

ESTUDO DE CASOS DE BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NA AGRICULTURA

AGRICULTURA E AMBIENTE



FICHA TÉCNICA



Título	ESTUDO DE CASOS DE BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NA AGRICULTURA
Autores	Jorge Manuel Agostinho Mariana Pimentel
Editor	© SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação Consultadoria Empresarial e Fomento da Inovação, S.A. Edifício “Les Palaces”, Rua Júlio Dinis, 242, Piso 2 – 208, 4050-318 PORTO Tel.: 226 076 400, Fax: 226 099 164 spiporto@spi.pt; www.spi.pt Porto • 2005 • 1.ª edição
Produção Editorial	Principia, Publicações Universitárias e Científicas Av. Marques Leal, 21, 2.º 2775-495 S. João do Estoril Tel.: 214 678 710; Fax: 214 678 719 principia@principia.pt www.principia.pt
Revisão	Marília Correia de Barros
Projecto Gráfico e Design	Mónica Dias
Paginação	Xis e Érre, Estúdio Gráfico, Lda.
Impressão	SIG – Sociedade Industrial Gráfica, Lda.
ISBN	972-8589-53-0
Depósito Legal	233538/05

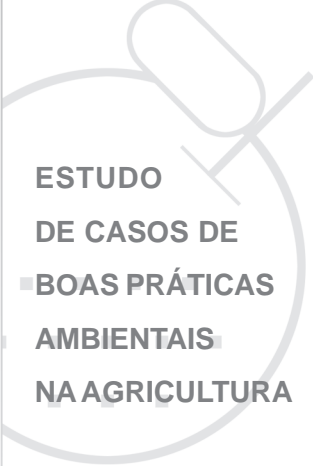
ESTUDO DE CASOS DE BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NA AGRICULTURA

Jorge Manuel Agostinho
Mariana Pimentel

AGRICULTURA E AMBIENTE



Sociedade Portuguesa de Inovação



**ESTUDO
DE CASOS DE
BOAS PRÁTICAS
AMBIENTAIS
NA AGRICULTURA**

A realização de um manual sobre Estudos de Casos de Boas Práticas Ambientais na Agricultura, integrado na Coleção de Materiais Didáticos «Agricultura e Ambiente», surge na perspectiva de se procurar evidenciar e demonstrar a aplicação dos conceitos, das temáticas e das práticas abordadas nos outros manuais da colecção, em situações concretas, através da apresentação de casos de sucesso.

Neste sentido, são apresentados cinco estudos de caso que pretendem descrever de que forma a aplicação de boas práticas contribuiu para a melhoria da *performance* ambiental, e em alguns casos, melhoria da *performance* económica, de uma dada zona ou exploração agrícola. A apresentação de cada um dos casos segue uma estrutura comum que inclui a definição dos objectivos, descrição do enquadramento, descrição da unidade natural ou da exploração agrícola, identificação dos riscos e dificuldades sentidas e caracterização dos benefícios resultantes da aplicação das boas práticas em questão, colmatando com a apresentação de lições e ensinamentos/perspectivas futuras.

Os dois primeiros estudos de caso apresentados abordam a temática da redução da poluição das águas subterrâneas com nitratos, mais especificamente, as águas subterrâneas da Zona Vulnerável n.º 1. Estes estudos surgem no âmbito do desenvolvimento de um projecto Agro, nomeadamente, Projecto Agro 35 – «Aplicação de Práticas Agrícolas para a Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde», durante o qual têm sido desenvolvidos inúmeros estudos experimentais, dos quais se seleccionaram os que aqui são apresentados. O primeiro estudo de caso aborda a temática da redução da poluição das águas com nitratos pela perspectiva do controlo da fertilização azotada, ou seja, pela determinação das quantidades de fertilizante que é adicionado ao solo, em diferentes condições pluviométricas, tipologia de solo, entre outras. Já o segundo estudo de caso apresentado aborda a mesma temática, mas pela perspectiva da optimização da condução da rega como factor importante no controlo da poluição das águas subterrâneas com nitratos.

