

GESTÃO DA ÁGUA NA CONSERVAÇÃO DO AGROECOSSISTEMA DO BAIXO VOUGA LAGUNAR. APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO A UMA ÁREA DE RECARGA.

Gonçalves, J. M.¹ ; Nunes, M. A.²

¹ Escola Superior Agrária, 3040-316 Coimbra, jmmg@esac.pt

² Escola Superior Agrária, 3040-316 Coimbra, mnunes@esac.pt

Resumo

A comunicação baseia-se nas actividades do plano de monitorização da água do Baixo Vouga Lagunar, integrado no Projecto de Desenvolvimento Agrícola. Visa-se assegurar a sustentabilidade deste agroecossistema através da continuidade da agricultura de regadio e pela gestão ambiental integrada da água, do solo, da diversidade biológica e da paisagem. O plano de gestão da água no estio tem por objectivo regular a distribuição da água doce pelas áreas de produção agrícola e de conservação da natureza, o controlo da qualidade da água e a conservação do solo. A rede de monitorização fornece dados das disponibilidades, procura e armazenamento da água que, depois de processados, permitem estabelecer previsões de curto prazo das necessidades de fornecimento de água às áreas de recarga, para a operação do sistema de valas. Está ser desenvolvido um modelo de cálculo baseado no método do balanço hídrico aplicado às áreas de recarga, considerando os sub-sistemas rede de valas, solos e aquíferos freáticos. A previsão da procura de água permite planificar a distribuição da água nas áreas de recarga e identificar situações de carência hídrica. São apresentados resultados obtidos em 2005 e 2006 no perímetro de Canelas, os quais evidenciam a vulnerabilidade e os problemas do sistema em situações críticas de carência, demonstrando a utilidade do modelo de gestão.

Palavras chave: Monitorização ambiental, Canelas, Rega subterrânea, método do balanço hídrico

Abstract

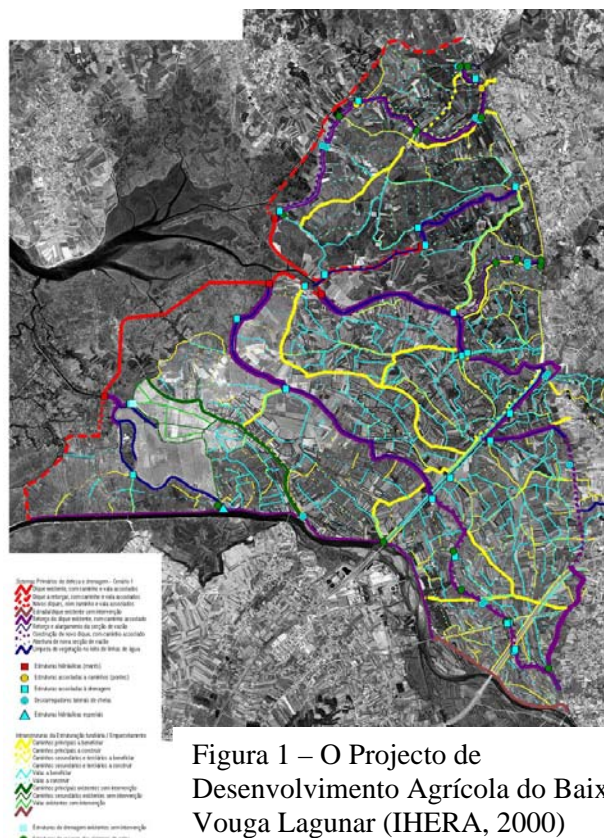
The paper refers to the environmental monitoring plan of Agricultural Development Project of Baixo Vouga Lagunar. The project aims the conservation of this ecosystem, based on the irrigated agriculture and environmental integrated management of water, soil, biodiversity and landscape. The summer water management plan aims the water and soil quality preservation, through the water distribution in the agricultural and natural wet areas. Monitoring network enables demand and supply water data, to process a ten day forecast, which is required to operate the recharge area canal delivery system. A calculation model based on volumetric balance method is being developed for this purpose, considering canals, aquifers and soil data. It gives quantitative data for canal operation and allows the identification of water deficit periods. Finally, a study

case for the Canelas perimeter, using 2005 and 2006 data is presented, showing the system characteristics and the usefulness of management model.

