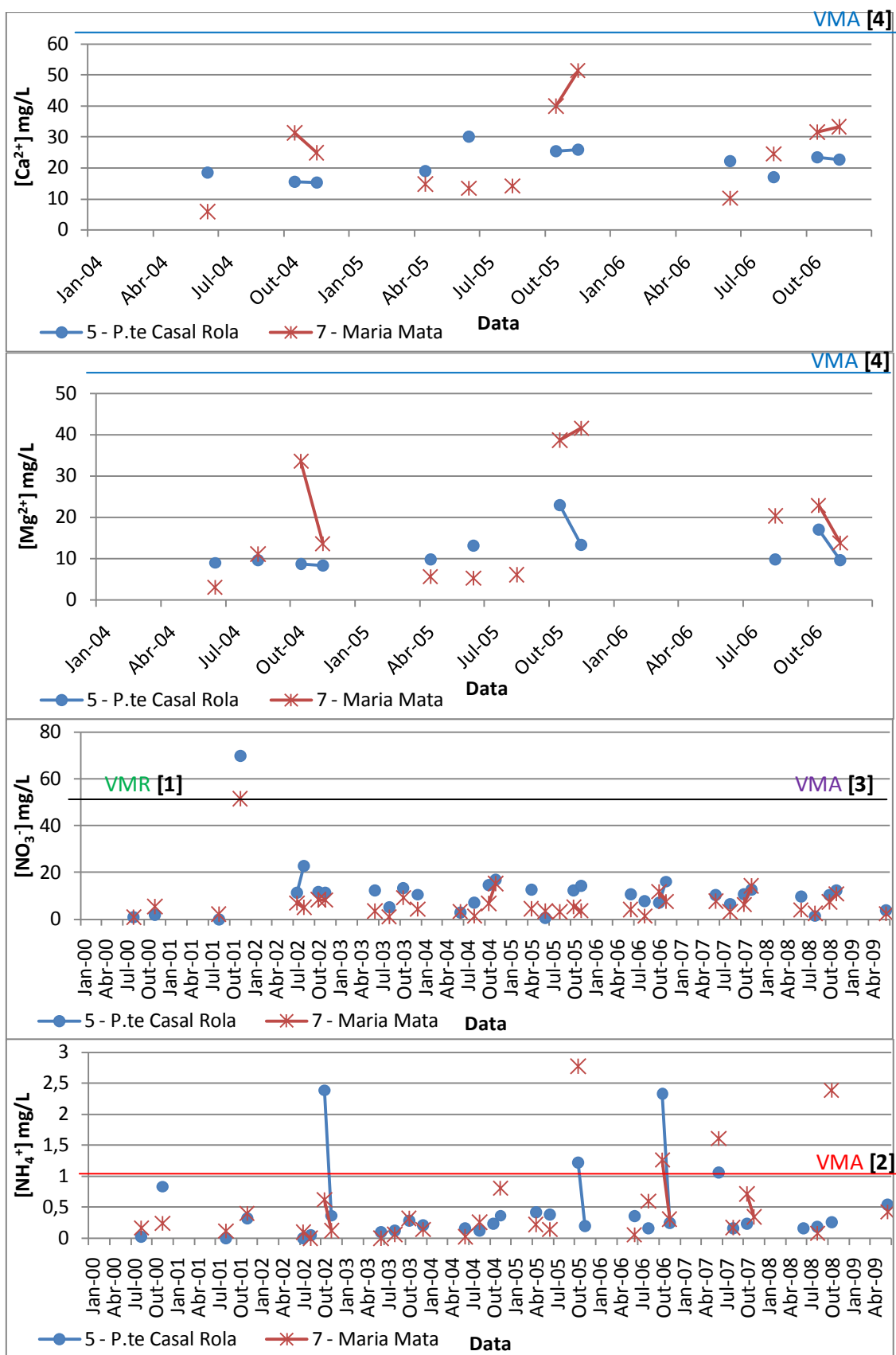


Figura 18 – cálcio, magnésio, nitratos e azoto amoniacal à entrada e à saída do Vale do Pranto.

No Vale do Pranto os registos de teor de sulfatos (figura 17) assumem sempre valores inferiores ao VMR de 575 mg/L para a qualidade das águas destinadas à rega [1]. Também para um VMA mais exigente de 250 mg/L relativo aos objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais [2] e à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3], todos os registos estão abaixo do valor referido. Até mesmo no que respeita ao VMR de 150 mg/L para a [3] (produção de água para consumo humano) todos os registos respeitam este valor legislado.

O teor de sódio registado à entrada do Vale do Pranto (figura 17) cumpre sempre o valor paramétrico de 200 mg/L estipulado pela qualidade da água destinada ao consumo humano. Quanto aos registos à saída do vale em Outubro de 2004, Outubro e Novembro de 2005 assumem valores superiores ao legislado.

Para a qualidade da água destinada ao consumo humano do DL n° 306/2007 não é desejável que a  $[Ca^{2+}]$  seja superior a 100 mg/L. O teor de cálcio registado ao longo destes anos nunca foi superior ao valor legislado.

No que se refere à qualidade da água destinada ao consumo humano (DL n° 306/2007) não é desejável que a  $[Mg^{2+}]$  seja superior a 50 mg/L. Tal acontece quer à entrada quer à saída do vale do Pranto verificando que todos os registos são inferiores ao valor legislado.

Os valores de nitratos registados ao longo destes anos neste vale estão representados na figura 18. Relativamente aos valores mais exigentes de teor de nitrato na legislação nacional analisada correspondem ao VMR de 25 mg/L e ao VMA de 50 mg/L relativo à qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3]. O teor de nitrato no vale do Pranto é superior ao legislado em Novembro de 2001 para ambos os locais de amostragem. No que diz respeito à qualidade da água destinada à rega [1] também todos os valores estão em concordância.

O teor de azoto amoniacal registado no vale do pranto (figura 18) facilmente ultrapassa o VMR de 0,05 mg/L para a qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano [3]. No que se refere aos objectivos de qualidade mínima para as águas superficiais [2] o VMA é de 1,0 mg/L, neste caso, à entrada verifica-se valores superiores nos meses de Outubro de 2002, 2005 e 2006 e Junho de 2007, com um teor de 2,39 mg/L, 1,22 mg/L, 2,33 mg/L e 1,06 mg/L, respectivamente. À saída, nos mesmos meses anteriormente descritos, com excepção do primeiro mês (Outubro de 2002), também ultrapassaram o VMA, com teor de azoto amoniacal de 2,78 mg/L, 1,26 mg/L e 1,61 mg/L.

O teor de fosfatos registado neste vale foi quase sempre inferior ao limite de detecção, o valor mais elevado foi registado em Novembro de 2000 e registou um valor de 0,43mg/L à entrada do vale.



### 5.1.3 – Análise de dados e discussão

#### Análise sazonal

Numa abordagem geral, calcularam-se os valores médios para alguns parâmetros dos meses Junho, Agosto, Outubro e Novembro, representando as estações de Primavera/Verão e o Outono/Inverno (figuras 20 e 21). Os números representados nestas figuras correspondem à entrada e saída dos diferentes vales mencionados no capítulo anterior (n<sup>os</sup> 2, 3 e 4 - Vale Central; n<sup>os</sup> 11 e 10 - Vale do Arunca; n<sup>os</sup> 8 e 9 - Vale do Foja; n<sup>os</sup> 5 e 7 - Vale do Pranto).

Confrontam-se estes parâmetros com os valores de precipitação registada na estação agro-meteorológica da ESAC em Bencanta/Coimbra. Assume-se que estas observações são genericamente representativas do vale para efeito desta análise.

Os registos disponibilizados de precipitação são valores diários (mm/d), dos quais foram efectuadas médias mensais para os diferentes anos (Figura 19).

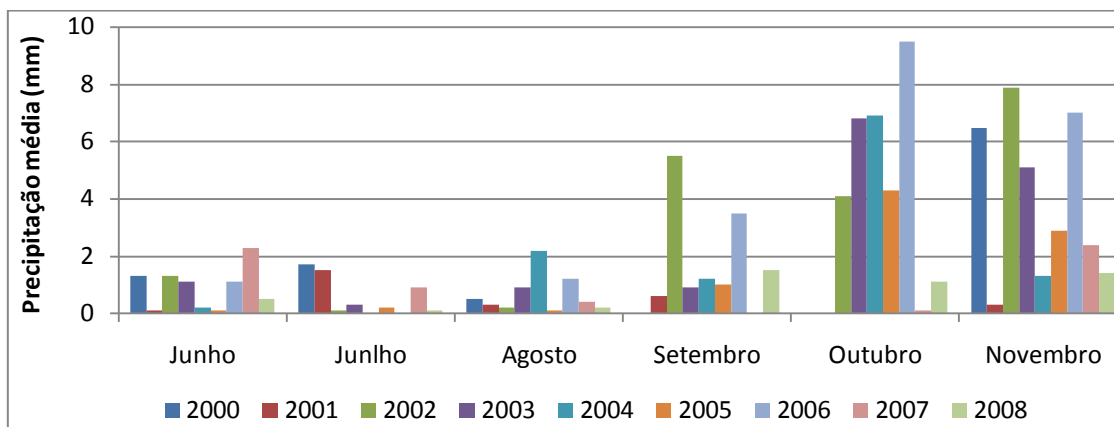


Figura 19 – Precipitação média de Junho a Novembro no período de 2000-2009.

Pela análise geral da figura 20, verifica-se que na entrada dos vales (locais 2,11, 8 e 5) os teores dos parâmetros analisados não se alteram significativamente ao longo dos meses amostrados. Já à saída dos vales (locais 4, 10, 9 e 7) tal não se verifica, registando-se nos meses de Outubro e Novembro um aumento considerável.

Nos meses de Junho e Agosto, não se registam valores elevados quer da condutividade eléctrica, quer dos teores de cloretos, sódio e sulfatos (figura 20). Apenas se verifica no ponto 9 (saída do Vale do Foja) registos médios mais elevados, quando comparados com os restantes pontos, devido à influência das águas salgadas neste local.

Neste local (ponto 9) os valores mais acentuados registam-se no mês de Outubro, após o período de estiagem e aquando as primeiras chuvas, o que poderá advir do arrastamento dos sais existentes no solo e como consequência um maior aumento de sais nas águas de drenagem.

Os valores médios, para os parâmetros referidos na figura 20, nos meses de Outubro e Novembro, são mais elevados principalmente à saída do Vale do Foja (ponto 9) seguido

do Vale do Pranto (ponto 7), sendo esta época propícia para o aparecimento de excesso de sais nas águas superficiais de drenagem.

Numa análise mais pormenorizada, à saída do Vale do Pranto e Foja, foram registados vários valores elevados de condutividade, cloretos, sulfatos e sódio principalmente, associados aos meses de Outubro dos vários anos (figura 16 e 17). Este é o mês que regista maiores quantidades de precipitação média, promovendo o arrastamento de sais do solo, como o verificado, principalmente em Outubro de 2006, onde se registaram os valores mais elevados de sais nas águas de drenagem.

Os registos médios no ponto 4 (saída do Vale Central) na figura 20, em Novembro, são valores elevados devido ao único valor registado em Novembro de 2007. Se não considerarmos este registo a média desce para 238,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para a condutividade, 32,5 mg/L para a concentração de cloretos, 23,3 mg/L para o sódio e 16,9 mg/L para os sulfatos. O mesmo acontece aos registos médios do ponto 10 (saída do Vale do Arunca) no mês de Outubro (figura 20), se não considerarmos os valores do ano 2006 para o referido mês, as médias diminuem para 633,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  referente à condutividade, 77,5 mg/L para a concentração de cloretos, 50,0 mg/L de sódio e 31,8 mg/L de sulfatos. Estes valores podem ter ocorrido de erro na medição, ou ter havido uma contaminação local excepcional.

Quanto à concentração média de nitratos e azoto amoniacal registados nos referidos meses estão apresentados na figura 21. Verifica-se que no ponto 8 (entrada do Vale do Foja) a concentração média de nitratos é superior à registada nos outros locais. O mesmo acontece, mas com valores não tão elevados, no ponto 5 (entrada do Vale do Pranto) e 11 (entrada do Vale Arunca). Este facto evidencia a existência de actividades fora da área agrícola que libertam nitratos. Os nitratos são assimilados pelas plantas, o que leva à diminuição destes na saída dos vales (quando comparados com as entradas).

Nos meses de Outubro e Novembro, esta concentração média de nitratos tende a aumentar, principalmente no mês de Novembro, onde se regista um aumento em todos os locais. Os nitratos são solúveis em água, e como nestes meses registam-se maiores precipitações, estes facilmente são arrastados pelas escorrências das águas superficiais.

Quanto aos teores médios de azoto amoniacal registados nas águas superficiais de drenagem (figura 21), podem ser devidos à excessiva carga orgânica verificada principalmente no mês de Outubro na entrada e saída do Vale do Pranto. Neste caso os valores registados à entrada deste vale podem ser devidos a efluentes domésticos/pecuários não tratados e a escorrências de campos agrícolas tratados com chorume a montante deste local. Na saída deste vale, este valor é facilmente justificado pela escorrências promovidas pelas águas das chuvas que arrastam o azoto amoniacal existente nos terrenos agrícolas.

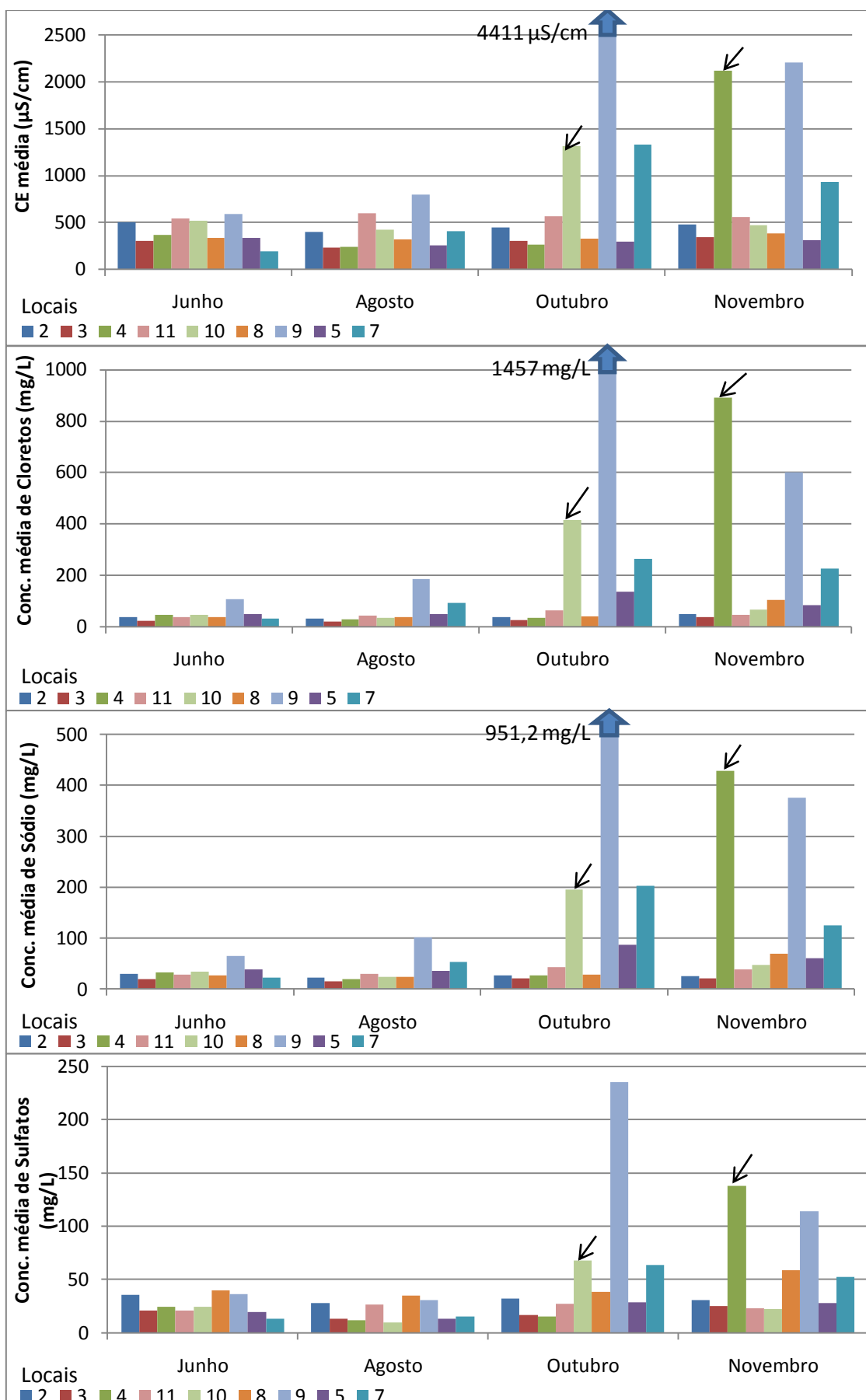


Figura 20 – Valores médios de condutividade eléctrica, concentração de cloretos, sódio e sulfatos para os meses Junho, Agosto, Outubro e Novembro nas águas superficiais de drenagem.