O terceiro estudo de caso apresentado contou com a íntima colaboração do Doutor Luís Miguel Cortêz Mesquita de Brito da Escola Superior Agrária de Ponte

de Lima (ESAPL) e aborda a problemática da gestão do chorume, nomeadamente, a gestão do chorume proveniente das explorações pecuárias leiteiras com fins agrónomicos e ambientais. Este estudo de caso surge também no âmbito do desenvolvimento de um outro projecto Agro, projecto Agro 794 – «Compostagem da fracção sólida do chorume de explorações pecuárias leiteiras com fins agrónomicos e ambientais» que visa o desenvolvimento de estratégias inovadoras para a valorização e utilização da fracção sólida do chorume proveniente das referidas explorações.

O quarto estudo de caso procura analisar e avaliar a introdução de práticas de protecção integrada em explorações agrícolas. Neste sentido, contando com a colaboração preciosa do Mestre José Raul Rodrigues da ESAPL, apresenta-se, caracteriza-se e avalia-se uma situação concreta de introdução de práticas de protecção integrada numa exploração agrícola com importante tradição na produção de maçã.

O quinto e último estudo de caso apresentado, intitulado «O uso, a conservação do solo e da água em espaços rurais: A bacia do rio Estorãos» pretende dar a conhecer, de forma concisa, uma perspectiva integrada e multidisciplinar do funcionamento e gestão de uma unidade natural com elevada diversidade de condições físicas e de actividades humanas, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Estorãos. Contando com a fundamental colaboração de Mestre Joaquim Mamede Alonso, Dr. Juan Rey Graña, Engenheira Sónia Santos, Mestre Cláudio Paredes e Mestre Jorge Manuel Agostinho, da ESAPL, descreve-se uma abordagem integradora das metodologias de análise relativas às componentes hidrológicas, à qualidade da água, à pressão humana e ao risco de erosão e de incêndio florestal. Por último, avalia-se a definição e a implementação de medidas que visam, de uma forma directa, o ordenamento do espaço e a dinamização de actividades agro-florestais e, de forma indirecta, a conservação da água e do solo, de acordo com os recursos, valores e funções naturais da unidade natural em estudo.

Com a apresentação destes cinco estudos de caso esperamos ter conseguido descrever, de uma forma concisa mas rigorosa, os «como» e os «porquê» associados à implementação de conceitos e práticas de agricultura ambientalmente sustentável, em situações concretas.

JORGE MANUEL AGOSTINHO
MARIANA PIMENTEL

O CONTROLO DA FERTILIZAÇÃO AZOTADA NA ZONA VULNERÁVEL N.º 1

[JORGE MANUEL AGOSTINHO]

A produção intensiva e as características dos solos são condições de vulnerabilidade à poluição com nitratos que evidenciam a importância do controlo das fertilizações azotadas na Zona Vulnerável n.º 1.

O B J E C T I V O S

- Propor um método de fertilização azotada que vise uma maior eficiência do uso do azoto.
- Reduzir a poluição com nitratos de origem agrícola.
- Melhorar a qualidade alimentar dos produtos agrícolas.
- Contribuir para a sensibilização e formação de técnicos e agricultores quanto à adopção de práticas mais racionais de fertilização das culturas.



ENQUADRAMENTO Nas últimas décadas, o sistema de produção intensiva de alimentos tem conduzido à utilização desregrada de adubos e pesticidas e à gestão incorrecta de resíduos orgânicos produzidos nas explorações pecuárias. Conhecendo a importância do azoto no aumento da produtividade

das culturas, os agricultores tendem a incrementar as quantidades de fertilizantes. Em resultado da intensificação da produção animal, a quantidade de resíduos orgânicos, nomeadamente de chorumes e estrumes, tem aumentado muito, criando, aos agricultores, sérios problemas com a sua gestão. Este sistema de agricultura cria riscos para a saúde pública e origina graves problemas ambientais, como a poluição das águas superficiais e subterrâneas.