Keywords: Environmental monitoring, Canelas, subsurface irrigation, water balance method

1. Introdução

O Baixo Vouga Lagunar (BVL) é um agroecossistema de grande vulnerabilidade onde a gestão da água e do solo se revelam estratégicos para assegurar a manutenção de um sistema criado pelo homem na interface terra/água e onde a diversidade biológica tem uma expressão singular. Localiza-se na zona centro do litoral de Portugal, inserido na ria de Aveiro, a qual está classificada como Zona de Protecção Especial. O solo foi formado a partir de material sedimentar relativamente recente, de origem predominantemente fluvial, depositado em ambiente estuarino, por vezes sujeito a hidromorfismo e a halomorfismo (Rogado, 1995). A água salgada da ria torna o solo agrícola susceptível à salinização. A escassez hídrica estival é superada pela água doce derivada das linhas de água afluentes, recorrendo-se a estruturas de hidráulica mantidas e operadas pelos agricultores. Esta área é constituída por terrenos muito planos sendo uma zona de confluência e descarga de várias linhas de água onde o escoamento para a ria é dificultado pelo efeito das marés. O estado de degradação atingido, principalmente em resultado da intrusão salina, da destruição e do envelhecimento das infra-estruturas, tais como diques, valas e caminhos, a dimensão reduzida e inacessibilidade às parcelas agrícolas, determinou a realização de um Projecto de Desenvolvimento Agrícola, da responsabilidade do Ministério da Agricultura (IHERA, 1996, 2000). Este Projecto tem como principal objectivo a defesa dos campos contra o efeito destrutivo das cheias e contra a salinização dos solos, devido ao progressivo avanço das marés. Nas áreas de uso agrícola visa-se a implementação dum conjunto de melhorias nas infra-estruturas de rega, drenagem e viárias e a realização da reestruturação fundiária. O Projecto compreende as componentes de defesa contra as marés, de drenagem primária, de estrutura verde principal, de infra-estruturas rurais secundárias (drenagem, rega e viária) e de reestruturação fundiária (Fig. 3), beneficiando-se uma área de 3.000 ha.



O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) (Andresen *et al.*, 2001) concluiu que a gestão da água doce no BVL é uma componente do Projecto de capital importância para que os objectivos deste possam ser atingidos. Esta gestão determina o controlo da qualidade da água de superfície e da água sub-superficial e tem um efeito determinante na conservação do solo. Por sua vez, exerce um papel preponderante na conservação deste agro-ecossistema, em aspectos tais como a paisagem e a biodiversidade da fauna e flora.

A manutenção dos sistemas húmidos implica a necessidade da entrada controlada de uma certa quantidade de água salgada a partir da Ria, tornando mais complexa a gestão do sistema hidráulico.

Neste contexto o Plano de Monitorização da Água, na sua componente quantitativa, (ESAC, 2004) surge como o elemento que visa regular a distribuição da água doce, tendo em conta a natureza estocástica das afluências nas linhas de água e a procura concorrencial nos períodos de escassez de abastecimento entre áreas de produção vegetal, de produção pecuária e de conservação da natureza. A conservação do solo, no que respeita à salinização e acidificação, constitui-se como um critério condicionante de todo o funcionamento do sistema hidráulico. A monitorização da qualidade da água permite identificar problemas e conduzir à tomada de medidas correctivas que garantam o cumprimento de objectivos de qualidade mínimos para as águas superficiais.

A gestão da água terá, portanto, por objectivo o seu melhor uso no BVL na perspectiva de se obter o melhor compromisso entre a produção agrícola, a manutenção dos sistemas húmidos e a conservação da paisagem (Andresen *et al.*, 2002).

Conforme foi concluído no EIA, o Plano de Monitorização da Água tem os seguintes objectivos: (1) Garantir uma adequada aplicação do plano de gestão da água; (2) Permitir um reajuste dinâmico do modo operativo do sistema de distribuição de água, para melhorar o desempenho do projecto; (3) Permitir a integração de dados da qualidade da água na formulação do referido plano operativo; (3) Avaliar o desempenho do sistema de drenagem e das estruturas de prevenção e defesa das inundações; (4) Confirmar, ou não, potenciais impactes em termos de contaminação das águas em consequência da implementação do Projecto.