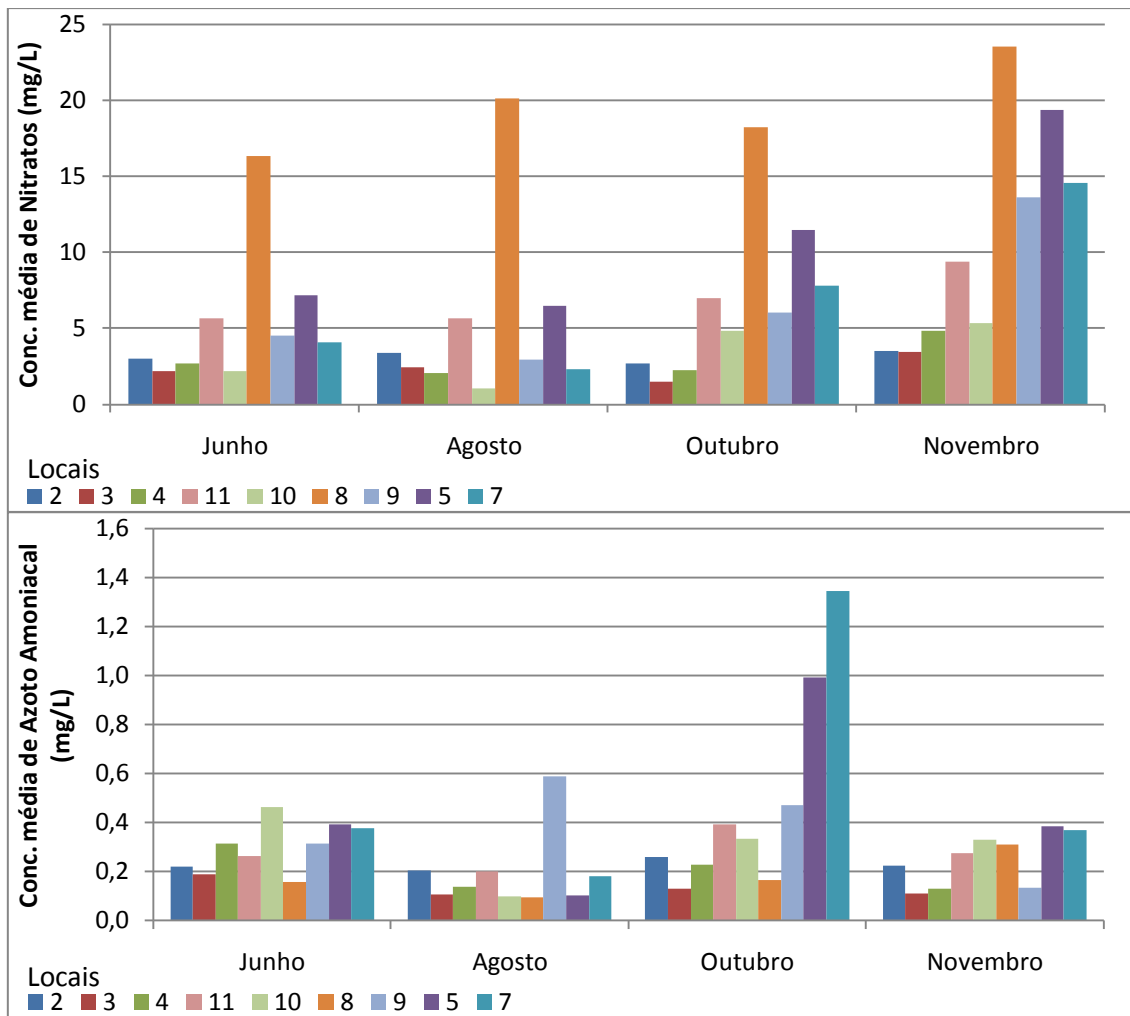


Figura 21 – Concentração média de nitratos e azoto amoniacaal, registada nos meses de Junho, Agosto, Outubro e Novembro nas águas superficiais de drenagem.

## Correlação dos parâmetros químicos

À saída do vale do Foja e Pranto registaram-se valores de condutividade elevados que se relacionam com outros parâmetros, tais como o cloreto, sódio, sulfato e razão de adsorção de sódio (RAS).

### Vale do Foja (saída):

À saída desta área agrícola (Foja), a condutividade e os diferentes parâmetros ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e RAS) apresentam uma boa correlação, com o  $r^2$  sempre superior a 0,90 (figura 22).

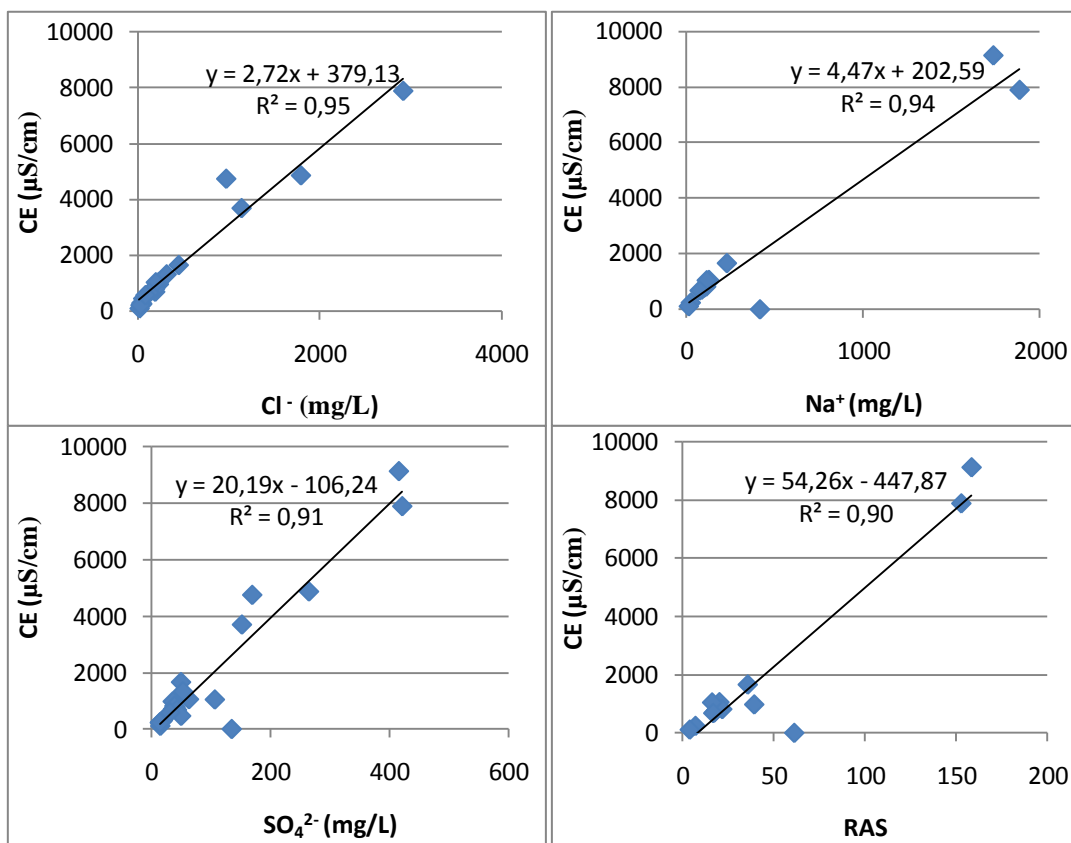


Figura 22 – Correlação da condutividade eléctrica com os diferentes parâmetros à saída do Vale do Foja.

Esta correlação demonstra que os valores de condutividade, registados à saída do Vale do Foja, podem ser calculados mediante os diferentes resultados da monitorização efectuados aos parâmetros referidos anteriormente, e vice-versa.

### Vale do Pranto (saída):

O mesmo se efectuou aos registos monitorizados à saída do Vale do Pranto, obtendo uma maior correlação entre a condutividade e os parâmetros referidos acima ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e RAS) demonstrado na figura que se segue (figura 23).

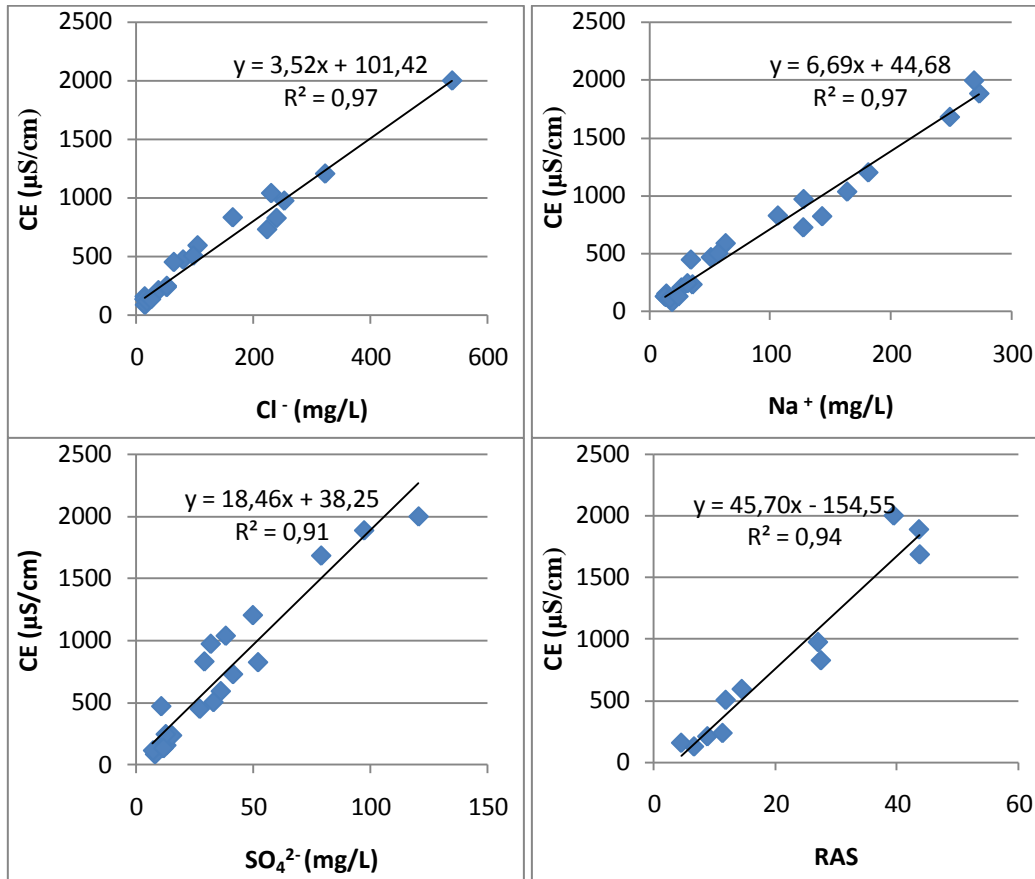


Figura 23 - Correlação da condutividade eléctrica com os diferentes parâmetros à saída do Vale do Pranto.

Com esta tão boa correlação, em face do elevado valor do coeficiente de determinação sempre superior a 0,91, a condutividade pode servir como indicador indirecto dos parâmetros acima referidos, isto é, a partir da medição de condutividade obteríamos uma estimativa do teor para os referidos parâmetros.

## 5.2 – Caudais

A medição de caudais destina-se à determinação do volume de água escoado em cada secção de amostragem para posterior determinação da carga de nutrientes escoada nessa secção.

No decurso do presente plano de monitorização sempre que possível, foi medida a velocidade, profundidade e largura transversal do escoamento na secção das linhas de água na entrada e saída das áreas agrícolas, sendo este trabalho dificultado devido à heterogeneidade de configurações das secções de amostragem e à inexistência de escalas limnimétricas. Nos locais amostrados à saída do vale Central, do Foja e do Pranto é frequente as comportas estarem fechadas no momento da recolha da amostra.

Aquando à análise das águas superficiais, a velocidade é registada com a ajuda de um molinete mecânico que converte o número de rotações da hélice em velocidade média ao fim de 30 segundos. O molinete está inserido numa barra vertical graduada que se apoia no fundo do rio, permitindo saber qual a profundidade que está a ser medida a velocidade da água. Conhecida a velocidade e área molhada (largura x profundidade) calcula-se o caudal (ver tabela em anexo C). Neste caso de estudo, a medição da velocidade é realizada num só ponto do rio, onde se recolhe a amostra da água, o que reduz a precisão da medida, sendo desejável efectuar as medições em diferentes pontos da secção transversal variando as posições quer no eixo horizontal como também no eixo vertical (figura 24). As medições devem ser feitas a 20% e 80% de profundidade para cada secção, uma outra opção seria efectuar uma medição sessenta por cento, correspondendo esta à velocidade média nessa vertical. Do produto das velocidades médias e da área de cada secção resultam os caudais parciais, cujo somatório dá-nos o caudal total.

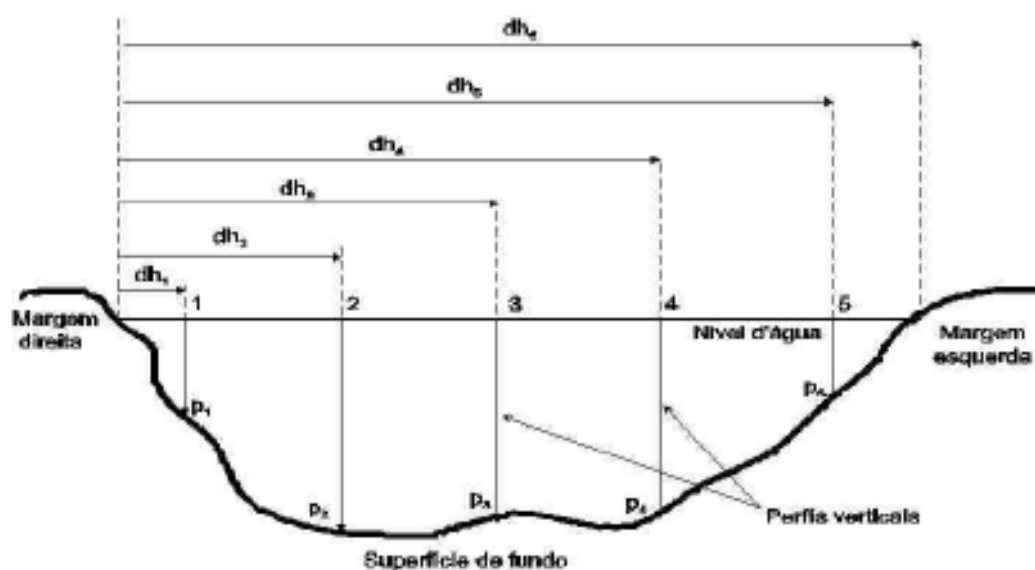


Figura 24 - Secção transversal de um rio. dh=distância da margem ao perfil; p=profundidade do perfil.

Numa tentativa de identificar a influência da precipitação nos valores de caudais, pretende-se relacionar os valores de caudais medidos no dia da amostragem, com a

precipitação média móvel do período precedente de 20 dias da recolha da amostra. Para ponderar esta condição de precipitação, foram calculados os valores médios dos 20 dias antecedentes à amostragem, a fim de avaliar as condições de escoamento superficial na rede de drenagem.

### Vale Central

Na entrada deste vale, Gomase, e num ponto mais a jusante, Ponte das Lavadeiras, existe um pontão de atravessamento da linha de água constituído por uma manilha ou mais manilhas em betão (figura 25). Já na saída deste vale, estação de Foja (rio velho), existe uma ponte com soleira regular no leito do rio.



Figura 25 - Medição da velocidade com molinete à entrada do vale Central, Gomase (esquerda), e num local mais a jusante deste, Ponte das Lavadeiras (direita).

Os caudais registados e a precipitação média dos 20 dias precedentes à amostragem estão representados no gráfico 26.

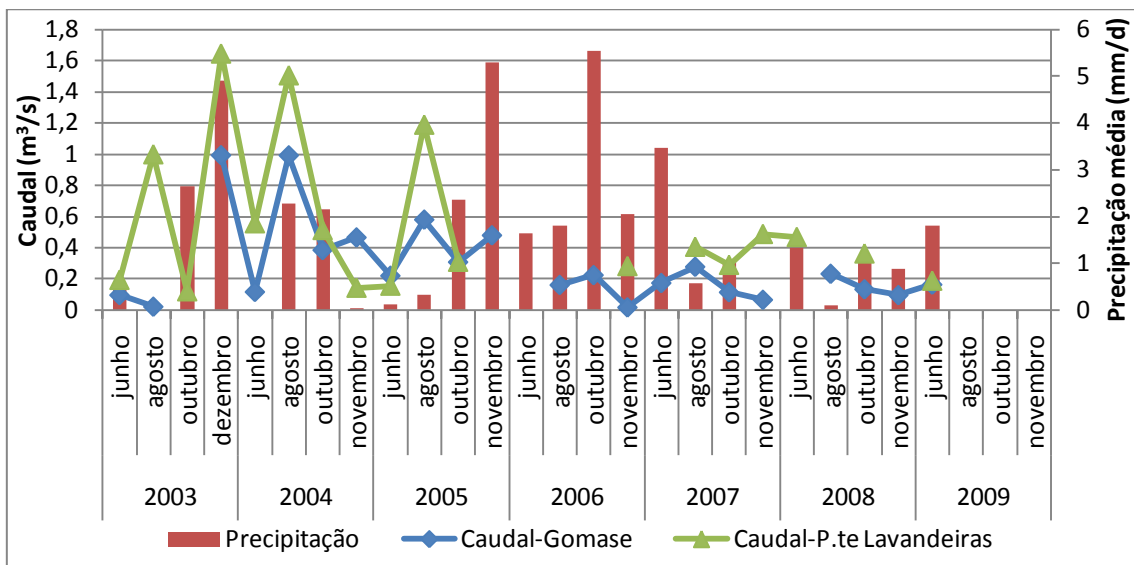


Figura 26 - Relação da precipitação média e caudal à entrada (Gomase) e à saída (Ponte das Lavadeiras) do vale Central.

À saída do vale Central, estação de Foja as comportas estavam sempre fechadas sendo impossível medir a velocidade da água com o molinete, representando-se a entrada e uma secção intermédia mais a jusante.



Da análise da figura acima referida, pode-se verificar que em Dezembro de 2003 e em Junho e Agosto de 2004, os caudais acompanharam o aumento e diminuição da precipitação, não se verificando nos restantes meses.

A correlação para os registos verificados no Vale Central está referida na figura 27. A análise do valor de  $r^2$  obtido mostra uma fraca correlação em ambos os locais.