A ingestão de grandes quantidades de ião nitrato, através da água e dos alimentos, pode dar origem a doenças graves no homem e em animais, caso da metemoglobinemia e do cancro do estômago. A causa destas doenças é provocada pelo ião nitrito resultante da redução do ião nitrato ingerido, reacção esta originada por bactérias do tracto intestinal (Addiscott *et al.*, 1991).

A metemoglobinemia afecta principalmente os bebés com menos de seis meses de idade. A reacção do ião nitrito com a hemoglobina origina a metemoglobina que não possui capacidade de transporte de oxigénio. Quando a proporção daquela substância, no sangue, é elevada, cerca de 45 a 65%, pode ocorrer a morte da criança devido a anoxemia (O'Riordan e Bentham, 1993).

O problema ambiental da eutrofização ocorre quando há um enriquecimento do meio aquático em nutrientes, principalmente de azoto e fósforo. O processo caracteriza-se por um aumento súbito e rápido de pequenas algas. Estas algas consomem o oxigénio, alteram algumas das propriedades da água, como a temperatura e a transparência e podem produzir substâncias tóxicas, pondo em causa a sobrevivência de muitas espécies do ecossistema.

A Europa tem manifestado grande preocupação com a problemática dos nitratos, o que levou à aprovação de legislação sobre a matéria: Directiva 80/788 sobre a Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano (CEE, 1980) e a Directiva 91/676, conhecida como Directiva Nitratos (CE, 1991).

A Directiva 80/788 dá orientações para a criação de legislação nacional sobre a qualidade da água para consumo humano, referindo os valores da Concentração Máxima Admissível para todos os sistemas públicos de abastecimento, ou seja, 50 mg L⁻¹ de ião nitrato, 0,1 mg L⁻¹ de ião nitrito e 0,5 mg L⁻¹ de amoníaco.

A Directiva Nitratos transposta para o direito nacional, através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, visa reduzir a poluição das águas causada ou induzida por nitratos de origem agrícola e determina a identificação de zonas vulneráveis e respectivos programas de acção.

Através da Portaria n.º 1037/97, de 1 de Outubro, é criada a Zona Vulnerável n.º 1 (ZV1), constituída pela área de protecção do aquífero livre entre Esposende e Vila do Conde. A Portaria n.º 546/98, de 18 de Agosto determina o Programa de Acção para esta zona, no qual se limita as épocas de aplicação de produtos azotados, determina as quantidades máximas de azoto, refere a necessidade de executar planos e balanços de fertilização

e prevê um plano de monitorização. Durante a execução deste Programa, constatou-se que as medidas impostas eram insuficientes ou careciam de clarificação e daí a aprovação de um novo Programa de Acção, através da Portaria n.º 556/2003, de 12 de Julho.

Em 2001, como forma de obter novas soluções para o problema, diversas entidades com intervenção na ZV1, candidataram-se ao Programa Agro do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MADRP) com um projecto denominado *Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde*, o qual foi aprovado no âmbito da Acção 8.1 – Desenvolvimento Experimental e Demonstração.

As entidades participantes, neste projecto Agro 35, são a ESAPL, cabendo-lhe o papel da coordenação, a Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho (DRAEDM), o Instituto para o Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRH), o Instituto Superior de Agronomia (ISA), a Cooperativa Agrícola de Esposende e a Associação dos Agricultores da Póvoa de Varzim (HORPOZIM).

Os objectivos desse projecto visam a aplicação de práticas de fertilização e de rega que melhor se adaptem à ZV1, a avaliação económica, funcional e social dessas técnicas, o incentivo à participação dos agricultores e técnicos e a identificação de mecanismos e de directrizes necessárias para a implementação de um plano de monitorização de nitratos.