A *monitorização da quantidade de água de superfície disponível* compreende observações das disponibilidades hídricas oferecidas pelas linhas de água que abastecem o BVL no período estival, da derivação de água para as redes secundárias de valas e da procura de água nas diferentes áreas dos vários perímetros. A *monitorização da procura e do abastecimento de água* destina-se a determinar as necessidades de água nas diferentes áreas, ao longo do ano, avaliando as condições do fornecimento efectuado e prevendo a procura de água no curto prazo. Estes dados, associados aos da monitorização dos recursos hídricos disponíveis nas linhas principais, permitem racionalizar a operação do sistema hidráulico de distribuição de água doce. É feita a inventariação da ocupação cultural do solo - em cada período de primavera-verão, para a determinação da procura de água das áreas cultivadas, recorrendo a observações meteorológicas; observa-se a profundidade da toalha freática nos vários perímetros, através de furos de observação com cerca de 4 m de profundidade, para se avaliar a quantidade de água disponível às plantas por ascensão capilar.

2. Materiais e métodos

O modelo de gestão da água tem por objectivo: (1) Apoiar a operação do sistema de valas, dando indicações de como efectuar a distribuição da água em período de estiagem; e (2) Identificar e localizar situações de escassez, para informar os agricultores da tomada de medidas de emergência.

O objecto de aplicação do modelo é a área de recarga (AR), unidade de subdivisão geográfica das bacias de escorrência do Bloco, sendo homogénea e coerente na distribuição e gestão da água. É, portanto, a unidade de abastecimento e de gestão de água, quer pelo facto de ser suprido pela mesma origem de água, quer pela coerência hidráulica da respectiva rede secundária e terciária de valas que permite uma redistribuição da água em toda esta área.

A informação é recolhida em períodos de tempo de um decêndio e é aplicado o método de balanço hídrico à AR, onde os subsistemas de rede de valas, solos e aquíferos freáticos são elementos preponderantes. São integrados dados das disponibilidades, procura e armazenamento da água da rede de monitorização, permitindo estabelecer previsões de curto prazo (um ou dois decêndios) das necessidades de fornecimento de água das diversas áreas de recarga. Há também a incorporação de informação qualitativa adicional sobre a qualidade da água superficial pois ela é relevante para a distribuição da água, no controlo da salinidade e da eutrofização. A previsão da procura de água calculada pelo modelo permite planificar a distribuição da água no conjunto das

AR de cada bacia e determinar quando a carência hídrica pode vir a ser significativa (IHERA, 1999).

O sistema AR compreende três subsistemas hidráulicos: rede de valas, solo e aquífero freático, aos quais se aplicam as seguintes Eqs. 1, 2 e 3 de balanço hídrico:

$$\text{Valas:} \quad R - V_{ap} - V_{ev} - V_{pp} = \Delta V \quad [1]$$

$$\text{Solo:} \quad V_{ap} + P + G - ET_c = \Delta S \quad [2]$$

$$\text{Aquífero:} \quad V_{pp} - G = \Delta G \quad [3]$$

Sendo,

R	Recarga (por abastecimento superficial)
V _{ap}	Derivação das valas para aplicação superficial
V _{ev}	Evaporação das valas
V _{pp}	Percolação das valas
P	Precipitação
G	Fluxo água subterrânea - zona radicular
ET _c	Evapotranspiração cultural média
ΔV	Varição da água armazenada na rede de valas
ΔG	Varição da água armazenada no aquífero freático
ΔS	Varição da água armazenada no solo

Adicionando-se as Eqs. 1, 2 e 3, e considerando ET_c como o valor máximo da evapotranspiração na AR, incluindo para efeito de cálculo a fracção de evaporação a partir das valas V_{ev}, resulta a Eq. 4:

$$R = ET_c - P + \Delta V + \Delta S + \Delta G \quad [4]$$

Em períodos em que a afluência seja abundante, a Eq. 4 permite calcular a recarga necessária (R) para efeito da operação do sistema de distribuição. A recarga efectiva vai depender do balanço global do Bloco, pois as afluências nas bacias de escorrência terão de ser repartidas pelas várias AR.