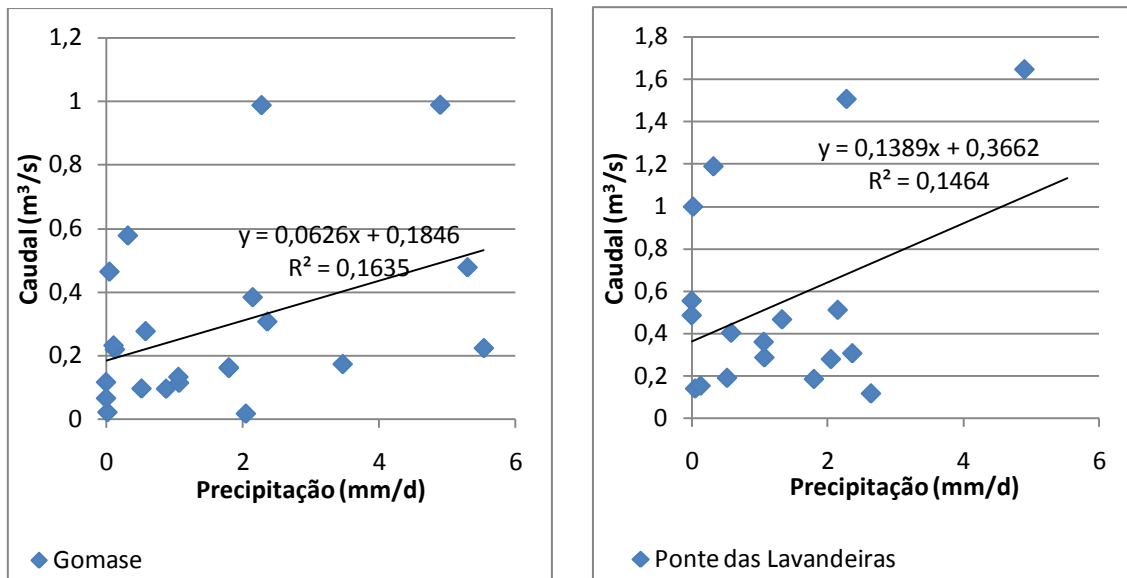


Figura 27 - Correlação do caudal com a precipitação à entrada e numa secção mais a jusante do Vale Central

A correlação, quer à entrada quer na secção mais a jusante do Vale Central, apresenta um coeficiente de determinação  $r^2$  muito pequeno, o que evidência não haver correlação entre as variáveis caudal e precipitação. Este resultado inviabiliza a inferência dos valores do caudal a partir da precipitação observada em Bencanta, Coimbra, o que se pode explicar pelo facto de haver outros factores que determinam o caudal e que não estão a ser considerados.

### Vale do Arunca

Na entrada deste vale, Ponte de Mocate, o leito do rio é irregular e existe um açude para elevar a água. Na saída, Caixeira, existe quatro comportas que, por vezes, dificultam a medição da velocidade da água do rio pois nem sempre estão abertas (figura 28).



Figura 28 - Entrada do vale do Arunca, Ponte de Mocate (esquerda) e Saída do vale do Arunca, Caixeira (direita).

A relação do caudal com a precipitação, à entrada e à saída do Vale do Arunca estão referidos nas figuras 29 e 30. Existe uma boa relação evidenciada à entrada deste vale, principalmente nos anos 2004 e 2005. Quanto aos registos evidenciados à saída deste vale, só em Junho e Agosto do ano 2007 é que se verifica tal relação.

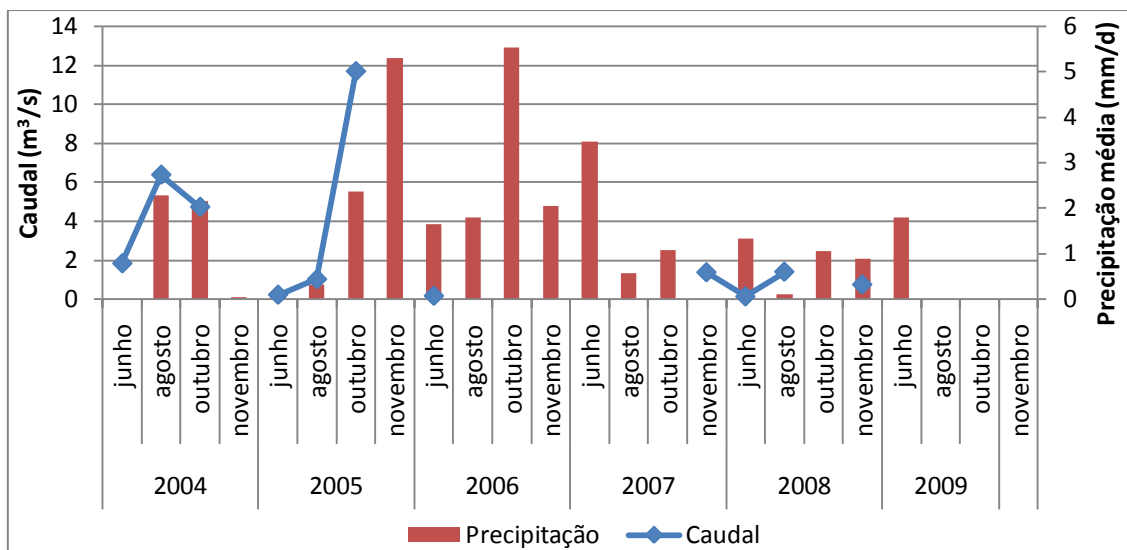


Figura 29 - Relação da precipitação média e caudal à entrada do vale do Arunca (Ponte de Mocate) ao longo dos anos.

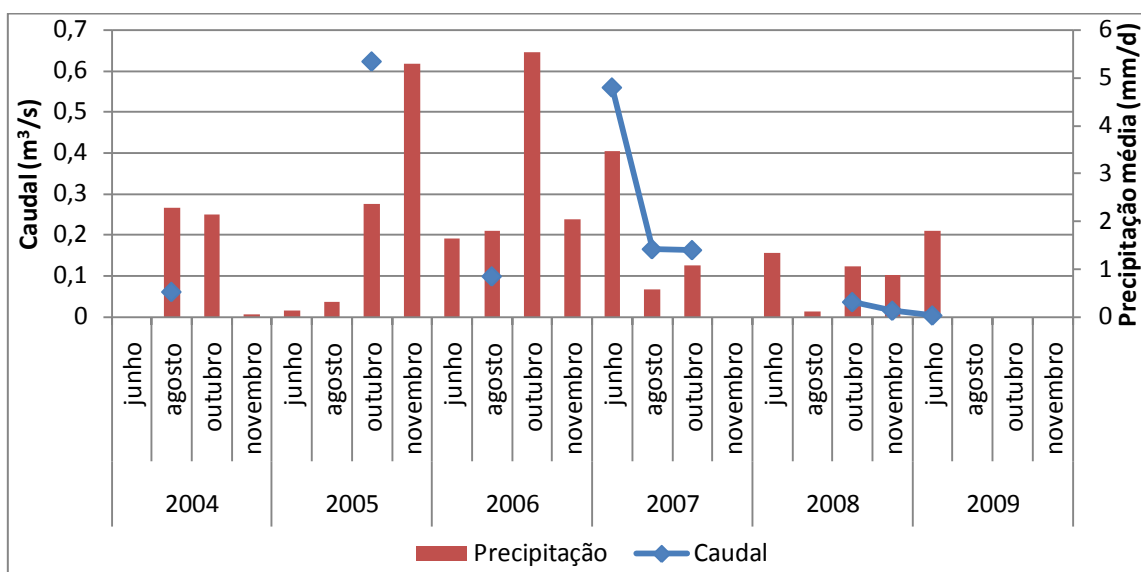


Figura 30 - Relação da precipitação média e caudal à saída do vale do Arunca (Caixeira) ao longo dos anos.

A correlação destes registos de caudais e precipitações são referidos na figura que se segue (figura 31).

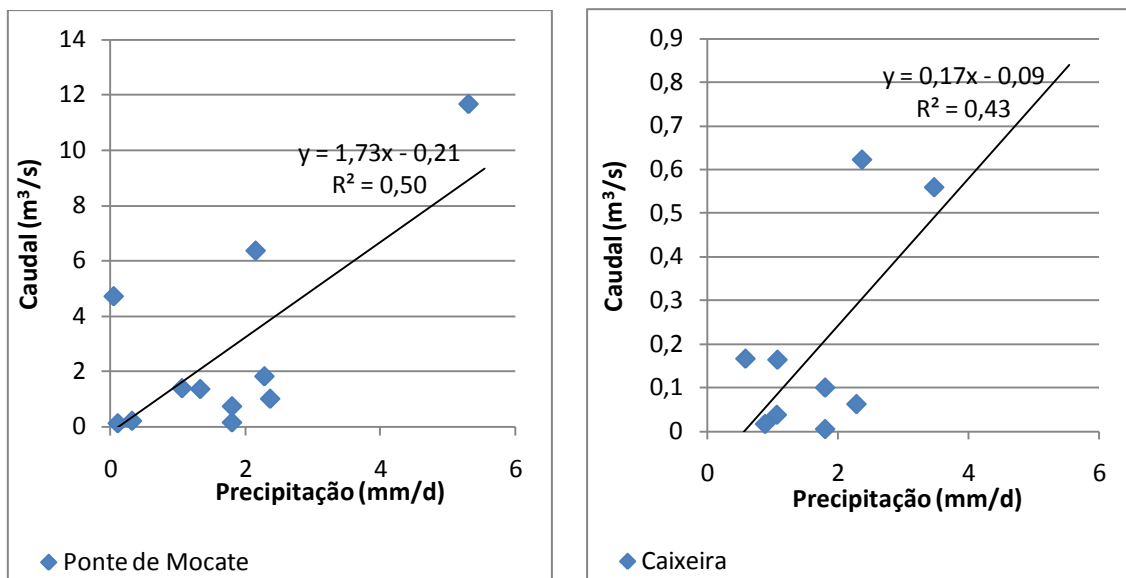


Figura 31 - Caudal vs precipitação na entrada (Ponte de Mocate) e na saída (Caixeira) do vale do Arunca.

Os valores de  $r^2$  para a entrada e a saída do vale do Arunca evidenciam uma correlação baixa, mas significativa.

### Vale do Foja

Na entrada deste vale, Ponte de Santana, o leito do rio é irregular (figura 32) e à saída, Estação de Foja (rio Foja), existe uma ponte com soleira regular no leito do rio.



Figura 32 - Medição da velocidade com o molinete na entrada do vale do Foja, Ponte de Santana.

A relação do caudal com a precipitação registada à entrada do Vale do Foja, é referida na figura que se segue (figura 33).

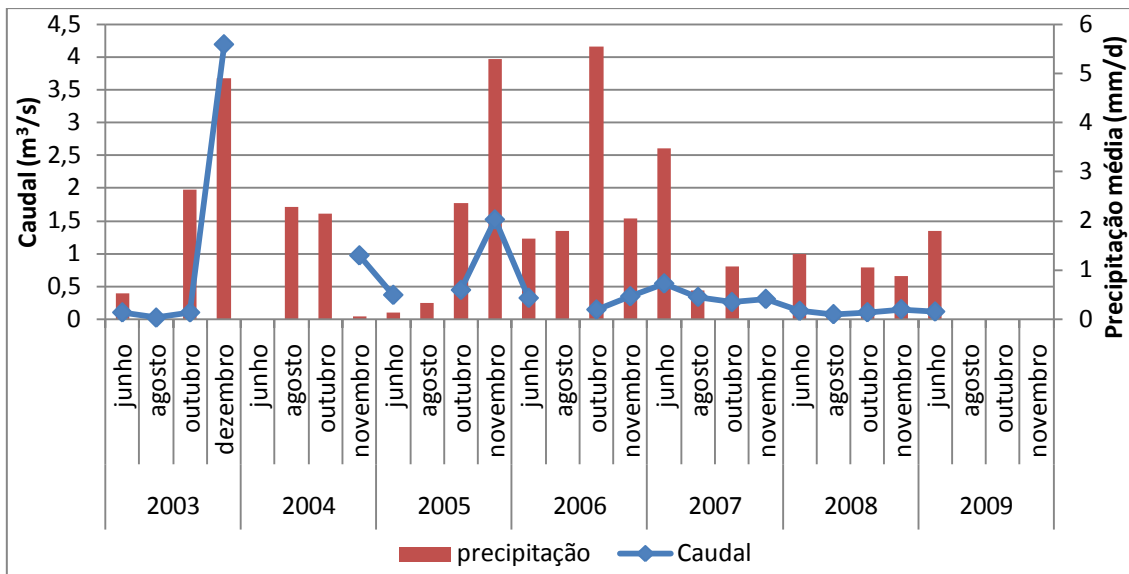


Figura 33 - Relação da precipitação média e caudal à entrada do vale do Foja (Ponte Santana) ao longo dos anos.

O aumento verificado na figura acima representada do valor de caudal com o aumento da precipitação é evidenciado, principalmente do mês de Outubro para Dezembro de 2003.

A correlação apresentada para todos os registos é evidenciada na figura seguinte:

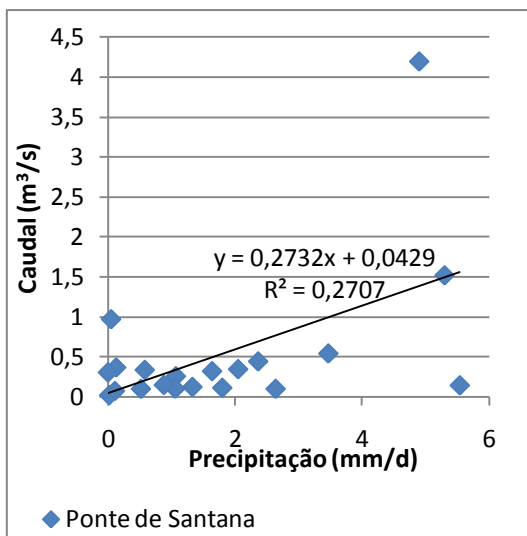


Figura 34 - Caudal vs precipitação na entrada (Ponte de Santana) do Vale do Foja.

A correlação acima referida ( $r^2$ ) é inferior a 0,5 e, por isso, não há correlação significativa.

### Vale do Pranto

Na entrada deste vale, na Ponte Casal da Rola o leito do rio é irregular e existe uma espécie de açude (figura 35). À saída, Maria da Mata, existe uma ponte com soleira regular no leito do rio, onde não é possível a medição da velocidade, visto ser controlada pela abertura das comportas (figura 36). Neste local, o rio Pranto desagua para o Mondego e não o inverso, pois haveria a entrada de água do mar.



Figura 35 - Ponte Casal da Rola (esquerda) e açude (direita) na entrada do vale do Arunca.



Figura 36 - Local de amostragem na saída do vale do Pranto, Maria da Mata (esquerda) e comportas pelas quais o rio Pranto desagua no rio Mondego (direita).

A relação dos caudais com as precipitações registadas à entrada do Vale do Pranto vem representada na seguinte figura:

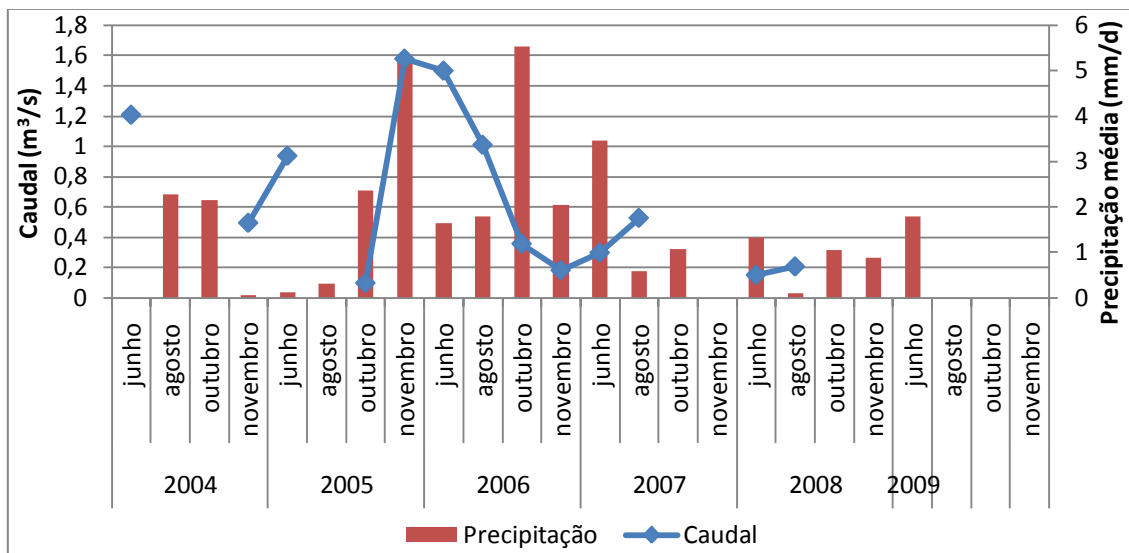


Figura 37 - Relação da precipitação média e caudal à entrada do vale do Pranto (P.te de Casal da Rola) ao longo dos anos.

A figura acima referida apresenta uma relação da precipitação com o caudal verificada, principalmente nos meses de Outubro e Novembro de 2005.



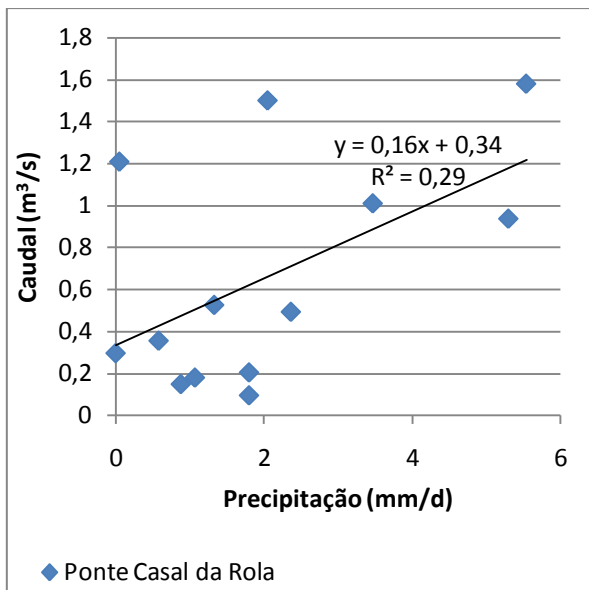


Figura 38 - Caudal vs precipitação na entrada (Ponte Casal da Rola) do vale do Pranto.

Como o coeficiente de determinação  $r^2$  é muito baixo (inferior a 0,5), conclui-se que a correlação entre caudal e precipitação não é significativa.