Em termos estruturais, este estudo de caso apresenta, em primeiro lugar, a caracterização geral da ZV1, propõe uma metodologia para o cálculo da fertilização azotada e, por último, desenvolve um exemplo de aplicação.

DESCRIÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DA ZONA VULNERÁVEL N.º 1

A ZV1 do aquífero livre de Esposende e Vila do Conde, com 55,2 km², está inserida no litoral norte de Portugal, entre os rios Cávado e Ave, a IC1 e a orla costeira. Caracteriza-se por apresentar um sistema de produção de alimentos baseado na horticultura e pecuária intensivas. Nesta zona encontram-se dois sistemas agrários distintos: nos depósitos dunares, com o domínio de solos do tipo *Arenossolo háplico*, pratica-se uma horticultura intensiva de ar livre e em estufa assente num sistema agrícola muito característico denominado por *campos em masseira*¹ (figura 1); mais para o interior, em solos do tipo *Regossolo* e *Cambissolo*, a pecuária é a actividade dominante.

Devido à proximidade do Atlântico, o clima apresenta invernos suaves e amplitudes térmicas pouco acentuadas. Os valores anuais da temperatu-

ra média do ar variam entre os 9,4° C, em Janeiro e os 19,4° C, em Julho. A temperatura média anual é de 14,3° C.

A precipitação na região é abundante, com uma média anual de 1516 mm. Verifica-se uma concentração da precipitação no semestre de Outubro a Março, que recebe cerca de 72% do total da precipitação.



Figura 1.1 • Campo em *masseira* na ZV1

Fonte • Projecto Agro 35

METODOLOGIA PARA A FERTILIZAÇÃO AZOTADA NA ZV1

A metodologia que se propõe baseia-se na equação do balanço de azoto do solo (EBAS) (MADRP, 1997) e visa uma maior eficiência do azoto, na ZV1.

EQUAÇÃO DO BALANÇO DE AZOTO DO SOLO

Considerando o ião nitrato como a forma de azoto com maior potencial de lixiviação e que o risco de poluição é proporcional ao seu teor no solo, procedeu-se à adaptação da EBAS tendo em vista a problemática da ZV1 [1].

$$F = N - (S_1 + S_2 + A_1 + A_2 + B + R) + (I + P + L + Sf) \quad [1]$$

O significado de cada uma das componentes da equação, expressas em kg.ha⁻¹, é o seguinte:

- F: azoto a fornecer através da fertilização;

- N: necessidades da cultura em azoto para um determinado nível de produção;
- S_1 : azoto resultante da mineralização da matéria orgânica (húmus) do solo;
- S_2 : azoto disponível no solo (azoto mineral);
- A_1 : azoto fornecido através da água da chuva;
- A_2 : azoto fornecido através da água de rega;
- B: azoto fixado biologicamente sobretudo através da simbiose *Rizó-bio-Leguminosa*;
- R: azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes;
- I: azoto imobilizado pelos microrganismos do solo;
- P: perdas de azoto por volatilização e desnitrificação;
- L: perdas de azoto por lavagem nas águas de escoamento e de percolação;
- Sf: azoto mineral residual à data da colheita.

NECESSIDADES DE AZOTO

As necessidades de azoto de uma dada cultura (componente N) são dadas a partir das «curvas de extracção potencial de azoto». Foram definidas curvas para as principais culturas da ZV1, em que a figura 1.2 mostra o exemplo da cebola. O processo baseou-se na colheita de plantas ao longo do ciclo cultural e posterior medição, em laboratório, da quantidade de azoto extraído. A colheita das plantas foi realizada em condições climáticas médias e com níveis de fertilização que não excederam as máximas quantidades recomendadas para a ZV1 (Portaria 556/2003).