Em período de estiagem as afluências são muito limitadas implicando que a recarga seja também reduzida. Assumindo-se P = 0 e uma variação da reserva de água no solo pouco significativa (ΔS ≈ 0, dada a permanência da ascensão capilar neste período), a equação de balanço toma a forma da Eq. 5. Notar que nesta situação o consumo por evapotranspiração depende directamente do exaurimento das reservas nos sub-sistemas da rede valas e do aquífero freático. Quando ET_c (real) for inferior à ET_c máxima, está-se em presença de um período com défice hídrico efectivo.

$$\Delta V + \Delta G + R = ET_c (\text{real}) \quad [5]$$

Na Fig. 2 apresenta-se um diagrama do modelo de gestão da água. A informação obtida da actividade de monitorização conduz à quantificação da recarga disponível e à sua comparação com a procura, através dum balanço preliminar, que poderá levar à identificação de uma eventual situação de escassez. As observações de campo de níveis de água na rede de valas permitirá avaliar se esta reserva poderá suprir a procura de evapotranspiração no curto prazo, sem se atingir um nível crítico de reserva. Se este nível for atingido, deverá ser dada atenção especial à reserva freática, pois será de esperar a diminuição deste nível. Observações complementares da água do solo e dos sintomas das culturas ao stress hídrico permitem e comprovar a gravidade da situação de escassez.

A monitorização da qualidade da água, quer superficial quer subterrânea, irá fornecer informação correspondente a diversos aspectos físico-químicos, nomeadamente de salinidade, a qual será considerada na operação do sistema. Por exemplo, a rede de valas poderá requerer recarga de água doce caso os valores de salinidade sejam excessivos.

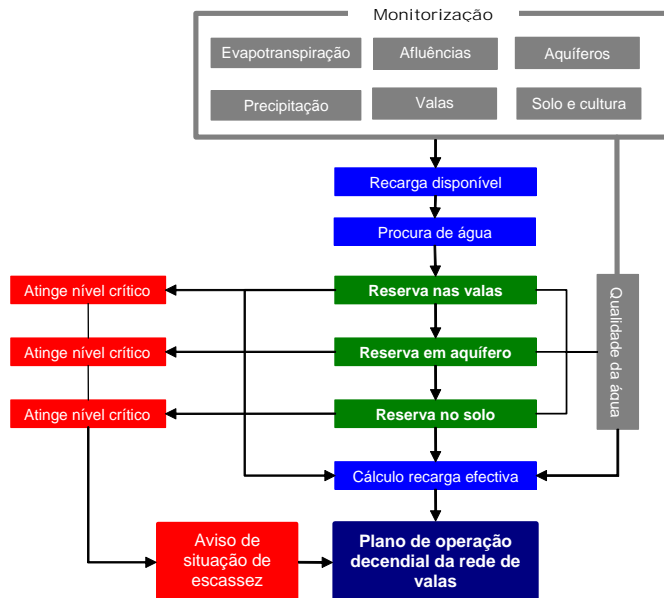


Figura 2 – Diagrama do modelo de gestão da água

No processo de aquisição e tratamento de dados de campo é de referir que a informação está organizada em três níveis: (1) Pontual, correspondente a caudais e níveis de água em valas e aquíferos freáticos; (2) Estruturas lineares de reserva e distribuição de água; (3) Áreas de recarga, informação referida a uma área geográfica, em que os valores de procura, oferta e reserva de água agregados em decênios.

A aplicação do modelo de gestão apresentada nesta comunicação é feita à área de recarga do perímetro de Canelas (Fig. 3), com uma área de 500 ha, com dados de 2005 e 2006, de Maio a Setembro. A precipitação e a evapotranspiração foram obtidas a partir de observações numa estação meteorológica automática instalada no local. Foi aplicada a metodologia descrita em Allen *et al.* (1998) no cálculo da evapotranspiração de referência. As ocupações culturais predominantes são o *Bocage* - caracterizado por prados e pastagens naturais - e o milho forrageiro, associados a uma grande densidade de sebes nas extremas das parcelas de terreno de pequena dimensão. O método de rega prevalecente é o subterrâneo, com o fornecimento de água às culturas por ascensão capilar a partir da água do aquífero freático. A orla de jusante é ocupada por sistemas húmidos, constituídos por juncal e caniçal. No cálculo da evapotranspiração cultural foi adoptado um coeficiente cultural médio $K_c = 1.0$, ponderando a pastagem, o milho e a grande influência da rede de sebes.