É necessário recorrer a análises contínuas de caudais, de forma a prever a disponibilidade hídrica existente, como é o caso das redes de monitorização remotas que medem de forma contínua o nível da lâmina de água e ao mesmo tempo diferentes parâmetros de qualidade das águas.

### 5.3 – Balanço de nutrientes

A quantidade de nutrientes que entra, que é consumida pelas plantas e sai de uma área agrícola pode ser quantificada se tivermos os caudais de entrada e saída dessa área e a respectiva concentração de nutrientes. O ideal até seria também efectuar análises à qualidade das águas de chuva, uma vez que existe nutrientes nesta água. Facto que vamos desprezar para este caso, pois o teor de nutrientes nas águas da chuva quando comparado com o contributo de nutrientes por parte da agricultura, é um valor baixo.

A quantidade de nutrientes que entra e que sai por dia é dada por:

$$\text{Nutrientes} \left[ \frac{g}{d} \right] = \text{Conc.} \left[ \frac{mg}{L} \right] \times \frac{g}{1 \times 10^3 \text{ mg}} \times Q \left[ \frac{m^3}{s} \right] \times \frac{L}{1 \times 10^3 m^3} \times \frac{24 \times 3600 \text{ s}}{d}$$

O balanço dos nutrientes é a diferença entre a entrada e a saída da área agrícola. Um resultado negativo (balanço negativo) significa que há maior quantidade a entrar do que a sair, e um balanço positivo implica o contrário.

Neste estudo, como o valor de caudal à saída de algumas áreas agrícolas não foi possível determinar, só referimos o exemplo do balanço de nutrientes no Vale do Central onde existe valores de caudais à entrada e à saída (secção intermédia) da área agrícola.

Na tabela que se segue são apresentados os balanços de nutrientes (tabela 5), para cada concentração registada, que entram e que saem do Vale do Central (ver Anexo C). Estes balanços (saída – entrada) são referidos em gramas por dia.

**Tabela 5 – Balanço de nutrientes no Vale Central.**

	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{Na}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$
<b>Jun-03</b>	0,01	0,00						
<b>Ago-03</b>	0,16	0,01						
<b>Dez-03</b>	0,52	0,01						
<b>Jun-04</b>	0,05	0,00	0,71	0,54	0,69	0,14	0,24	1,01
<b>Ago-04</b>	-0,02	0,00	0,84	0,20	-0,52	0,67	0,00	0,00
<b>Out-04</b>	-0,02	-0,02	-0,13	-0,05	-0,62	-0,09	-0,14	-0,41
<b>Nov-04</b>	-0,10	-0,01	-1,43	-0,65	-0,97	-0,45	-0,45	-1,23
<b>Jun-05</b>	-0,04	0,00	-0,45	-0,31	-0,43	-0,06	-0,22	-0,56
<b>Ago-05</b>	0,00	0,01	0,76	0,65	0,22	0,23	0,17	1,19
<b>Out-05</b>	-0,05	0,00	0,00	-0,20	-0,43	-0,15	-0,16	-0,26
<b>Nov-06</b>	0,13	0,00	0,75	0,44	0,55	0,23	0,28	1,12
<b>Ago-07</b>	0,02	0,00	-0,09	-0,05	-0,23			
<b>Out-07</b>	0,01	0,00	0,31	0,45	0,08			
<b>Nov-07</b>	0,06	0,00	1,00	0,84	0,72			
<b>Out-08</b>	0,01	0,01	0,52	0,27	0,17			
<b>Jun-09</b>	-0,01	0,00	-0,20	-0,07	-0,18			

Pela análise do balanço de nutrientes no Vale Central consegue-se quantificar a carga de nutrientes que é retida pelo solo e possivelmente consumida pelas plantas (balanço negativo) ou o excesso de aplicação dos fertilizantes (balanço positivo). Pois os balanços positivos indicam que há uma maior quantidade de nutrientes a sair do que a entrar na zona agrícola, o que implica ter havido um excesso na aplicação dos fertilizantes ou, na ocorrência de precipitações, um possível arrastamento destes no escoamento superficial.

O nutriente que se deve dar mais atenção é o azoto, que pelo facto de ser solúvel em água (na forma de nitratos) e facilmente transportado pelas águas superficiais e, no caso mais crítico, infiltrar-se nos solos e contaminar os aquíferos. Neste vale as quantidades de nitratos que chegam às águas superficiais de drenagem são valores baixos, aumentando na maioria dos meses de Outono/Inverno (Dez-03, Nov-06 e Nov-07). O azoto amoniacal não é tão solúvel em água ficando este retido no solo, facto registado ao longo destes anos (tabela 5). Já os restantes nutrientes, estão em excesso, principalmente os cloretos, onde em Novembro de 2007 registou-se um balanço de 1 g nesse dia.

## **VI – Conclusões e Contributos para a melhoria do plano de monitorização**

O objectivo principal da melhoria do plano de monitorização é efectuar as observações que permitam depois realizar o balanço de nutrientes, de modo a avaliar os fluxos de nutrientes provenientes das áreas agrícolas. Uma das observações que se torna necessária é a medição do caudal em determinadas secções de linhas de água. Um segundo objectivo será apresentar alternativas às despesas relativas às análises da qualidade da água suportadas pela ABOFHBM.

Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água na zona hidroagrícola do Baixo Mondego são realizados pelo IMAR, que se desloca aos locais de amostragem e recolhe amostras de água para posterior análise em laboratório, tornando-se uma análise muito morosa e com um custo elevado. A ABOFHBM despende cerca de 3.400€ por ano com as análises à qualidade de 17 parâmetros da água, realizadas quatro vezes ao ano. Uma alternativa é a aquisição de um medidor de bancada multi-parâmetros e um medidor portátil de pH, condutividade, sólidos dissolvidos totais e temperatura. Os diferentes parâmetros realizados no medidor de bancada para a qualidade da água com interesse no seu uso para rega são o teor de fósforo, amoníaco, nitratos, potássio, magnésio e cálcio. Este equipamento tem um custo de aquisição de cerca de 1.200 € (Anexo E) incluindo os respectivos reagentes para os testes dos diferentes parâmetros e das soluções de calibração do pH e condutividade.

Dos resultados do plano de monitorização da qualidade das águas do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego conclui-se que os parâmetros avaliados cumprem, na maioria das vezes, os valores máximos admissíveis, verificando valores mais elevados nos meses de maior precipitação. Após o Verão primeiras precipitações aumentam esta possibilidade de arrastamento, como é verificado nas águas superficiais dos vales Pranto e Foja nos meses de Outubro e Novembro, cujo valor máximo foi registado no ano 2005, o qual foi particularmente seco.

É de referir que a análise físico-química à qualidade da água, por si só não garante, que esta seja boa para o efeito desejado, é necessário proceder-se à identificação de substâncias perigosas e à análise biológica da mesma.

A condutividade elevada registada nas águas de drenagem das áreas agrícolas é consequência da lavagem e arrastamento de sais do solo, nomeadamente os nitratos.

Quanto ao teor destes, valores mais elevados ocorrem nas entradas do Vale do Foja, Arunca e Pranto, verificando-se a influência de zonas exteriores às áreas agrícolas. As águas devolvidas ao Mondego apresentam uma menor concentração de nitratos do que as águas recebidas a montante e destinadas para rega. Esta diminuição da concentração dos nitratos ao longo dos vales deve-se ao facto destes ficarem retidos no solo e serem absorvidos pelas plantas.

A água recolhida no canal condutor geral para rega cumpre de um modo geral os requisitos impostos pela legislação nacional para o seu uso. As análises à água na



estação de Alqueidão a partir de 2007 deixam de se realizar visto a qualidade desta não se alterar muito quando comparada à qualidade da água no Açude de Coimbra.

Contudo, o plano de monitorização apresenta limitações no que se refere à medição dos caudais, devendo esta ser melhorada. Segundo Quintela (2005) e Boiten (2000) é possível medir caudais através de comportas e descarregadores (Anexo F), estruturas estas existentes no AHABM.

Com esta medição nos locais monitorizados poder-se-á efectuar o balanço de nutrientes nas áreas agrícolas, facto muito importante na compreensão e gestão dos fertilizantes aplicados às culturas.

---

## Bibliografia

AEA (2003) – *Os recursos hídricos da Europa: Uma avaliação baseada em indicadores (Síntese)*. Serviço das Publicações da União Europeia, ISBN 92-9167-588-1, Copenhaga;

AGRO.GES. 2006 – *Evolução Futura da Agricultura de Regadio dos Aproveitamentos Hidroagrícolas Integrados na Federação Nacional de Regantes de Portugal*. FENAREG. AGRO.GES Sociedade de Estudos e Projectos, Cascais;

ALVES, A (1995) – *Agricultura sustentável*. Fundação Calouste Gulbenkian. Revista de cultura científica. Consultado online: <http://zircon.desa.fct.unl.pt/dspace/bitstream/123456789/221/1/17-6.PDF>;

BARTRAM, J., BALLANCE, R. (1996) – *Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. UNEP/WHO. London, UK. Consultado online: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/waterqualmonitor.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/waterqualmonitor.pdf);

BARTRAM, J., THYSSEN, N., GOWERS, A., POND, K. e LACK, T. (2002) – *Water and Health in Europe*. A joint report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe. WHO Regional Publications, European Series, nº 93;

BOITEN, W. (2000) – *Hidrometry*. The Delft Lecture Note Series, Rotterdam;

CANHA, J., A. (2007) – *Caracterização do Regadio em Portugal*. Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica, Lisboa; (apresentação no Congresso Nacional do Milho – 2006);

CHAMBEL, S. (2005) - *A Agricultura e o Ambiente*. Consultado a 29 de Agosto de 2009 no site: [www.ideiasambientais.com.pt/agricultura\\_ambiente.html](http://www.ideiasambientais.com.pt/agricultura_ambiente.html);

COMISSÃO EUROPEIA, DIRECÇÃO-GERAL DA AGRICULTURA (2003) – *Agricultura e Ambiente*. Fact Sheet, Comissão Eugene LEGUEN DE LACROIX, Comissão Europeia e Direcção-Geral da Agricultura, Bruxelas. Consultado online: [http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/envir/2003\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/envir/2003_pt.pdf);

COMUNIDADES EUROPEIAS (2007) – *A Política Agrícola Comum explicada*. Comissão Europeia, Direcção-Geral da Agricultura e do Desenvolvimento Rural. Bruxelas, Bélgica. Disponível online: [http://ec.europa.eu/agriculture/publi/capexplained/cap\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/capexplained/cap_pt.pdf);

CORREIA, N. C. M. (2007) – *A divulgação do ciclo urbano da água através da internet: realização de projectos no 3º ciclo de ensino básico*. Tese de Mestrado em Engenharia Sanitária da Faculdade de Ciências e Engenharia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa;

COSTA, R. D. (2004) – *Nutrientes na água do escoamento superficial em sistema plantio directo com mulching vertical*. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil;

DSRH/INAG (2001) – Monitorização de Recursos Hídricos no limiar do séc. XXI. SNIRH. Consultado online: [www.inag.pt](http://www.inag.pt);

DOUGHERTY, T.C, HALL, A.W. (1995) – *Environmental impact assessment of irrigation and drainage projects*. Irrigation and Drainage Paper 53. FAO, United Kingdom;

INAG (1999) – *Ante-Projecto de Decreto-Lei que estabelece perímetros de protecção para captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público*. INAG, Lisboa;

INAG (2001) – *Plano Nacional da Água*. Volume I: Enquadramento e contextualização. Capítulo II: Caracterização e diagnóstico da situação dos recursos hídricos. Consultado online: [www.inag.pt/inag2004/port/a\\_intervencao/planeamento/pna/pna\\_indice.html](http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/planeamento/pna/pna_indice.html);

INAG (2002) – *Poluição e qualidade da água*. Editores Noémia Guerreiro e Paula de Brito Pereira. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa;

IHERA (1999) – *Novos Regadios para o período 2000-2006*. Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente, Lisboa;

INMG (1979) – *Caracterização climática da região do rio Mondego desde Coimbra à Figueira da Foz*. Departamento de Hidrometeorologia e Meteorologia Agrícola, Lisboa;

LNEC e ISA (2001) – *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Versão Preliminar. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e Instituto da Água, Lisboa;

MADRP (1997) – *Código de Boas Práticas Agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e Pescas, Lisboa;

MADRP (2000) – *Manual Básico de Práticas Agrícolas: Conservação do Solo e da Água* (2ª ed.). INGA. 80pp;

MAOT (1999a). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Volume III – Análise*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água, Direcção Regional do Ambiente do Centro;

MAOT (1999b). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Volume IV – Diagnóstico*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água, Direcção Regional do Ambiente do Centro;

MAOT (2000). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, 2ª Fase – Definição de Objectivos. Volume III – Definição e Avaliação de Objectivos*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água, Direcção Regional do Ambiente do Centro;

MAOT (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, 6ª Fase – Relatório do Plano*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água, Direcção Regional do Ambiente do Centro;

---

MATIAS, S., MATOS, L. e SERRALHEIRO, R. (2002) – *Estudo do balanço químico da água de rega e drenagem num solo Mediterrâneo*. Publicações da Universidade de Évora;

MENDES, J. P. e CARVALHO, M. C. (2009) – *Controlo da salinidade do solo com recurso à sementeira directa*. Revista de Ciências Agrárias, vol.32, no.1, p.360-369;

MENDES, P. (2008) – *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Seminário Técnico para o Uso Eficiente da Água para consumidores colectivos. INAG, Universidade do Algarve;

MIGUEL, J. P., ROSA, L. R. e BARROS, S. (2008) – *Ganhar com a Biodiversidade*. Edição Actual Editora, Lisboa;

NETO, S. (2005) – *A Gestão da Água: gestão do recurso ou do meio natural?* Universidade Técnica de Lisboa, IST – CESUR, Lisboa. Consultado na página [www.aprh.pt/7\\_silusba/ARTIGOS/56P.PDF](http://www.aprh.pt/7_silusba/ARTIGOS/56P.PDF);

PEREIRA, L. S. (2004) – *Necessidades de Água e Métodos de Rega*. Publicações Europa-América, Lisboa;

PEREIRA, L. S. (2005) – *Tecnologias para melhorar o uso da água em regadio*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa;

QUINTELA, A. C. (2005) – *Hidráulica*, 9ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa;

RAPOSO, J. R. (1996) – *A Rega: dos Primitivos Regadios às Modernas Técnicas de Rega*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa;

ROBERTO, M. (2009) – *Aplicação na Exploração Agrícola e Estudos Caso*. Manual de Apoio à Exploração Agrícola (Volume 4). Edição CNA – Confederação Nacional da Agricultura, Coimbra;

ROSA, A. V. (1998) – *Agricultura e o Meio Ambiente*. Edição Atual Editora L.da, São Paulo;

RICHARDS, L.A. (ed.) (1954) – *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agriculture Handbook nº 60, Washington, United States Department of Agriculture, 160 p

RODRIGUES, E. e PARDAL, M. (2009) – *Resultados da monitorização das águas superficiais no Baixo Mondego*. II Encontro de Regantes do Baixo Mondego, Montemor-o-Velho;

SANTOS, J. F. (2004) – *Monitorização da qualidade da água superficial do Baixo Mondego. Relatório anual 2003*. Associação Beneficiários da Obra do Fomento Hidroagrícola do Baixo Mondego, Montemor – o – Velho;

SANTOS, J. Q. (1995 a) – *É indispensável que os fertilizantes sejam racionalmente utilizados*. Comunicação apresentada no colóquio “Agricultura e Ambiente – o futuro”. Coimbra;

SANTOS, J. Q. (1995 b) – *Fertilização e poluição*. Edição do autor, Lisboa;

SERRALHEIRO, R. P. (1997) – *Perspectiva da Agricultura de Regadio em Portugal*. Publicações “Universidade de Évora”, série Ciências Agrárias, nº5;

SERRALHEIRO, R. P. (2005) – *A Sustentabilidade do Regadio e a Conservação do Solo e da Água*. 7º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Estrangeira. Universidade de Évora. Consultado na página [www.aprh.pt/7\\_silusba/ARTIGOS/PALESTRA.PDF](http://www.aprh.pt/7_silusba/ARTIGOS/PALESTRA.PDF);

SERRALHEIRO, R. P. (2006) - *Conservação do Solo e da Água e Sustentabilidade do Regadio Mediterrâneo*. Consultado online: [home.der.uevora.pt/~ricardo/HidrAgric2006/Textos/R%20Serralheiro%20viabilidade%20regadio.doc](http://home.der.uevora.pt/~ricardo/HidrAgric2006/Textos/R%20Serralheiro%20viabilidade%20regadio.doc);

SHIKLOMANOV, I. A. e RODDA, J. C. (2003) – *World Water Resources at the Beginning of the Twenty First Century*. International Hydrology Series. Cambridge University Press, Cambridge;

TOUREIRO, C. e SERRALHEIRO R. (2002) – *SIGREGA: Gestão da Água em Agricultura de Regadio, com Suporte em Sistemas de Informação Geográfica*. Seminário “Uma Agricultura de Regadio Sustentável” – Conservação do Solo e da Água. Évora;

### **Webgrafia**

ABOFHBM site - [www.abofhbm.net](http://www.abofhbm.net)

Hanna instruments site - [www.hannacom.pt](http://www.hannacom.pt)

INAG – [www.inag.pt](http://www.inag.pt)