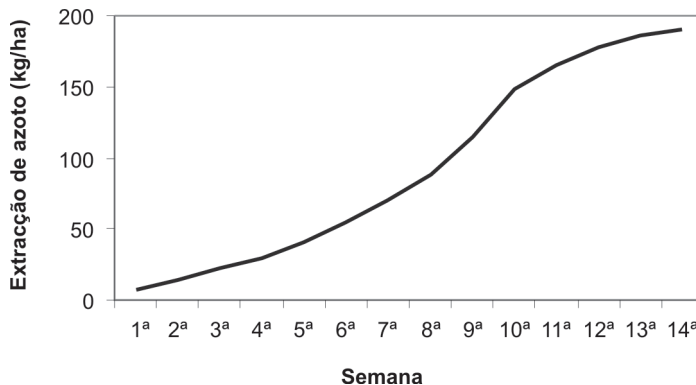


Figura 1.2 • Curva de extracção potencial de azoto da cebola-branca obtida na ZV1

A utilização das curvas de extracção de azoto permite uma maior eficiência do azoto dado que as fertilizações vão-se realizando, de forma fraccionada, em função das necessidades da cultura, minimizando o risco de lixiviação.

MARGEM DE SEGURANÇA

Para além das necessidades de azoto propriamente ditas (N), a maioria das culturas necessitam de uma quantidade adicional de azoto no solo, para obtenção de produções óptimas. Esta quantidade adicional de azoto no solo está relacionada com a eficiência de extracção de azoto (EEA) ou taxa de recuperação de azoto do solo (Fink e Scharpf, 2000). A EEA está dependente da inter-relação dos factores que determinam a lixiviação de azoto: sistema radicular, natureza química do adubo, regime pluviométrico e condutividade hidráulica do solo. No caso de culturas com sistema radicular mais superficial e em solos de grande condutividade hidráulica, caso dos *Arenossolos háplicos*, a EEA tem tendência a revelar-se baixa. Pelo contrário, culturas com sistema radicular mais profundo e em solos de menor condutividade hidráulica, caso dos *Cambissolos* ou *Regossolos*, apresentam EEA maiores.

As maiores causas de incerteza no cálculo da fertilização azotada, através de modelos matemáticos, relacionam-se com a taxa de recuperação do azoto e com a mineralização líquida da matéria orgânica do solo (Fink e Scharpf, 2000). Apesar desta variabilidade, alguns dos sistemas empíricos utilizados para a recomendação da fertilização azotada, como o Well-N (Rahn *et al.*, 1996), N-Expert (Fink e Scharpf, 1993) e KNS-System (Lorenz *et al.*, 1989) utilizam submodelos matemáticos para estimarem aqueles parâmetros. Considerando a pouca fiabilidade dos resultados obtidos, Fink e Scharpf (2000), introduzem, no seu modelo de regressão, o conceito de *margem de segurança* (MS).

Este conceito pode, no entanto, ser utilizado numa óptica de *efeito-tampão*: no caso da precipitação tomar valores acima do normal, induzindo à ocorrência de maiores níveis de lixiviação, a MS deve garantir que as necessidades de azoto (N), face à produção esperada, sejam minimamente afectadas; no caso da precipitação apresentar valores abaixo do normal, reduzindo os níveis de lixiviação, da MS aplicada resultará uma quantidade de azoto residual no solo. Assim, a MS passa a considerar as perdas de azoto por lavagem nas águas de escoamento e de percolação (componente L) e o azoto residual do solo (Sf), à data da colheita, de acordo com a expressão [2].

$$MS = L + Sf \quad [2]$$

A aplicação do conceito de MS, na ZV1, é um problema difícil de resolver uma vez que a produção deve estar condicionada à máxima eficiência do uso do azoto. O maior fraccionamento do azoto das fertilizações, em função da «curva de extracção potencial», aumenta a eficiência de uso daquele elemento porque reduz as perdas por escoamento e percolação (componente L) e o azoto residual do solo (componente Sf).