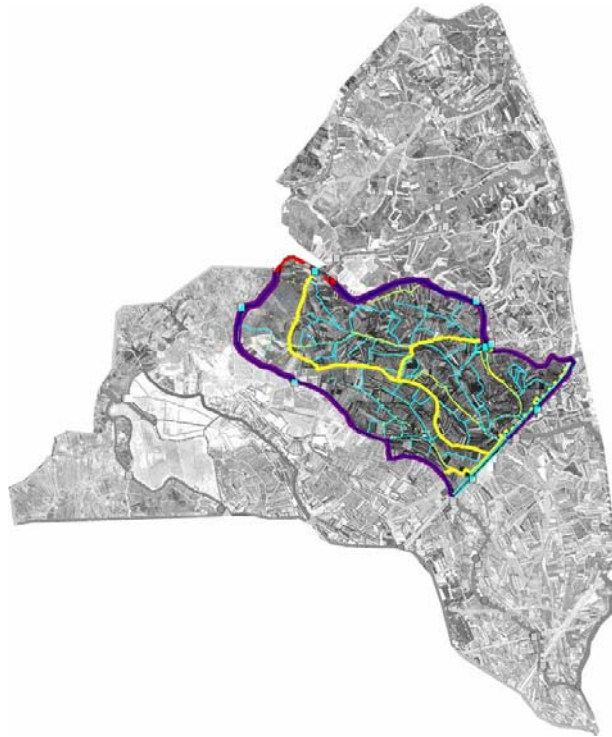


Figura 3 – Localização da área de recarga de Canelas

3. Resultados e discussão

Os valores decendiais da precipitação e da evapotranspiração de referência estão representados na Fig. 4, para 2005 e 2006. As observações do nível freático e da água nas valas estão representados nas Figs. 5 e 6. Os valores decendiais de afluições derivadas das ribeiras do Agra e Corgo, rio Fontão e rio Vouga (pela vala da Linha) estão representados na Fig. 7. Considerou-se que 60% das afluições destas linhas de água são dirigidas para a AR de Canelas.