**ANEXO A – Dados das várias medições obtidos ao longo dos anos**

Data	Hora	°C	%	mg/L	pH	μS/cm	mg/L												
		T	Sat. Oxig.	OD		CE	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	SO4	NO2	NO3	NH4	PO4	SST	POM
<b>16-08-2000</b>																			
Ponte Rola - 5	9:50	21,8	92	8,03	7,49									0,05	0,91	0,02	0,14		
Mª Mata - 7	11:00	22,8	57	4,91	7,42									0,03	0,92	0,16	0,06		
Choupal - 1	14:30	22,8	106	9,19	7,94									0,01	2,21	0,00	0,02		
<b>16-11-2000</b>																			
Ponte Rola - 5	10:00	10,5	91	10,19	7,44									0,28	1,84	0,83	0,43		
Mª Mata - 7	10:50	11,4	79	8,65	7,50									0,10	5,43	0,24	0,12		
Choupal - 1	13:00	14,0	101	10,44	8,04									0,03	2,08	0,04	0,04		
<b>22-08-2001</b>																			
Ponte Rola - 5	9:30	-	121	11,10	7,32														
Mª Mata - 7	10:10	-	88	8,52	7,22									0,31	2,16	0,12	0,08		
Choupal - 1	12:15	-	120	11,10	7,88									0,07	1,81	0,00	0,03		
<b>26-11-2001</b>																			
Ponte Rola - 5	14:20	10,6	102	12,36	7,57									0,21	69,79	0,32	0,00		
Mª Mata - 7	15:15	10,6	101	12,15	7,88									0,16	51,58	0,40	0,00		
Choupal - 1	17:05	11,3	104	11,70	7,75									0,00	14,79	0,07	0,00		
<b>25-07-2002</b>																			
Ponte Rola - 5	15:35	27,6	102	8,56	8,44									0,00	11,37	0,00	0,00		
Mª Mata - 7	16:15	26,0	101	8,24	7,42									0,00	6,89	0,10	0,00		
Choupal - 1		23,6	96	8,17	7,60									0,00	7,93	0,03	0,00		
<b>29-08-2002</b>																			
Ponte Rola - 5	15:15	26,0	82	7,60	7,19									0,19	22,88	0,05	0,00		
Mª Mata - 7	14:45	26,6	74	6,66	7,23									0,00	5,11	0,00	0,00		
Choupal - 1	17:30	23,5	99		7,93									0,00	9,92	0,00	0,00		

<b>23-10-2002</b>																			
Ponte Rola - 5	10:00	16,3	80	8,53	6,88									0,22	11,78	2,39	0,00		
Mª Mata - 7	10:24	17,1	62	5,68	7,02									0,11	8,40	0,62	0,00		
Choupal - 1	12:00	18,7	94	8,45	6,62									0,00	3,04	0,01	0,00		
<b>26-11-2002</b>																			
Ponte Rola - 5	10:10	12,8	98	11,27	6,81									0,01	11,41	0,36	0,00		
Mª Mata - 7	10:43	13,5	99	11,02	6,99									0,05	8,19	0,12	0,00		
Choupal - 1	12:00	14,3	98	10,68	7,27									0,00	4,78	0,10	0,00		
<b>14-04-2003</b>																			
Choupal - 1	15:30	14,5	98	6,46	7,35									0,00	4,04	0,01	0,00		
<b>16-05-2003</b>																			
Choupal - 1	14:00	16,2	86	5,73	7,93									0,26	4,05	0,00	0,00		
<b>16-06-2003</b>																			
Choupal - 1	12:40	11,1	104	6,29	8,06									0,00	4,64	0,00	0,00		
Gomase - 2	12:30	9,4	40	2,51	7,36									0,00	4,03	0,24			
Casal Novo do Rio - 3	10:00	12,4	77	4,58	7,65									0,82	2,92	0,12	0,00		
Mondego - 4	11:30	14,0	76	4,50	7,76									0,00	3,66	0,18	0,00		
Santana - 8	12:00	8,4	89	5,59	7,62									0,00	23,21	0,00	0,00		
Foja - 9	11:30	13,7	77	4,46	7,78									0,00	3,79	0,12	0,00		
Casal da Rola - 5	10:45	10,1	77	4,66	7,44									0,97	12,26	0,09	0,00		
Maria da Mata - 7	10:20	12,2	91	5,40	8,21									0,00	3,44	0,00	0,00		
Canal/bombagem - 6	10:20	11,3	93	5,65	7,64									0,00	3,62	0,00	0,00		
<b>21-07-2003</b>																			0,00
Choupal - 1	19:30				8,17									0,00	2,90	0,00	0,00		
<b>19-08-2003</b>																			
Choupal - 1	8:30	22,2	78	7,00	8,20									0,06	2,65	0,01	0,00		
Gomase - 2	8:40	20,2	43	1,75	7,40									0,00	3,30	0,34	0,00		
Casal Novo do Rio - 3	9:15	23,4	62	5,50	7,60									0,00	1,98	0,08	0,00		

Mondego - 4	10:50	24,7	57	4,40	7,60									0,00	1,93	0,14	0,00			
Santana - 8	11:20	21,8	120	9,50	8,50									0,00	21,61	0,04	0,00			
Foja - 9	11:00	24,4	61	4,60	7,50									0,00	1,30	0,11	0,00			
Casal da Rola - 5	10:00	21,9	60	5,10	7,50									0,00	5,11	0,12	0,00			
Maria da Mata - 7	10:30	24,2	62	5,10	7,50									0,00	1,00	0,06	0,00			
Canal/bombagem - 6	10:25	23,6	86	6,80	8,15									0,00	1,96	0,03	0,00			
<b>14-09-2003</b>																				
Choupal - 1	18:30	24,1			7,60									0,00	1,54	0,00	0,00			
<b>22-10-2003</b>																				
Choupal - 1	14:00	19,6	85	8,50	7,80									0,11	2,72	0,01	0,00			
Gomase - 2	14:15	16,9	20	1,90	7,10									0,14	2,96	0,46	0,00			
Casal Novo do Rio - 3	16:50	18,3	73	6,90	7,80									0,11	2,15	0,07	0,00			
Mondego - 4	15:20	17,4	76	7,43	7,60									0,00	1,89	0,09	0,00			
Santana - 8	14:45	15,6	90	8,70	7,47									0,12	21,23	0,02	0,00			
Foja - 9	15:15	18,3	63	6,50	7,50									0,00	6,19	0,14	0,00			
Casal da Rola - 5	15:50	16,1	83	7,90	7,40									0,57	13,31	0,28	0,00			
Maria da Mata - 7	16:30	16,9	61	5,93	7,40									0,76	9,11	0,32	0,00			
Canal/bombagem - 6	16:30	18,1	97	9,22	8,10									0,00	2,06	0,03	0,00			
<b>23-11-2003</b>																				
Choupal - 1	11:00	14,3	80	8,00	8,80									0,00	3,92	0,02	0,00			
<b>18-12-2003</b>																				
Choupal - 1	14:00	14,6	87	8,30	7,50									0,00	4,78	0,04	0,00			
Gomase - 2	14:10	16,1	34	2,90	7,20									0,00	3,48	0,09	0,00			
Casal Novo do Rio - 3	16:50	14,0	71	7,20	7,70									0,07	5,74	0,12	0,00			
Mondego - 4	15:10	13,2	82	8,10	7,80									0,04	4,72	0,14	0,00			





Choupal - 1	8:45	22,6	-	-	6,96	105	9,05	-	-	-	10,92	23,76	b)	2,60	b)	b)	4,16	
Gomase - 2	16:45	21,9	-	-	6,70	362	18,42	5,061	-	-	23,84	23,86	b)	2,44	0,19	b)	5,92	
Casal Novo do Rio - 3	14:45	25,7	-	-	7,02	230	13,59	8,441	-	-	22,11	11,63	b)	1,45	0,09	b)	18,70	
Mondego - 4	12:10	24,4	-	-	6,90	172	12,84	4,751	4,612	-	15,50	8,62	b)	1,05	0,20	b)	38,72	
Santana - 8	12:35	22,1	-	-	7,01	310	21,30	14,222	6,020	-	33,70	33,54	b)	13,28	b)	0,28	18,55	
Foja - 9	12:10	25,7	-	-	7,10	980	123,43	6,842	19,666	-	227,43	35,40	b)	0,77	b)	b)	15,16	
Casal da Rola - 5	11:20	23,3	-	-	7,08	307	31,23	6,763	9,658	-	43,35	12,96	b)	7,08	0,12	b)	10,52	
Maria da Mata - 7	9:45	23,2	-	-	6,84	473	51,26	3,232	11,056	-	80,48	10,76	b)	1,36	0,25	b)	58,04	
Canal/bombagem - 6	9:40	24,0	-	-	7,17	91	10,24	3,213	-	-	12,26	7,06	b)	2,41	0,03	b)	4,60	
Caixeira - 10	10:10	23,3	-	-	7,11	381	21,34	4,610	-	-	29,60	8,58	b)	0,68	0,08	b)	-	
Ponte Mocate - 11	10:45	22,1	-	-	7,39	626	32,41	3,786	-	-	42,43	25,01	b)	6,69	0,26	b)	-	
<b>15-09-2004</b>																		
Choupal - 1	16:00	21,1	100	8,99	8,19	100	8,10	1,805	1,759	3,878	12,73	7,84	b)	2,16	b)	b)		
<b>14-10-2004</b>																		
Choupal - 1	8:30	17,9	-	-	7,23	117	12,08	2,237	3,269	7,034	14,35	10,79	b)	1,86	0,05	b)	8,57	
Gomase - 2	15:55	17,3	-	-	7,22	438	24,22	10,725	14,163	35,848	33,10	36,67	a)	1,97	0,66	b)	7,53	
Casal Novo do Rio - 3	13:50	18,8	-	-	7,03	277	16,98	5,995	7,543	17,588	21,99	13,50	b)	1,03	0,12	b)	10,87	
Mondego - 4	11:45	18,9	-	-	7,12	310	28,39	5,524	6,475	18,943	39,80	13,99	a)	2,45	0,31	b)	13,23	
Santana - 8	12:20	15,7	-	-	7,73	322	26,14	14,091	6,070	23,512	38,95	36,47	a)	17,49	0,08	b)	1,53	
Foja - 9	11:45	18,3	-	-	6,99	3	414,75	20,342	50,219	41,382	-	134,58	-	4,77	-	b)	27,12	
Casal da Rola - 5	11:10	15,2	-	-	7,22	293	34,02	12,374	8,598	15,475	51,16	16,55	0,23	14,50	0,23	b)	23,64	
Maria da Mata - 7	9:40	17,6	-	-	6,16	1685	249,18	17,991	33,559	31,335	-	79,13	-	6,69	-	b)	86,50	
Canal/bombagem - 6	9:45	17,7	-	-	6,58	102	12,87	2,238	3,029	6,596	14,28	8,62	b)	1,77	0,09	b)	9,09	

Caixeira - 10	10:05	15,4	-	-	6,46	642	40,06	9,533	8,698	51,912		57,44	27,22	a)	3,82	0,16	b)	36,84	
Ponte Mocate - 11	10:30	16,4	-	-	6,66	559	29,54	4,398	6,633	42,125		39,45	21,77	0,23	7,37	0,17	0,29	10,21	
<b>23-11-2004</b>																			
Choupal - 1	9:00	12,2	89	9,19	10,10	103	8,21	6,794	1,623	3,233		19,77	8,12	0,12	4,48	a)	b)		
Gomase - 2	9:15	11,8	45	4,99	8,00	518	21,52	14,770	13,726	43,001		46,03	34,86	b)	3,54	0,20	b)		
Casal Novo do Rio - 3	11:45	12,8	68	7,36	8,20	432	17,35	11,633	8,598	40,604		33,94	34,76	b)	3,55	0,14	b)	18,68	
Mondego - 4	16:00	12,7	71	7,58	8,40	325	32,51	7,276	5,569	14,679		58,54	16,27	0,14	5,51	0,18	b)	4,56	
Santana - 8	12:00	11,1	74	8,38	8,50	429	25,27	36,067	6,428	26,050		60,19	46,51	a)	23,88	a)	b)	13,72	
Foja - 9	16:05	12,5	69	7,45	8,10	243	22,75	3,711	4,575	15,521		32,04	14,36	0,11	5,83	0,19	b)	29,44	
Casal da Rola - 5	14:40	11,8	75	8,21	8,58	329	28,91	12,123	8,349	15,225		45,41	20,02	0,31	16,94	0,36	b)	13,67	
Maria da Mata - 7	15:30	11,5	67	7,34	7,93	594	63,44	7,423	13,596	24,925		105,20	36,21	0,33	15,28	0,81	0,19	24,47	
Canal/bombagem - 6	15:30	13,1	77	8,16	8,79	123	11,99	6,716	2,717	6,437		15,65	7,95	0,11	4,53	0,06	b)	1,96	
Caixeira - 10	13:40	13,1	70	7,39	8,98	167	12,72	11,893	3,150	12,131		22,03	10,08	0,11	5,41	0,17	b)	7,04	
Ponte Mocate - 11	14:15	13,9	67	6,96	8,04	604	23,38	17,562	6,053	83,400		44,78	22,61	0,28	9,29	0,15	b)	3,20	
<b>17-12-2004</b>																			
Choupal - 1	10:30	12,5			7,19	145	9,83	1,956	2,429	5,662		13,13	8,91	b)	4,55	0,05	b)		
<b>21-01-2005</b>																			
Choupal - 1	10:00					108	9,82	1,629	2,699	7,054		12,40	10,48	0,00	4,18	0,07	b)		
<b>17-02-2005</b>																			
Choupal - 1	10:30						10,43	1,785	2,640	6,978		13,39	11,01	b)	4,28	0,10	b)		
<b>01-03-2005</b>																			
2 Gomase	10:30	6,9	44	5,27	7,43	549	30,79	4,836	18,427	68,805		38,82	39,57	b)	4,42	0,20	b)		
<b>18-04-2005</b>																			
Choupal - 1	9:00	15,3	120	10,90	8,08	126	13,97	2,980	5,147	10,050		12,95	11,16	a)	3,49	0,22	b)	5,20	
Gomase - 2	9:15	15,0	51	4,50	7,47	552	31,83	5,536	18,523	54,627		40,14	37,14	b)	3,52	0,21	b)	3,68	
Casal Novo do	11:18	16,8	88	7,47	7,94	412	23,14	5,499	11,965	48,114		29,66	20,62	a)	0,98	0,17	b)	17,20	

Rio - 3																			
Mondego - 4	12:00	17,3	101	8,47	8,01	447	31,63	6,717	11,348	47,036		45,59	22,58	a)	1,89	0,18	b)	12,36	
Santana - 8	11:40	15,2	110	9,76	7,91	356	28,34	15,420	8,012	28,280		40,17	39,34	0,30	15,81	0,56	0,57	8,33	
Foja - 9	12:00	16,6	103	8,98	7,82	1058	125,92	11,840	21,066	55,849		225,6 0	62,73	b)	5,29	0,50	b)	25,76	
Casal da Rola - 5	14:45	16,8	114	9,57	7,73	303	36,02	8,355	9,754	19,038		47,93	17,94	0,44	12,49	0,42	b)	40,10	
Maria da Mata - 7	15:20	17,2	116	9,87	8,37	159	14,35	2,709	5,566	14,867		14,99	12,92	0,17	4,51	0,22	b)	15,32	
Canal/bombagem - 6	15:20	17,6	128	10,36	8,46	153	13,32	5,537	5,189	14,108		16,72	12,69	0,18	4,45	0,22	b)	12,22	
Caixeira - 10	13:45	16,4	62	5,54	7,78	579	20,03	3,351	6,820	57,653		41,46	21,59	0,16	3,42	0,13	b)	4,82	
Ponte Mocate - 11	14:10	17,3	119	10,34	8,05	538	26,42	3,931	7,819	87,191		32,32	21,52	0,21	7,80	0,17	b)	10,10	
<b>19-05-2005</b>																			
1 Choupal	12:15				8,35		11,87	1,749	4,427	11,131	0,182	14,86	12,57	0,27	3,20	b)	b)		
<b>20-06-2005</b>																			
Choupal - 1	8:30	22,7	81	6,30	7,90	97	11,22	3,303	2,643	7,456	0,238	19,94	12,65	0,14	3,41	0,07	b)	6,80	2,711
Gomase - 2	9:05	18,8	32	2,70	7,29	524	30,17	5,971	17,767	54,982	0,220	39,63	35,98	0,07	3,39	0,16	b)	3,00	1,356
Casal Novo do Rio - 3	11:30	24,2	56	4,00	7,25	299	19,78	3,983	8,890	36,476	0,305	23,21	19,29	0,15	1,58	0,21	b)	12,38	2,505
Mondego - 4	12:20	25,7	65	4,50	7,39	259	25,22	3,405	6,192	23,096	0,320	26,47	27,33	0,59	1,87	0,33	b)	18,83	5,391
Santana - 8	11:45	21,5	89	6,80	7,36	296	24,87	11,154	5,756	26,197	0,221	33,84	34,64	0,02	12,49	0,14	b)	5,15	2,111
Foja - 9	12:20	25,8	54	4,10	7,48	780	97,90	7,451	16,652	39,472	0,291	158,3 7	40,12	0,39	1,86	0,52	b)	7,88	2,585
Casal da Rola - 5	15:15	26,9	58	4,10	7,33	403	42,87	6,113	13,035	30,049	0,288	54,84	15,98	0,21	0,56	0,38	b)	36,76	7,966
Maria da Mata - 7	15:20	25,3	106	8,00	8,23	211	26,83	6,650	5,202	13,394	0,232	38,39	13,21	0,18	3,40	0,14	b)	12,73	3,927
Canal/bombagem - 6	15:50	25,6	108	8,20	9,19	130	14,09	3,780	3,291	11,611	0,215	15,91	9,43	0,15	3,91	0,06	b)	11,48	4,742
Caixeira - 10	14:05	23,3	31	2,30	7,50	343	25,02	3,504	5,540	45,753	0,326	31,54	16,52	0,03	0,88	0,15	b)	6,16	2,932
Ponte Mocate - 11	14:35	25,5	133	9,70	8,07	578	30,25	2,875	7,632	96,858	0,217	40,18	26,72	0,43	3,15	a)	b)	17,40	8,145