A componente L depende das características hidrodinâmicas dos solos e dos volumes de água resultantes de precipitação e da rega. Se atendermos à natureza aleatória da precipitação e à falta de métodos de mediação directos e expeditos, a sua quantificação levanta grandes problemas. É fundamental haver investigação que permita definir critérios rigorosos de avaliação desta componente.

Considerando os sistemas culturais na ZV1, a abordagem do problema fez-se por atribuição de estimativas para a componente L:

- i) Em culturas de Outono-Inverno, ao ar livre, as perdas de azoto por lixiviação do solo são consideradas importantes devido aos valores de precipitação elevados e à grande permeabilidade dos solos. Considerou-se, neste caso, que 1/3 do azoto disponibilizado pela mineralização da matéria orgânica (S_1), pelo solo (S_2), pelas deposições atmosféricas (A_1), pela água de rega (A_2) e pelos adubos aplicados (F), é perdido por lixiviação;
- ii) Em culturas de Primavera-Verão, em *Arenossolos*, as perdas de azoto por lixiviação têm menor significado devido à redução dos valores normais de precipitação. Admite-se, neste caso, que cerca de 10% do azoto disponibilizado pelas diferentes formas, é perdido por lixiviação. No caso do milho-forragem, estimam-se que as perdas de azoto sejam ainda menores devido à menor condutividade hidráulica dos solos (*Cam-bissolos* ou *Regossolos*) e consideram-se perdas da ordem dos 5%;
- iii) Em culturas protegidas (estufas), as perdas de azoto por lixiviação são consideradas mínimas (5%), desde que a condução da rega seja realizada de modo adequado.

O teor de azoto mineral residual (Sf), à data da colheita, deve ser o mínimo possível para não constituir um risco de poluição, caso o solo não venha a ser cultivado. À instalação de uma nova cultura, o azoto residual deve ser quantificado, a partir da colheita de amostras de solo. Este azoto corresponderá à componente S_2 da equação [1] – azoto disponível no solo.

O azoto correspondente à MS pode não ser aplicado na totalidade à data da instalação da cultura quando a EEA é muito baixa, devido ao fraco desenvolvimento do sistema radicular e quando se preveja a ocorrência de fortes chuvadas. Daí resulta a importância de haver uma aferição dos níveis de azoto ao longo do ciclo cultural para eventuais correcções que venham a ser necessárias efectuar.

Considerando a componente MS, a EBAS passa, então, a ter a seguinte forma [3]:

$$F = N + MS - (S_1 + S_2 + A_1 + A_2 + B + R) + (I + P) \quad [3]$$

MINERALIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

A mineralização da matéria orgânica do solo é um parâmetro de grande variabilidade, uma vez que depende de muitos factores como a razão C/N, a textura, a temperatura e humidade do solo. Métodos como o *Well-N*, *N-Expert* e *KNS-System*, que recorrem a submodelos matemáticos, continuam a evidenciar pouca fiabilidade para a avaliação deste parâmetro (Fink e Scharpf, 2000). Não havendo um método rigoroso para a determinação da componente S_1 , optou-se por valores estimados. De acordo com MADRP (1997), a quantidade de azoto resultante da mineralização da matéria orgânica estável do solo, considerando um valor médio de 12 para a C/N e uma taxa de mineralização variando entre 2 e 3%, conforme as características do solo e as condições climáticas médias prevalentes em Portugal, será, anualmente, de 30 a 45 kg por hectare e por unidade percentual de matéria orgânica da camada arável em solos de textura fina ou de textura ligeira, respectivamente. No caso das *masseiras* da ZV1, onde predominam os *Arenossolos*, considerou-se o valor de 45 kg N.ha⁻¹.ano⁻¹. Para os solos onde se pratica a rotação milho forragem e azevém, caso dos *Cambissolos* e *Regossolos*, considerou-se o valor de 30 kg N.ha⁻¹.ano⁻¹. Apesar dos valores considerados serem aceitáveis, há necessidade de haver mais experimentação para validar uma metodologia mais rigorosa.