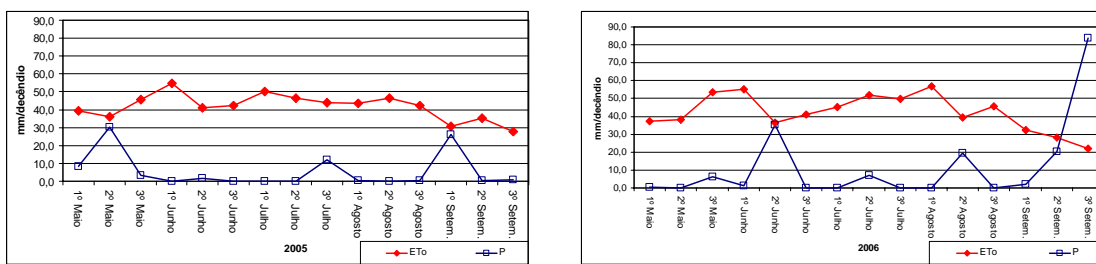


Figura 4 – Valores decendiais de precipitação e ETo

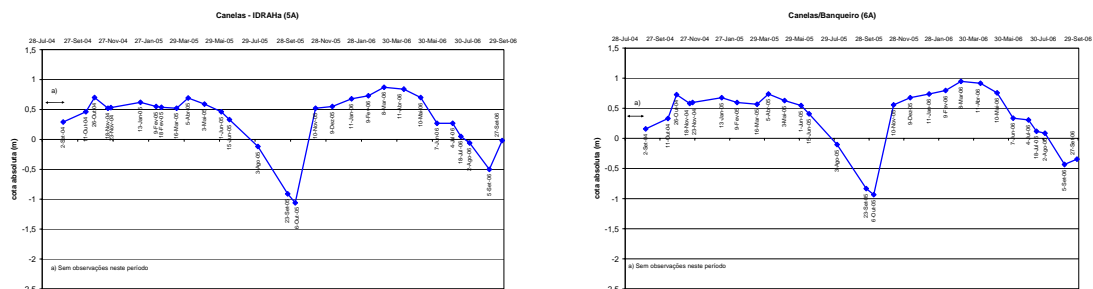


Figura 5 – Observações do nível freático

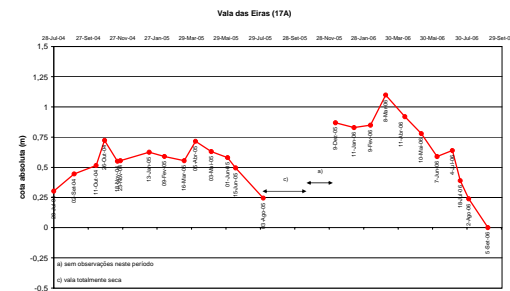
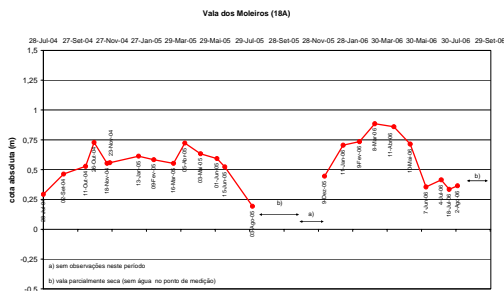


Figura 6 – Observações do nível de água em valas

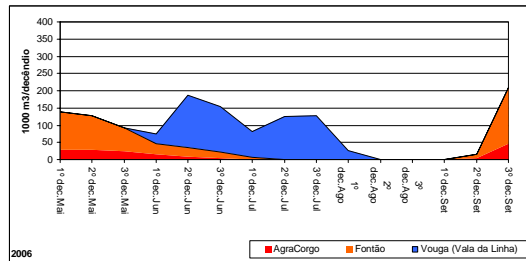
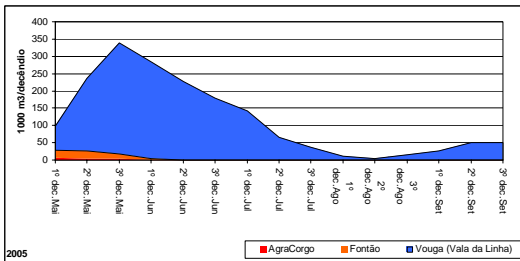


Figura 7 – Observações de afluições

Na Fig. 8 é apresentada a relação entre a recarga necessária (procura de água, calculada pela Eq. 4) e a disponibilidade de água na AR. Os valores de reserva da rede de valas foram obtidos a partir de um estudo de campo sobre a caracterização destas estruturas, quer da tipificação da secção transversal, quer da respectiva distribuição espacial. Os valores de reserva dos aquíferos disponibilizados no estio foram calculados considerando uma proporção em volume de 25% em relação ao decréscimo do nível freático, com base em Rogado (1995).

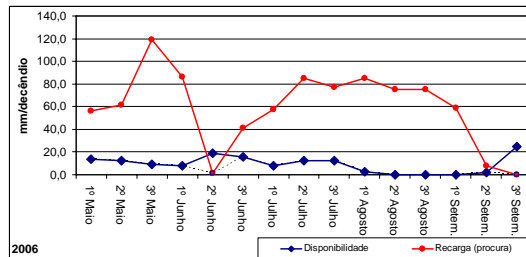
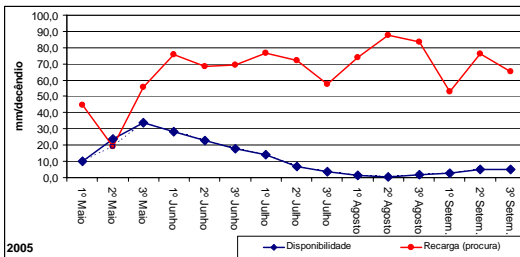


Figura 8 – Disponibilidade (afluições) e recarga necessária

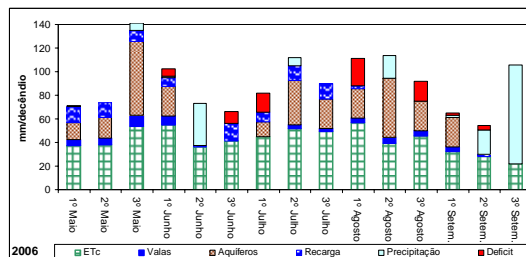
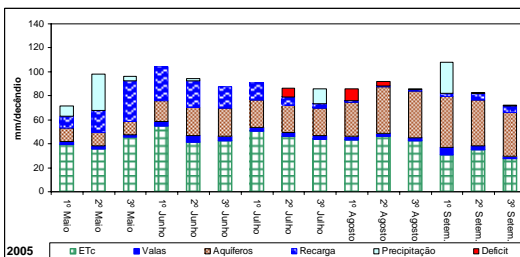