<b>18-07-2005</b>																			
Choupal - 1	11:00	-	-	-	7,42	-	10,85	1,836	2,324	5,496	0,219	13,61	9,85	-	5,01	0,13	b)	-	-
<b>09-08-2005</b>																			
Choupal - 1	8:50	22,5	94	7,87	7,57	100	11,92	2,742	2,497	5,442	0,198	18,54	8,54	-	5,26	0,17	b)	7,57	4,131
Gomase - 2	9:10	18,8	33	2,96	7,26	352	22,12	4,548	11,252	33,512	0,183	28,52	23,88	-	4,17	0,14	b)	4,15	3,055
Casal Novo do Rio - 3	11:25	23,4	60	5,01	7,35	245	17,05	4,492	7,147	27,936	0,227	21,25	13,74	-	2,06	0,14	b)	12,69	5,345
Mondego - 4	12:30	25,1	59	4,91	7,54	349	30,99	6,044	8,358	31,522	0,231	45,78	16,10	-	1,63	0,11	b)	13,53	7,345
Santana - 8	11:45	23,7	155	13,46	8,49	309	25,63	9,848	7,656	26,423	0,132	33,88	35,04	-	25,14	0,13	b)	5,48	3,778
Foja - 9	12:30	25,1	70	5,75	7,45	819	109,77	6,871	17,572	32,917	0,227	185,56	38,21	-	3,19	b)	b)	10,44	4,907
Casal da Rola - 5	15:30	23,9	74	6,30	8,01	238	35,98	3,548	6,091	14,218	0,208	52,57	15,37	-	3,15	a)	b)	13,13	6,226
Maria da Mata - 7	15:25	23,9	97	8,09	8,48	122	14,63	9,915	3,157	10,342	0,162	23,40	10,44	-	3,68	0,07	b)	6,76	5,069
Canal/bombagem - 6	14:10	22,4	43	3,54	7,57	280	18,07	4,378	4,862	39,009	0,228	21,42	9,84	-	0,88	0,10	b)	-	-
Caixeira - 10	14:35	22,0	52	4,50	7,66	650	36,31	3,272	9,279	98,230	0,184	51,71	40,90	-	3,00	0,24	b)	8,83	5,565
Ponte Mocate - 11																			
Choupal - 1	19:15	-	-	-	7,51	-	12,26	1,979	4,329	6,711	0,105	-	7,77	-	1,66	a)	b)	-	-
<b>19-10-2005</b>																			
Choupal - 1	8:45	17,3	95	8,72	8,30	118	12,73	9,509	4,445	7,507	0,139	-	9,51	-	1,87	0,03	b)	6,16	2,329
Gomase - 2	9:10	14,6	56	5,38	7,60	477	27,30	10,109	15,474	43,121	0,155	-	29,84	-	2,64	0,08	b)	4,49	2,156
Casal Novo do Rio - 3	11:05	17,9	90	8,07	8,33	307	19,77	4,430	9,499	33,247	0,171	-	13,79	-	0,68	0,12	b)	13,69	3,311
Mondego - 4	11:25	18,0	76	7,75	8,60	312	30,45	4,268	7,405	23,711	0,158	-	15,47	-	2,33	0,26	b)	10,71	2,756
Santana - 8	12:00	16,0	105	9,82	8,58	356	29,97	12,368	8,264	29,173	0,110	-	43,50	-	15,19	0,15	b)	6,32	2,968
Foja - 9	11:30	-	65	5,94	7,94	9130	1736,45	72,357	227,393	12,992	-	-	415,61	-	6,64	-	b)	19,40	5,333
Casal da Rola - 5	14:35	17,8	86	7,90	8,17	336	142,46	13,429	22,860	25,502	0,146	-	24,10	-	12,25	1,22	b)	25,98	4,634
Maria da Mata - 7	15:20	19,3	63	6,05	8,32	1888	273,56	19,014	38,704	39,980	0,193	-	97,48	-	5,33	2,77	b)	71,97	10,700

Canal/bombagem - 6	15:20	19,9	107	9,38	9,44	122	37,00	4,176	8,073	12,482	0,141	-	12,68	-	1,72	0,23	b)	7,08	3,106
Caixeira - 10	13:25	17,0	81	7,32	8,32	677	47,96	5,803	10,702	88,473	0,171	-	49,26	-	3,31	0,32	b)	24,63	4,313
Ponte Mocate - 11	14:00	18,2	110	-	8,21	619	43,01	4,650	9,497	93,811	0,139	-	31,06	-	5,49	0,27	b)	7,46	2,404
<b>14-11-2005</b>																			
Choupal - 1	9:00	12,1	125	13,10	9,10	124	14,08	6,787	5,664	11,825	0,117	25,99	11,33	b)	3,04	0,03	b)	5,67	1,650
Gomase - 2	9:10	11,7	37	3,88	8,03	567	36,42	7,224	21,253	59,816	0,143	38,59	33,83	b)	3,14	a)	b)	3,70	1,651
Casal Novo do Rio - 3	11:10	12,4	69	7,31	8,20	377	23,26	6,291	12,448	47,671	0,136	26,57	27,39	0,08	3,52	0,03	b)	9,27	3,121
Mondego - 4	11:20	11,8	87	9,43	8,50	368	33,89	5,242	13,204	31,700	0,151	33,19	30,33	0,16	3,31	0,15	b)	12,21	2,674
Santana - 8	11:55	12,8	89	9,33	8,31	508	39,77	19,447	12,875	42,587	0,105	52,45	85,84	0,24	23,56	a)	b)	4,17	1,683
Foja - 9	11:20	11,5	73	7,94	8,20	1048	113,16	10,967	20,880	75,571	0,143	193,4 1	106,2 4	0,34	6,96	a)	b)	54,09	7,205
Casal da Rola - 5	14:55	12,6	80	8,39	7,70	379	41,94	10,573	13,278	25,913	0,122	63,75	43,82	0,40	14,40	0,19	b)	19,89	3,079
Maria da Mata - 7	15:35	13,5	102	10,46	8,32	2000	269,24	16,508	41,619	51,467	0,183	539,6 9	120,7 7	b)	3,59	a)	b)	12,53	3,067
Canal/bombagem - 6	15:35	13,0	106	11,20	9,13	132	22,53	2,804	6,972	13,561	0,099	30,12	16,14	0,03	3,41	b)	b)	4,41	1,518
Caixeira - 10	13:40	12,9	71	7,50	8,70	513	52,32	5,970	11,854	42,585	0,141	78,70	35,43	0,16	6,18	0,06	b)	18,24	2,651
Ponte Mocate - 11	14:10	14,0	80	8,19	8,20	552	28,10	3,672	8,054	92,646	0,101	31,46	21,32	0,09	9,74	0,01	b)	7,69	1,626
<b>12-12-2005</b>																			
Choupal - 1	13:45	13,8	-	-	6,75	-	12,12	2,371	3,792	6,456	0,132	14,98	7,84	0,02	4,27	b)	b)	-	-
<b>11-02-2006</b>																			
Choupal - 1	14:00	15,9	-	-	7,07	-	12,88	2,058	4,801	15,114	0,085	14,34	14,25	0,05	6,76	0,04	b)	-	-
<b>14-03-2006</b>																			
Choupal - 1	11:00	-	-	-	-	-	11,36	1,840	3,334	6,157	0,098	9,21	8,64	0,02	5,44	a)	b)	-	-
<b>17-04-2006</b>																			
Choupal - 1	18:15	-	-	-	-	-	8,65	1,467	-	5,653	0,072	10,48	6,24	b)	4,58	0,12	b)	-	-
<b>24-05-2006</b>																			
Choupal - 1	9:45	20,0	-	-	7,64	-	8,88	1,864	-	8,688	0,096	9,74	9,93	0,06	4,11	0,10	b)	-	-

<b>20-06-2006</b>																			
Choupal - 1	8:40	21,8	93	8,30	7,21	114	9,54	4,859	-	8,807	0,093	11,74	10,38	0,09	4,48	0,07	b)	5,76	3,592
Gomase - 2	9:15	18,1	47	4,40	7,18	538	27,21	4,910	-	41,816	0,085	34,74	33,45	0,21	3,78	0,25	b)	8,13	3,211
Casal Novo do Rio - 3	11:20	22,2	72	6,00	7,20	288	16,89	3,518	-	28,494	0,137	18,26	19,66	0,23	3,19	0,18	b)	11,65	3,255
Mondego - 4	13:30	24,7	75	5,60	7,02	371	25,09	6,864	-	30,381	0,131	36,03	24,18	0,34	3,77	0,28	b)	18,96	5,280
Santana - 8	12:05	20,6	94	8,10	7,05	376	28,29	16,666	-	31,521	0,070	44,08	50,83	0,20	22,38	0,11	b)	6,00	3,263
Foja - 9	13:30	24,6	76	6,20	7,33	682	72,83	7,308	-	37,055	0,147	123,7 7	42,54	0,43	4,54	0,31	b)	10,00	3,932
Casal da Rola - 5	14:50	22,2	86	6,50	7,26	330	34,37	7,779	-	22,262	0,155	50,15	21,56	0,41	10,68	0,35	b)	48,43	7,304
Maria da Mata - 7	15:30	24,1	98	8,10	8,77	136	13,05	2,211	-	10,221	0,107	14,56	11,27	0,13	4,20	0,05	b)	29,03	8,033
Canal/bombagem - 6	15:30	24,3	110	8,80	8,91	118	10,41	3,336	-	9,564	0,096	10,67	10,57	0,08	3,90	0,04	b)	10,00	4,958
Caixeira - 10	13:50	22,0	45	3,80	7,26	599	36,53	4,364	-	62,512	0,153	51,61	28,18	0,25	3,05	0,31	b)	17,25	4,250
Ponte Mocate - 11	14:15	20,8	78	6,70	7,71	581	28,54	3,623	-	68,268	0,068	36,48	17,10	0,16	7,41	0,18	b)	11,46	4,538
<b>18-07-2006</b>																			
Choupal - 1	20:15	-	-	-	-	-	16,30	2,298	-	8,645	0,106	11,06	6,60	0,07	3,49	0,63	b)	-	-
<b>30-08-2006</b>																			
Choupal - 1	8:30	23,9	106	9,15	8,01	87	9,53	3,619	2,042	7,306	0,110	10,90	6,79	0,11	2,54	0,13	b)	-	1,971
Gomase - 2	9:12	17,4	46	4,43	7,44	491	25,19	5,730	15,917	38,482	0,101	32,39	31,77	0,09	3,15	0,14	b)	-	2,317
Casal Novo do Rio - 3	11:05	23,5	96	8,03	7,48	249	14,82	5,061	7,005	21,722	0,139	18,16	13,13	0,04	1,46	0,10	b)	-	3,600
Mondego - 4	12:05	26,7	103	8,31	7,78	275	19,55	6,583	6,581	21,731	0,149	26,57	12,36	0,07	1,31	0,11	b)	-	9,667
Santana - 8	11:50	20,7	126	14,41	7,90	332	23,98	14,261	6,373	25,338	0,075	37,89	38,73	0,10	21,89	0,04	b)	-	1,418
Foja - 9	12:05	25,2	114	10,01	7,59	1664	227,24	10,065	33,415	47,113	0,238	446,3 3	49,39	a)	2,58	1,99	b)	-	6,933
Casal da Rola - 5	15:00	23,6	116	9,80	7,70	303	41,30	9,055	9,853	17,133	0,124	54,71	14,50	0,29	7,68	0,16	b)	-	3,500
Maria da Mata - 7	15:30	28,8	110	8,60	7,70	975	127,98	6,491	20,366	24,595	0,327	253,1 6	31,91	0,17	1,43	0,60	b)	-	11,83 3
Canal/bombagem	15:30	27,4	140	10,94	8,90	94	18,36	5,367	3,371	6,105	0,107	21,56	8,11	0,05	2,21	0,03	b)	-	4,772

m - 6																				
Caixeira - 10	14:00	22,2	78	6,76	7,78	590	30,96	4,056	8,936	36,735	0,137	48,19	10,65	0,06	0,88	0,11	b)	-	10,96 2	
Ponte Mocate - 11	14:25	23,6	98	8,45	7,65	612	28,27	3,973	7,838	57,246	0,060	41,26	24,15	0,21	4,98	0,13	b)	-	2,825	
<b>16-09-2006</b>																				
Choupal - 1	11:20	-	-	-	8,55	-	9,98	1,729	2,471	9,438	0,094	9,26	7,44	b)	2,74	0,02	b)	-	-	
<b>18-10-2006</b>																				
Choupal - 1	8:40	18,7	102	9,40	8,31	108	16,17	2,944	3,301	6,132	0,051	12,44	11,69	1,81	3,27	0,07	b)	6,04	1,480	
Gomase - 2	9:20	16,7	35	3,29	6,90	442	26,75	17,299	14,583	44,232	0,048	38,73	29,44	0,41	2,78	0,15	b)	7,93	3,250	
Casal Novo do Rio - 3	11:20	18,7	87	8,14	6,49	343	19,71	6,983	10,216	10,216	0,125	27,07	23,80	0,21	2,34	0,11	b)	12,50	4,273	
Mondego - 4	11:40	18,6	68	6,03	6,73	363	34,84	14,516	11,124	30,884	0,135	47,55	23,02	0,13	2,44	0,28	b)	21,88	3,083	
Santana - 8	12:05	17,4	95	8,72	6,56	364	31,61	17,617	7,717	29,131	0,064	46,75	50,41	0,14	19,36	b)	b)	6,54	2,838	
Foja - 9	11:40	18,9	66	6,01	6,32	7890	1885,00	73,369	188,70 5	115,810	0,264	2920, 15	421,2 6	a)	6,31	b)	b)	14,08	4,500	
Casal da Rola - 5	14:50	18,3	94	8,72	6,97	319	119,83	19,360	17,061	23,473	0,133	268,1 4	55,15	0,44	7,16	2,33	b)	322,6 7	21,06 7	
Maria da Mata - 7	15:30	19,9	83	7,30	7,57	827	143,38	15,199	22,877	31,582	0,137	239,9 5	52,13	0,68	11,73	1,26	b)	78,61	9,261	
Canal/bombagem - 6	15:30	-	113	10,49	8,40	104	14,91	6,527	3,764	8,407	0,072	22,71	11,42	0,04	2,66	0,06	b)	4,87	2,359	
Caixeira - 10	13:45	19,3	73	6,53	7,06	4050	780,30	34,539	94,464	65,911	0,118	1431, 26	211,1 6	2,24	6,26	b)	b)	30,04	5,957	
Ponte Mocate - 11	14:15	18,3	76	6,93	7,70	493	63,87	12,275	8,716	62,436	0,104	108,8 9	36,62	0,69	8,41	0,83	b)	58,20	9,150	
<b>15-11-2006</b>																				
Choupal - 1	9:00	16,5	-	-	8,00	80	8,67	7,476	1,681	4,537	0,090	15,50	7,37	b)	6,25	0,06	b)	12,92	4,615	
Gomase - 2	9:10	15,6	-	-	7,04	485	28,33	12,271	18,118	54,097	0,119	46,77	38,68	0,05	4,38	0,20	b)	15,15	5,532	
Casal Novo do Rio - 3	11:00	17,2	-	-	7,08	374	20,06	10,482	12,756	49,771	0,110	34,19	25,37	0,09	5,84	0,12	b)	10,63	2,812	
Mondego - 4	11:20	17,0	-	-	7,62	115	10,90	5,269	3,646	14,513	0,094	13,81	10,06	0,02	6,17	0,05	b)	17,47	4,474	
Santana - 8	11:55	15,9	-	-	7,40	434	31,07	18,734	9,269	36,022	0,070	54,38	67,87	0,09	34,97	b)	b)	11,37	4,314	
Foja - 9	11:20	-	-	-	7,18	114	11,60	3,577	3,151	13,213	0,108	15,02	14,65	0,04	8,45	0,08	b)	18,20	4,318	



Casal da Rola - 5	14:30	15,4	-	-	7,46	329	30,66	9,225	9,537	22,692	0,085	49,10	26,84	0,32	16,07	0,24	b)	31,30	4,074
Maria da Mata - 7	15:00	17,2	-	-	7,14	506	57,31	8,216	13,807	33,324	0,179	97,93	33,07	0,14	7,61	0,30	b)	42,89	6,667
Canal/bombagem - 6	15:10	16,6	-	-	7,95	100	13,59	3,929	3,505	9,907	0,094	17,95	10,56	0,02	5,79	0,03	b)	31,19	8,077
Caixeira - 10	11:30	16,4	-	-	7,05	481	19,69	5,969	7,943	80,720	0,169	29,96	11,23	0,03	0,64	b)	b)	20,44	8,148
Ponte Mocate - 11	14:00	16,7	-	-	7,56	517	19,21	6,344	6,413	97,365	0,087	31,74	21,71	0,12	11,64	0,07	b)	10,48	2,759
<b>17-12-2006</b>																			
Choupal - 1	12:00	12,8	-	-	7,15	80	9,80	20,018	3,627	5,747	0,140	22,71	6,93	0,07	6,19	0,04	b)	-	-
<b>18-02-2007</b>																			
Choupal - 1	14:00	-	-	-	-	-	4,29					8,50	6,63	b)	5,49	0,19	b)	-	-
<b>18-03-2007</b>																			
Choupal - 1	18:50	-	-	-	-	-	5,01					8,86	7,84	0,02	4,77	a)	b)	-	-
<b>15-04-2007</b>																			
Choupal - 1	19:15	-	-	-	-	-	5,49					9,18	9,67	0,01	4,13	b)	b)	-	-
<b>16-05-2007</b>																			
Choupal - 1	20:30	-	-	-	-	-	5,79					8,99	8,70	0,02	3,91	b)	b)	-	-
<b>20-06-2007</b>																			
Choupal - 1	8:55	17,7	98	9,40	7,94	92	6,22					18,84	8,08	0,13	3,38	b)	b)	8,87	-
Gomase - 2	9:05	16,7	61	5,80	7,22	512	16,89					35,47	38,64	0,07	3,37	0,38	b)	8,85	-
Casal Novo do Rio - 3	11:25	21,6	87	7,60	7,47	273	12,06					20,17	23,84	0,06	2,89	0,28	b)	131,91	-
Mondego - 4	11:35	22,2	61	5,30	7,43	290	16,53					27,92	27,45	0,08	3,84	0,59	b)	26,33	-
Santana - 8	12:00	17,6	107	10,10	7,45	420	20,87					37,70	47,48	0,09	14,69	0,36	b)	28,28	-
Foja - 9	11:35	22,5	73	6,30	7,36	468	28,01					54,54	49,56	0,08	11,75	0,41	b)	31,05	-
Casal da Rola - 5	15:00	19,1	93	8,60	7,22	310	23,54					43,25	23,26	0,15	10,38	1,06	b)	51,13	-
Maria da Mata - 7	15:40	22,8	67	5,70	7,23	452	34,66					64,70	27,22	0,16	7,69	1,61	b)	109,35	-
Caixeira - 10	13:50	21,7	67	5,80	7,47	513	30,11					51,48	28,40	0,14	3,83	1,03	b)	55,35	-
Ponte Mocate -	14:20	19,1	93	8,30	7,47	490	20,53					36,70	24,30	0,07	6,58	0,34	b)	45,00	-