AZOTO DISPONÍVEL NO SOLO

O azoto disponível no solo (componente S_2) corresponde ao azoto residual (Sf) da MS. Actualmente, alguns métodos baseiam-se na medição do azoto mineral existente na camada de enraizamento, antes da instalação da cultura. Tais métodos são denominados de *Nmin* e *KNS* (Tremblay *et al.*, 2001). No primeiro caso, o valor do azoto mineral do solo é deduzido ao valor total de azoto que é necessário proporcionar à cultura para se obter a produção óptima. O método *KNS* consiste numa modificação do método *Nmin*, onde o azoto mineral do solo é estimado ao longo das diferentes fases culturais. Este método conjuga o planeamento da fertilização, a partir do balanço de azoto, com medições, em tempo real do azoto mineral do solo.

No caso da ZV1, adoptou-se por uma metodologia que atende a dois níveis de eficiência: *i) nível de eficiência 1*, baseado numa única medição do

azoto disponível no solo, antes da instalação da cultura; *ii) nível de eficiência 2*, baseado em mais medições do azoto disponível, ao longo do ciclo cultural. O número de medições do nível 2, está dependente dos meios técnicos e do equipamento disponível na região.

A avaliação do azoto disponível (S_2) é realizada a partir da colheita de uma amostra de solo representativa da camada de enraizamento, com uma sonda de meia-cana e medição do azoto nítrico através de um método expedito: eléctrodo de ião específico ou fotométrico.

AZOTO DA ÁGUA DA CHUVA

A quantidade de azoto incorporada ao solo através da água da chuva (componente A_1) foi avaliada na ZV1 durante um ano. O azoto nítrico acumulado, durante aquele período foi de 7,78 kg ha⁻¹. Para efeitos de cálculo, considera-se o valor de 8 kg N.ha⁻¹.ano⁻¹. De acordo com MADRP (1997), o azoto fornecido ao solo através das poeiras e das chuvas é estimado em 5 a 10 kg, por ano, quantidade esta que poderá aumentar de forma significativa em áreas de pecuária intensiva ou com determinados tipos de indústria.

AZOTO DA ÁGUA DE REGA

O azoto fornecido através da água de rega (A_2) é quantificado a partir da estimativa das necessidades de rega, nos períodos entre adubações, e da medição do teor de nitratos existente na água.

As necessidades de rega (NR) estimam-se através do balanço hídrico do solo simplificado [4] entre as necessidades hídricas da cultura (ETc) (Doorenbos e Pruitt, 1977) e a precipitação média que ocorre na zona (P). As necessidades hídricas da cultura [5], são estimadas com base na evapotranspiração de referência (ET_0)², e nos coeficientes culturais (Kc). A precipitação provável baseia-se numa série (1952-1982) de valores decendiais referente a Viana do Castelo.

$$NR = ETc - P \quad [4]$$

$$ETc = ET_0 \cdot Kc \quad [5]$$

Os valores médios de ET_0 , para a ZV1, foram determinados através do modelo EVAPOT (Teixeira, 1994) que utiliza a fórmula de Penman-Montheith (Allen *et al.*, 1994 b). Considerou-se a série (1952-1982) de parâmetros meteorológicos de Viana do Castelo.

O método utilizado para a medição do teor de nitrato, na água de rega, é o do eléctrodo de ião específico.

AZOTO FIXADO BIOLOGICAMENTE PELO SOLO

A componente B, respeitante ao azoto fixado biologicamente pelo solo, só tem significado no caso de culturas leguminosas (feijão, fava, ervilha, etc.). Estas culturas têm uma representação muito baixa na ZV1. Sendo assim, a componente B, em termos práticos, pode tomar valor nulo.