Figura 9 – Balanço hídrico da área de recarga

Na Fig. 9 representam-se os termos decendiais do balanço hídrico, no estio de 2005 e 2006. É de registar a grande importância da derivação do rio Vouga no conjunto das aflúncias, percebendo-se que a ocorrência de períodos de deficit (cf. Eq. 5) em 2006 foi maior do que em 2005, pela redução daquela derivação. O contributo da água subterrânea durante o verão é muito significativo, sendo um elemento marcante e característico deste sistema. É de notar que no ano de 2005, apesar das condições de seca extrema, os danos nas culturas devido a stress hídrico foram mínimos, dado o papel do contributo da água subterrânea ao longo do período de Maio a Setembro.

O modelo de gestão aplicado a uma AR fornece, conforme o exemplificado na Fig. 9, os elementos quantitativos da procura de água e dos níveis de exaurimento das reservas superficiais e subterrâneas, permitindo identificar e prever situações de escassez de água, para a tomada de medidas quer preventivas quer de minimização dos danos. No entanto, a gestão da água no BVL requer que se atenda ao conjunto das AR abastecidas pelas mesmas linhas afluentes. A gestão do sistema determinará a repartição do total disponível pelas várias AR, seguindo os mais adequados critérios de equidade na distribuição das aflúncias pelas várias AR.

4) Conclusões

As principais conclusões obtidas neste estudo são as seguintes:

- (1) Escassez do fornecimento no verão das linhas primárias afluentes no Bloco, nomeadamente o rio Fontão e as ribeiras Agra e Corgo; Importância do abastecimento da derivação do rio Vouga, a qual se depara com a grande precariedade das respectivas estruturas hidráulicas, que não permitem suprir a quantidade e a qualidade de água necessárias.
- (2) Importância do sistema freático no equilíbrio do sistema em período de estiagem, em particular em anos mais secos. É pois essencial conservar a sua qualidade para garantir a máxima eficácia do seu uso nos períodos mais críticos do estio e prevenir a salinização do solo.
- (3) A reserva de água na rede de valas representa um volume relativamente pequeno, sendo a sua principal função a de recarga da reserva freática e controlo da qualidade da água, servindo de tampão à intrusão salina.
- (4) É imperativo estabelecer regras operativas nos períodos de escassez tendo por base o modelo de gestão da água e os indicadores da qualidade da água (em particular a salinidade). As regras devem incluir a optimização da eficácia da rede de distribuição de água, equidade na distribuição da água pelas várias áreas de recarga, redução ao fornecimento de água às culturas, sendo ainda necessário estabelecer quais os sistemas culturais que ficarão sujeitos a esta redução e a respectiva prioridade, não negligenciando os sistemas húmidos de conservação da natureza.

5) Agradecimentos e bibliografia

Os autores expressam um sincero agradecimento ao Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) e à Equipa do Projecto do Baixo Vouga pela confiança depositada e pelo permanente apoio e colaboração prestados.

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. & Smith M., 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrig. Drain. Pap. 56, FAO, Rome, 300p.

Andresen, M. T., J. M. Gonçalves & M. J. Curado, 2002. A gestão integrada da água e do solo como suporte da sustentabilidade da paisagem do Baixo Vouga Lagunar. Actas do III Congresso Ibérico sobre Gestão e Planeamento da Água, FNCA, Sevilha, pp. 660-666.

Andresen, T. et al., 2001. Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga: Bloco do Baixo Vouga Lagunar, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Portugal.

ESAC, 2004. Plano de Monitorização da Água (componente quantitativa) do Baixo Vouga Lagunar.

IHERA, 1996. Princípios e Orientações das Intervenções do MADRP nos Campos do Baixo Vouga Lagunar.

IHERA, 1999. Disponibilidades Hídricas Médias nos Campos do Baixo Vouga Lagunar em Época de Estiagem.

IHERA, 2000. Anteprojecto dos Sistemas Primários de Defesa e Drenagem do Baixo Vouga Lagunar – Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga.

Rogado, N.J., 1995. Solos do Baixo Vouga de origem aluvionar, Série Estudos, Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral, Coimbra.