11																			
<b>16-08-2007</b>																			
Choupal - 1	8:50	20,7	106	9,41	7,77	88	20,56					11,64	7,59	b)	4,61	0,02	b)	5,81	-
Gomase - 2	9:10	18,0	46	4,35	7,21	394	21,98					26,94	29,95	0,14	4,34	0,29	b)	8,00	-
Casal Novo do Rio - 3	11:50	22,4	88	7,61	7,29	201	13,79					15,84	13,92	0,05	3,53	0,09	b)	15,37	-
Mondego - 4	12:10	23,2	85	7,15	7,67	224	17,62					22,40	13,11	0,10	3,32	0,15	b)	19,37	-
Santana - 8	12:37	20,5	112	9,93	7,93	315	23,54					35,80	35,08	0,12	19,57	0,01	b)	7,63	-
Foja - 9	12:10	21,8	82	7,08	7,35	277	28,14					44,35	17,03	0,12	4,55	0,10	b)	12,98	-
Casal da Rola - 5	15:20	26,7	107	9,14	7,50	30	28,87					42,49	13,94	0,09	6,57	0,16	b)	29,90	-
Maria da Mata - 7	16:00	23,8	109	9,03	7,79	248	31,77					52,66	12,67	0,05	3,08	0,17	b)	12,08	-
Caixeira - 10	14:15	21,2	73	6,57	7,77	530	30,06					48,93	12,89	0,04	1,75	0,13	b)	70,90	-
Ponte Mocate - 11	14:50	22,1	84	6,97	7,72	541	24,03					35,62	21,34	0,08	7,70	0,21	b)	9,02	-
<b>15-10-2007</b>																			
Choupal - 1	8:50	18,7	101	9,36	7,45	99	11,44					13,83	8,24	b)	2,08	0,18	b)	4,80	-
Gomase - 2	9:10	15,6	68	6,70	7,67	516	28,90					35,61	35,95	0,12	3,14	0,17	b)	4,63	-
Casal Novo do Rio - 3	11:20	20,2	78	7,14	7,58	326	29,55					26,58	17,62	0,11	1,62	0,17	b)	17,83	-
Mondego - 4	11:40	18,6	81	7,78	7,69	194	24,69					23,03	11,81	0,15	2,34	0,33	b)	15,58	-
Santana - 8	12:10	16,3	107	10,50	7,60	328	29,79					32,29	29,98	0,21	19,01	0,13	b)	4,72	-
Foja - 9	11:40	20,4	91	8,17	7,57	1333	210,31					313,0 1	52,56	0,16	5,96	0,80	b)	10,67	-
Casal da Rola - 5	14:50	17,9	119	11,02	7,81	298	55,10					65,71	18,18	0,19	10,72	0,24	b)	15,70	-
Maria da Mata - 7	15:25	21,9	87	7,69	7,58	1040	164,09					230,7 7	38,32	0,30	6,19	0,71	b)	36,71	-
Caixeira - 10	13:35	18,0	84	7,78	7,96	654	49,57					68,31	24,08	0,17	4,92	0,17	b)	39,83	-
Ponte Mocate - 11	14:10	17,9	85	8,00	7,78	634	42,18					47,64	25,10	0,11	7,00	0,18	b)	10,43	-
<b>16-11-2007</b>																			
Choupal - 1	8:50	12,1	96	10,41	7,44	88	5,86					27,04	14,39	0,13	3,75	0,03	b)	4,22	-

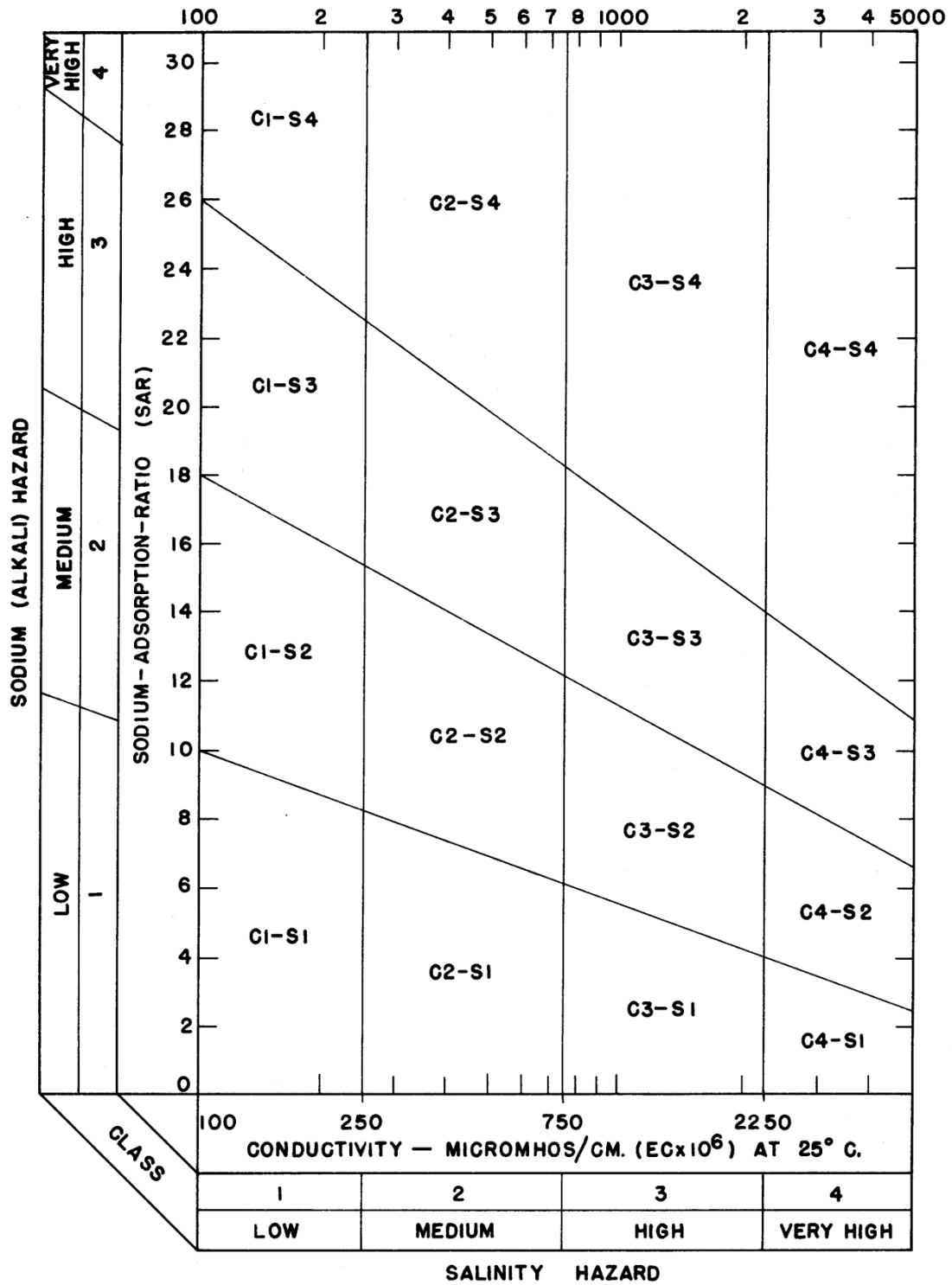
Gomase - 2	9:05	11,0	64	7,12	7,27	371	16,27					25,52	23,23	0,06	2,25	0,08	b)	5,71	-
Casal Novo do Rio - 3	10:50	12,3	79	8,46	7,38	241	22,23					27,31	20,24	0,07	1,75	0,04	b)	4,17	-
Mondego - 4	11:05	12,9	80	8,60	7,47	9670	2046,36					4334,32	621,60	b)	7,19	b)	b)	21,47	-
Santana - 8	11:25	9,5	91	10,47	7,41	230	227,50					320,82	66,09	b)	18,36	b)	b)	3,28	-
Foja - 9	11:05	12,6	77	8,23	7,52	4870	979,83					1793,22	264,43	b)	22,11	b)	b)	33,32	-
Casal da Rola - 5	13:40	12,3	102	11,42	7,68	212	133,02					160,54	28,49	0,26	12,49	b)	b)	19,73	-
Maria da Mata - 7	14:20	13,4	95	10,16	7,62	731	127,75					223,88	41,43	0,50	14,28	0,34	b)	41,10	-
Caixeira - 10	12:50	10,8	89	10,05	7,93	511	90,57					108,71	28,84	0,21	8,29	0,20	b)	11,88	-
Ponte Mocate - 11	13:10	11,6	13	7,93	7,68	496	71,60					65,10	26,08	0,22	7,55	0,18	b)	6,50	-
<b>13-06-2008</b>																			
Choupal - 1	8:30	17,7	104	9,80	7,16	77	13,97					15,02	7,13	0,07	4,82	b)	b)	3,92	-
Gomase - 2	9:00	19,5	75	7,00	7,52	460	42,41					42,23	40,55	0,13	3,13	b)	b)	1,66	-
Casal Novo do Rio - 3	11:15	23,7	91	7,70	7,64	316	29,11					26,46	23,60	0,18	2,37	b)	b)	3,43	-
Mondego - 4	11:35	25,1	112	9,30	7,91	449	46,82					45,18	23,56	0,28	3,06	b)	b)	8,04	-
Santana - 8	12:05	18,9	108	10,00	7,53	311	37,64					38,79	37,81	0,11	21,66	b)	b)	7,17	-
Foja - 9	11:35	23,1	105	9,10	7,82	308	36,38					35,20	18,74	0,21	5,01	b)	b)	7,56	-
Casal da Rola - 5	15:10	23,3	101	8,70	7,35	301	45,05					43,76	14,62	0,71	9,60	0,15	b)	15,56	-
Maria da Mata - 7	15:50	22,6	113	10,10	8,40	87	19,02					15,41	8,08	0,11	4,03	b)	b)	9,48	-
Caixeira - 10	14:10	24,1	65	5,30	7,80	484	40,38					35,24	22,65	0,13	3,54	b)	b)	15,80	-
Ponte Mocate - 11	14:35	20,6	104	9,30	7,95	483	34,27					31,82	18,51	0,15	7,14	b)	b)	9,64	-
<b>11-08-2008</b>																			
Choupal - 1	8:50	22,6	100	8,50	7,81	86	14,61					31,54	7,10	0,12	3,54	0,11	b)	4,24	-

Gomase - 2	9:00	18,9	67	6,10	7,58	412	27,79					40,97	29,02	0,09	2,91	0,11	b)	2,70	-
Casal Novo do Rio - 3	11:05	23,3	74	6,30	7,69	231	18,06					23,47	14,64	0,08	4,12	0,11	b)	9,24	-
Mondego - 4	11:20	23,7	86	7,30	7,88	169	17,17					24,79	9,88	0,06	3,14	0,12	b)	6,24	-
Santana - 8	11:55	21,4	93	8,20	7,86	315	28,96					40,80	31,74	0,35	19,31	0,26	b)	8,96	-
Foja - 9	11:20	23,6	71	6,00	7,58	231	21,43					25,01	13,70	0,09	5,08	0,14	b)	4,56	-
Casal da Rola - 5	14:10	23,2	76	6,50	7,55	374	42,07					52,72	9,96	0,10	1,37	0,18	b)	10,95	-
Maria da Mata - 7	14:45	29,2	101	8,40	8,14	117	17,09					18,94	7,25	0,02	2,51	0,08	b)	13,42	-
Caixeira - 10	13:15	23,8	70	5,80	7,85	336	22,45					28,12	7,19	b)	1,06	0,06	b)	31,95	-
Ponte Mocate - 11	13:45	23,1	74	6,30	7,99	558	26,86					36,45	20,94	0,09	5,85	0,16	b)	10,26	-
<b>15-10-2008</b>																			
Choupal - 1	8:40	18,4	92	8,75	7,52	84	27,56					20,21	7,78	0,90	2,37	0,17	b)	4,36	-
Gomase - 2	9:00	16,0	-	-	7,20	369	27,57					36,07	27,24	0,50	2,46	0,03	b)	4,08	-
Casal Novo do Rio - 3	12:10	18,5	-	-	7,56	283	18,88					30,09	15,55	0,28	1,14	0,18	b)	11,45	-
Mondego - 4	11:55	18,6	-	-	7,87	123	13,31					19,92	10,31	0,21	2,11	0,09	b)	6,35	-
Santana - 8	11:30	16,0	-	-	7,53	270	23,04					37,12	30,50	0,61	17,02	0,43	b)	4,92	-
Foja - 9	11:55	18,3	-	-	7,45	3700	509,37					1138,73	151,75	-	6,51	-	b)	27,68	-
Casal da Rola - 5	14:35	18,2	-	-	7,87	214	85,76					162,91	28,75	0,04	10,43	0,25	b)	33,72	-
Maria da Mata - 7	15:05	21,2	-	-	7,64	1206	181,60					322,89	49,92	0,19	7,38	2,39	b)	32,50	-
Caixeira - 10	13:25	19,3	-	-	7,83	560	62,27					106,77	26,81	0,47	5,96	0,68	b)	34,67	-
Ponte Mocate - 11	14:00	19,2	-	-	7,56	542	37,98					53,72	22,63	0,69	6,56	0,51	b)	16,72	-
<b>17-11-2008</b>																			
Choupal - 1	8:25	13,6	99	10,90	6,38	95	8,93					62,47	16,07	2,80	3,23	0,48	b)	2,43	-
Gomase - 2	9:05	10,7	64	6,90	6,87	465	26,10					83,65	22,38	2,25	4,24	0,42	b)	2,50	-
Casal Novo do	11:00	15,1	94	9,80	7,65	301	20,99					57,80	18,67	1,34	2,50	0,21	b)	6,13	-

Rio - 3																			
Mondego - 4	11:15	12,5	103	10,90	8,00	146	15,86					24,50	11,08	0,27	2,15	0,14	b)	2,56	-
Santana - 8	11:40	10,6	106	12,00	7,82	329	25,47					33,64	28,78	0,27	16,86	0,31	b)	1,77	-
Foja - 9	11:15	12,1	98	10,60	7,45	4750	754,10					969,40	169,08	-	24,92	-	b)	14,80	-
Casal da Rola - 5	14:00	10,8	118	12,80	8,09	307	71,96					92,50	21,11	0,45	12,21	-	b)	5,17	-
Maria da Mata - 7	14:50	13,2	99	10,30	8,05	833	106,70					165,22	29,18	0,69	10,83	-	b)	35,88	-
Caixeira - 10	12:55	10,5	103	11,30	7,99	684	62,65					89,23	25,65	0,30	6,30	0,89	b)	8,68	-
Ponte Mocate - 11	13:25	12,9	87	9,00	7,80	628	49,19					53,63	22,33	0,83	8,57	0,96	b)	2,61	-
<b>18-06-2009</b>																			
Choupal - 1	8:35	21,5	116	10,30	7,47	107	13,30					8,69	6,90	0,16	1,30	0,03	b)	5,36	
Gomase - 2	9:16	18,0	63	5,20	7,40	530	34,95					31,97	30,60	0,00	1,24	0,12	b)	13,48	
Casal Novo do Rio - 3	11:40	23,3	87	7,70	7,53	333	26,05					15,88	15,64	0,15	0,72	0,21	b)	9,88	
Mondego - 4	12:00	24,0	102	8,60	7,59	252	26,16					21,56	15,76	0,21	1,15	0,18	b)	9,96	
Santana - 8	12:20	20,7	104	9,40	7,60	348	32,75					34,15	36,49	0,16	6,56	0,23	b)	3,58	
Foja - 9	12:00	25,8	94	7,70	7,58	588	67,44					79,35	30,97	0,32	2,96	0,50	b)	17,27	
Casal da Rola - 5	15:05	23,1	98	8,40	7,43	343	48,31					51,37	15,72	0,71	3,93	0,55	b)	19,05	
Maria da Mata - 7	15:35	26,5	110	8,90	8,16	135	24,30					25,78	11,72	0,29	2,28	0,42	b)	11,20	
Caixeira - 10	13:55	23,6	52	4,40	7,54	570	39,43					40,01	21,21	0,38	1,42	0,59	b)	16,54	
Ponte Mocate - 11	14:30	22,8	78	6,80	7,84	561	32,57					34,11	20,19	0,21	2,76	0,35	b)	5,49	

- a) Abaixo do limite de quantificação  
b) Abaixo do limite de detecção

ANEXO B – Diagrama de classificação da água de rega



**ANEXO C – Velocidade, profundidade, largura e caudal medido em Gomase, Casal novo do rio, Ponte Casal da Rola, Santana, Caixeira e Ponte de Mocate.**

	2-Gomase			3-casal novo rio			5-Pºcasal rola		
	velocidade	profundi_agua	caudal	velocidade	profundi_agua	caudal	velocidade	profundi_agua	caudal
16-06-2003	3,28	0,03	0,10	1,76	0,11	0,19			
19-08-2003	0,80	0,03	0,02	1,00	1,00	1,00			
22-10-2003				4,00	0,03	0,12			
18-12-2003	2,83	0,35	0,99	3,66	0,45	1,65	4,10		
16-06-2004	0,47	0,25	0,12	0,93	0,60	0,56			
17-08-2004	1,24	0,80	0,99	2,51	0,60	1,51	1,11		
14-10-2004	1,29	0,30	0,39	0,93	0,55	0,51	1,62		
23-11-2004	1,17	0,40	0,47	0,29	0,50	0,14	1,34	0,30	1,21
20-06-2005	0,89	0,25	0,22	0,28	0,55	0,16			
09-08-2005	1,29	0,45	0,58	1,19	1,00	1,19			
19-10-2005	0,84	0,37	0,31	0,36	0,85	0,31	1,08	0,23	0,49
14-11-2005	1,20	0,40	0,48	3,49			0,59	0,40	0,94
20-06-2006							0,38	0,30	
30-08-2006	0,47	0,35	0,16				0,71	0,17	0,10
18-10-2006	0,56	0,40	0,23	0,42			0,59	0,45	1,58
15-11-2006	0,03	0,59	0,02	0,33	0,86	0,28	0,50	0,50	1,50
20-06-2007	0,65	0,27	0,18				0,42	0,60	1,01
16-08-2007	0,70	0,40	0,28	0,41	0,99	0,41	0,12	0,85	0,36
15-10-2007	0,47	0,25	0,12	1,45	0,20	0,29	0,45	0,20	0,18
16-11-2007	0,34	0,20	0,07	1,09	0,45	0,49	0,60	0,20	0,30
13-06-2008	0,64			0,47	1,00	0,47	0,50	0,35	0,53
11-08-2008	0,59	0,40	0,23				0,29		
15-10-2008	0,39	0,35	0,14	0,66	0,55	0,36	0,66		
17-11-2008	0,39	0,25	0,10				0,25	0,20	0,15
18-06-2009	0,66	0,25	0,17	0,25	0,75	0,19	0,46	0,15	0,21

	8-PºSantana			10-Caixaiera			11-Pº Mocate		
	velocidade	profundi_agua	caudal	velocidade	profundi_agua	caudal	velocidade	profundi_agua	caudal
16-06-2003	0,64								
19-08-2003	0,23								
22-10-2003	0,42								
18-12-2003	0,70	0,60	4,20						
16-06-2004									
17-08-2004				0,25	0,25	0,06	0,73	0,10	1,84
14-10-2004	0,25						1,28	0,20	6,38
23-11-2004	0,65	0,50	0,97				0,83	0,30	4,73
20-06-2005	1,07	0,30	0,37						
09-08-2005							0,86	0,20	0,22
19-10-2005	0,99	0,18	0,44	0,96	0,65	0,62	0,85	0,15	1,02
14-11-2005	1,22	0,25	1,52				1,62	0,40	11,69
20-06-2006	0,29	0,25	0,32						
30-08-2006				0,17	0,30	0,10	0,21	0,40	0,17
18-10-2006	0,12	0,40	0,14						
15-11-2006	0,33	0,30	0,35				0,40		
20-06-2007	0,36	0,25	0,54	0,29	0,64	0,56	0,12		
16-08-2007	0,28	0,20	0,34	0,17	0,50	0,17	0,05		
15-10-2007	0,22	0,20	0,26	0,12	0,45	0,16			
16-11-2007	0,26	0,30	0,31						
13-06-2008	0,41	0,20	0,12				0,10	0,55	1,38
11-08-2008	0,24	0,15	0,07				0,18	0,50	0,14
15-10-2008	0,17	0,20	0,10	0,07	0,25	0,04	0,61	0,20	0,11
17-11-2008	0,17	0,25	0,15	0,08	0,10	0,02			
18-06-2009	0,18	0,25	0,11	0,04	0,10	0,00	0,05	0,60	0,75



**ANEXO D – Caudais, concentrações de nutrientes e a respectiva quantidade que entra e que sai por dia no Vale Central**

Data	Caudal (m <sup>3</sup> /s)		Conc.NO3 (mg/L)		NO3 (Kg/d)		Conc. NH4 (mg/L)		NH4 (Kg/d)	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
16-06-2003	0,098	0,193	4,03	2,92	0,034	0,049	0,242	0,12	0,002	0,002
19-08-2003	0,024	1	3,3	1,98	0,007	0,171	0,341	0,08	7E-04	0,0073
18-12-2003	0,991	1,647	3,48	5,74	0,298	0,816	0,089	0,12	0,008	0,0167
16-06-2004	0,119	0,557	2	1,52	0,02	0,073	0,149	0,12	0,002	0,0059
17-08-2004	0,99	1,507	2,44	1,45	0,209	0,189	0,186	0,09	0,016	0,012
14-10-2004	0,386	0,514	1,97	1,03	0,066	0,046	0,664	0,12	0,022	0,0054
23-11-2004	0,466	0,143	3,54	3,55	0,142	0,044	0,197	0,14	0,008	0,0017
20-06-2005	0,222	0,156	3,39	1,58	0,065	0,021	0,16	0,21	0,003	0,0028
09-08-2005	0,58	1,19	4,17	2,06	0,209	0,212	0,145	0,14	0,007	0,0148
19-10-2005	0,309	0,309	2,64	0,68	0,071	0,018	0,079	0,12	0,002	0,0031
15-11-2006	0,019	0,282	4,38	5,84	0,007	0,142	0,196	0,12	3E-04	0,0028
16-08-2007	0,279	0,406	4,34	3,53	0,105	0,124	0,29	0,09	0,007	0,0031
15-10-2007	0,116	0,29	3,14	1,62	0,032	0,041	0,165	0,17	0,002	0,0041
16-11-2007	0,068	0,488	2,25	1,75	0,013	0,074	0,08	0,04	5E-04	0,0017
15-10-2008	0,135	0,363	2,46	1,14	0,029	0,036	0,032	0,18	4E-04	0,0057
18-06-2009	0,165	0,188	1,24	0,72	0,018	0,012	0,125	0,21	0,002	0,0034

Data	Conc.Cl- (mg/L)		Cl- (Kg/d)		Conc.Na+ (mg/L)		Na+ (Kg/d)		Conc.SO4 (mg/L)		SO4 (Kg/d)	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
16-06-2004	38,45	22,85	0,39	1,10	25,71	16,74	0,26	0,81	33,44	21,50	0,34	1,03
17-08-2004	23,84	22,11	2,04	2,88	18,42	13,59	1,57	1,77	23,86	11,63	2,04	1,51
14-10-2004	33,10	21,99	1,10	0,98	24,22	16,98	0,81	0,75	36,67	13,50	1,22	0,60
23-11-2004	46,03	33,94	1,85	0,42	21,52	17,35	0,87	0,21	34,86	34,76	1,40	0,43
20-06-2005	39,63	23,21	0,76	0,31	30,17	19,78	0,58	0,27	35,98	19,29	0,69	0,26
09-08-2005	28,52	21,25	1,43	2,19	22,12	17,05	1,11	1,75	23,88	13,74	1,20	1,41
19-10-2005					27,30	19,77	0,73	0,53	29,84	13,79	0,80	0,37
15-11-2006	46,77	34,19	0,08	0,83	28,33	20,06	0,05	0,49	38,68	25,37	0,07	0,62
16-08-2007	26,94	15,84	0,65	0,56	21,98	13,79	0,53	0,48	29,95	13,92	0,72	0,49
15-10-2007	35,61	26,58	0,36	0,67	28,90	29,55	0,29	0,74	35,95	17,62	0,36	0,44
16-11-2007	25,52	27,31	0,15	1,15	16,27	22,23	0,10	0,94	23,23	20,24	0,14	0,85
15-10-2008	36,07	30,09	0,42	0,94	27,57	18,88	0,32	0,59	27,24	15,55	0,32	0,49
18-06-2009	31,97	15,88	0,46	0,26	34,95	26,05	0,50	0,42	30,60	15,64	0,44	0,25

Data	Conc.K+ (mg/L)		K+ (Kg/d)		Conc. Mg2+ (mg/L)		Mg2+ (Kg/d)		Conc.Ca2+ (mg/L)		Mg2+ (Kg/d)	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
16-06-2004	5,92	4,17	0,06	0,20	15,59	8,35	0,16	0,40	42,43	30,00	0,43	1,44
17-08-2004	5,06	8,44	0,43	1,10								
14-10-2004	10,72	6,00	0,36	0,27	14,16	7,54	0,47	0,33	35,85	17,59	1,19	0,78
23-11-2004	14,77	11,63	0,59	0,14	13,73	8,60	0,55	0,11	43,00	40,60	1,73	0,50
20-06-2005	5,97	3,98	0,11	0,05	17,77	8,89	0,34	0,12	54,98	36,48	1,05	0,49
09-08-2005	4,55	4,49	0,23	0,46	11,25	7,15	0,56	0,73	33,51	27,94	1,68	2,87
19-10-2005	10,11	4,43	0,27	0,12	15,47	9,50	0,41	0,25	43,12	33,25	1,15	0,89
15-11-2006	12,27	10,48	0,02	0,26	18,12	12,76	0,03	0,31	54,10	49,77	0,09	1,21

2- Gomase; 3 - Ponte das Lavandeiras

**ANEXO E – Orçamento fornecido pela empresa Hannacom**

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
HI 83225-02	Novo medidor de bancada multi-parâmetros	480.00€
HI 93706-01	Reagentes para 100 testes de fósforo	21.00€
HI 93715-01	Reagentes para 100 testes de amoníaco	38.00€
HI 93728-01	Reagentes para 100 testes de nitratos	52.00€
HI 93750-01	Reagentes para 100 testes de potássio	91.00€
HI 93751-01	Conjunto de reagentes para 100 testes (sulfato)	33.00€
HI 937520-01	Conjunto de reagentes para 50 testes (magnésio)	20.00€
HI 937521-01	Conjunto de reagentes para 50 testes (cálcio)	23.50€
HI9811-5	Medidor portátil de pH, EC, TDS, °C	190.00€
HI7007L	Solução de calibração de pH7, 500mL	10.00€
HI7031L	Solução de calibração 1413µs, 500mL	10.25€
<b>Total</b>		968,75€
<b>Total + IVA</b>		1162,50€

## ANEXO F – Estruturas para medição de caudal

- **Comportas**

Para o caso da existência de escoamentos por comportas, cuja secção é conhecida, aplica-se o teorema de Bernoulli:

$$h_1 + (U_1^2/2g) = h_2 + (U_2^2/2g)$$

onde  $h_i$  é a altura do ponto  $i$  referente à soleira do canal (m),  $U_i$  é a velocidade do escoamento no ponto  $i$  (m/s) e  $g$  a aceleração da gravidade ( $m/s^2$ ).

Assumindo que o valor da velocidade no ponto 1 é muito pequeno quando comparado com  $U_2$ , considera-se  $U_1 = 0$ , então a velocidade no ponto 2 é dada por:

$$U_2 = \sqrt{2g \times (h_1 - h_2)}$$

Então, o caudal ( $Q=A \times U$ ) a jusante às comportas resulta:

$$Q = h_2 \times b \times \sqrt{2g \times (h_1 - h_2)} \quad \begin{array}{l} Q - \text{caudal (m}^3/\text{s)} \\ b - \text{base do canal (m)} \end{array}$$

Considerando  $h_2$  o produto da abertura da comporta ( $a$ ) com o coeficiente de contracção ( $c$ ) (figura 7), e aproximando o valor do coeficiente  $c=0,63$ , a expressão do caudal é dada por:

$$Q = 0,63 \times a \times b \times \sqrt{2g \times (h_1 - 0,63 \times a)}$$

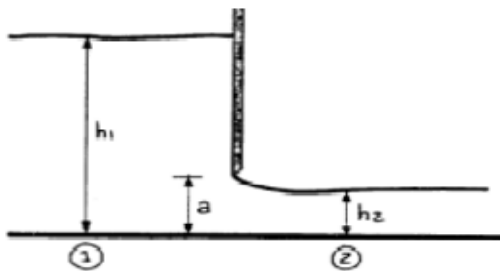


Figura 1 - Esquema do escoamento livre através de comportas

No caso de o escoamento ser afogado (figura 8), o caudal é dado pela seguinte expressão, sendo o coeficiente de descarga (Weyrauch-Strobel) igual a 0,6.

$$Q = 0,6 \times a \times b \times [ U_2 + \sqrt{2g \times h_1 + (U_1^2 - U_2^2)} ]$$

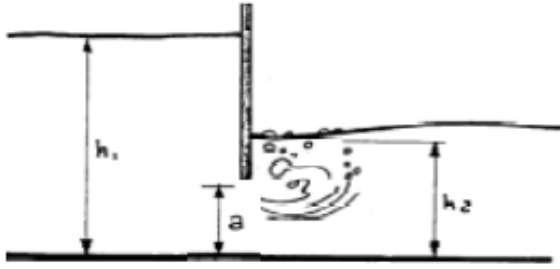


Figura 2 - Esquema do escoamento afogado através de comportas

De uma forma mais simplificada desprezam-se as velocidades nos dois pontos, ficando o caudal igual a  $Q=0,6 \times a \times b \times \sqrt{2g \times h_1}$ .

- **Descarregadores**

Quanto às restantes estruturas hidráulicas utilizadas para medição de caudais, os descarregadores, existem os de parede delgada (sem ou com contracção lateral) e os de parede espessa.

Descarregador de parede delgada

O cálculo do caudal a partir de um descarregador de parede delgada é dado pela seguinte fórmula:

$$Q = C \times b \times \sqrt{2g \times H}^{3/2}$$

$C$  – coeficiente de vazão  
 $b$  – largura do descarregador  
 $H$  – carga do descarregador (altura que a água atinge a contar da cota da soleira)

➤ Descarregadores de parede delgada sem contracção lateral (Bazin)

Para um descarregador de Bazin o coeficiente de vazão é aproximadamente 0,40 e ao garantir uma distribuição uniforme da velocidade a montante do descarregador, adquire-se uma elevada precisão na medição de caudais.

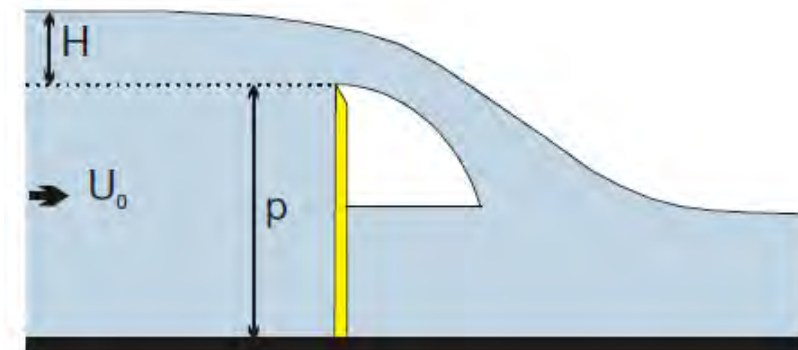


Figura 3 - Esquema de um descarregador de parede delgada sem contracção lateral

Existem várias fórmulas para obtenção do coeficiente de vazão, entre as quais se destaca a apresentada pela Société des Ingénieur et Architectes Suisses (SAI) em 1947:

$$C = 0,410 \times \left(1 + \frac{1}{1000 \times h + 1,6}\right) \times \left[1 + 0,5 \times \left(\frac{h}{h+p}\right)^2\right]$$

Sendo esta fórmula válida para:  $0,025 < h < 0,80$  m;  $p > 0,30$  m;  $p > h$ .

➤ Descarregadores de parede delgada com contracção lateral

No caso de haver contracção lateral, existe uma largura  $b$  inferior à largura  $B$  do canal (figura 10). O coeficiente de vazão, apresentado pela SAI, passa a ser calculado da seguinte forma:

$$C = \left[ 0,3853 + 0,0246 \times \left( \frac{b}{B} \right)^2 + \frac{2,410 - 2 \times \left( \frac{b}{B} \right)^2}{1000 \times h + 1,6} \right] \times \left[ 1 + 0,5 \times \left( \frac{b}{B} \right)^4 \times \left( \frac{h}{h+p} \right)^2 \right]$$

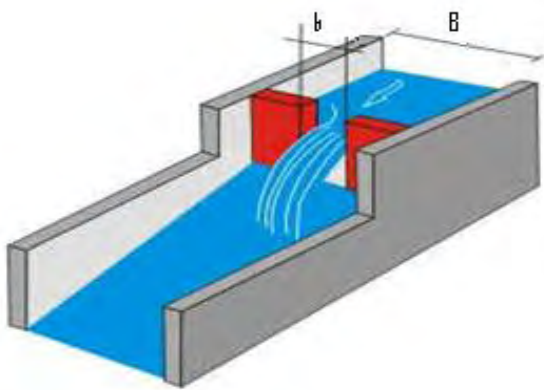


Figura 4 - Esquema de um descarregador de parede delgada com contracção lateral

A fórmula acima mencionada é válida para as mesmas restrições impostas aos descarregadores sem contracção lateral, acrescentando  $0,3 < \frac{b}{B} < 0,8$ .

Descarregador de parede espessa

No caso do descarregador de parede espessa horizontal, a equação de vazão é determinada pela condição de regime crítico sobre a soleira:

$$Q = b \times \sqrt{g} \times h_c^{3/2}$$

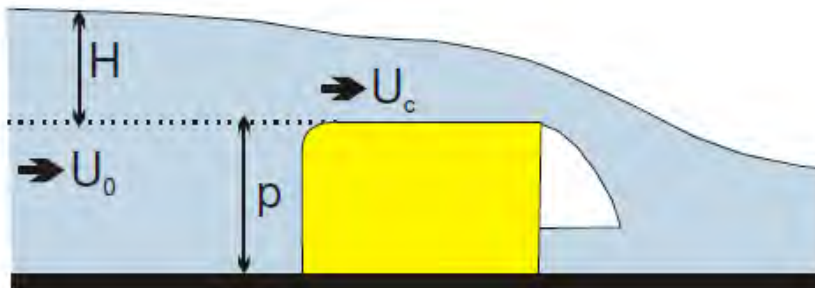


Figura 5 - Esquema de um descarregador de parede espessa

Com o intuito de manter constantes o caudal e a espessura da lâmina, deve considerar-se uma altura crítica  $h_c = \frac{2}{3}H$ , que substituindo pela expressão anterior, fica:

$$Q = b \times \sqrt{g} \times \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \times H^{3/2}$$

Transformando esta fórmula no tipo  $Q = C \times b \times \sqrt{2g} \times H^{3/2}$ , ficamos com a seguinte equação:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times b \times \sqrt{2g} \times H^{3/2} (=)$$

$$(=) Q = 0,385 \times b \times \sqrt{2g} \times H^{3/2}$$

Para este tipo de descarregador, também designado de descarregador de Bélanger, o valor do coeficiente de vazão é de 0,385.

Com a obtenção do caudal escoado e do nível de água numa dada secção consegue-se realizar a respectiva curva de vazão, de grande interesse, pois através da leitura do nível de água retira-se o caudal correspondente. O nível de água poderá ser medido recorrendo a réguas graduadas (limnímetros), sensores automáticos de nível e aparelhos que registam a altura de água em função do tempo (limnígrafos).