AZOTO RESULTANTE DOS RESÍDUOS DE CULTURA

O conhecimento do azoto resultante dos resíduos deixados pelas culturas precedentes (componente R) é um factor importante nas recomendações de fertilização. Na ZV1, em culturas de estufa, não é pratica corrente a incorporação ao solo dos resíduos das culturas, por motivos fitossanitários. Sendo assim, a componente R para este sistema cultural resulta praticamente nula. No caso das culturas hortícolas de ar livre e no milho-forragem, o azoto resultante da incorporação dos resíduos tem algum significado.

Para a ZV1, a determinação da componente R é feita com base no azoto potencial resultante da mineralização das culturas (N_{pot}) (Scharpf, 1991) e numa taxa média de mineralização líquida anual de 70%.

AZOTO IMOBILIZADO PELOS MICRORGANISMOS DO SOLO

O valor da componente I depende da natureza do material orgânico incorporado ao solo. Normalmente, a imobilização ocorre no caso de materiais orgânicos com razão C/N superior a 20 (LVG Hannover-Ahlem, citado por Tremblay *et al.*, 2001; MADRP, 1997). Com razões C/N inferiores àquele valor ocorre o efeito inverso, ou seja, mineralização líquida de azoto. No caso das culturas hortícolas da ZV1, a imobilização de azoto pode ocorrer no caso de incorporação de estrumes ou sargaços. A incorporação de sargaços tem, actualmente, uma expressão cada vez mais reduzida.

Segundo MADRP (1997), os estrumes de bovino, misturados com matos, apresentam razões C/N altos (18 a 25), muitas vezes superiores a 30. Neste caso, a sua incorporação ao solo pode induzir à imobilização temporária de azoto. Os estrumes de aves, normalmente com baixas razões C/N (7 a 9), não originam condições para a imobilização de azoto no solo.

Na rotação forrageira da ZV1, é prática corrente a incorporação de chorume de bovino em dois períodos distintos: antes da instalação do milho forragem, na Primavera e antes da instalação do azevém, no Outono. O chorume utilizado apresenta, normalmente, baixas razões C/N (10 a 15) não induzindo à imobilização de azoto no solo.

PERDAS DE AZOTO POR DESNITRIFICAÇÃO E VOLATILIZAÇÃO

As perdas de azoto por desnitrificação podem ser significativas no caso de fraco arejamento do solo. Esta situação pode ocorrer com o teor de humidade do solo acima da capacidade de campo, por períodos prolongados.

Nas hortícolas das *masseiras*, com a subida do nível freático para a camada de enraizamento e no azevém, com o solo muitas vezes saturado, as perdas de azoto por desnitrificação podem ter algum significado.

De acordo com MADRP (1997), estimam-se que as perdas de azoto por desnitrificação, num solo normal, atinjam valores de 10 a 15% do azoto nítrico que anualmente é produzido pela mineralização da matéria orgânica do solo e do que nele é incorporado sob a forma de adubos químicos. No caso da ZV1, considerou-se um valor de 10% de perdas de azoto por desnitrificação.

A perda de azoto para a atmosfera por volatilização pode ocorrer com a aplicação de fertilizantes que contenham azoto amoniacal ou de ureia. No caso das culturas forrageiras, a prática corrente do espalhamento superficial do chorume de bovino pode conduzir a perdas importantes de azoto por volatilização. Por isso, preconiza-se o seu enterramento o mais rápido possível.

EQUAÇÕES DO BALANÇO DE AZOTO DO SOLO ADAPTADAS AOS SISTEMAS CULTURAIS DOMINANTES NA ZV1

Os sistemas culturais dominantes na ZV1 mostram-se no quadro 1.1. Para cada um desses sistemas culturais obteve-se uma *equação de fertilização azotada* (EFA). A obtenção de cada equação foi realizada numa óptica de engenharia com eliminação, em termos práticos, das componentes de peso pouco relevante (figura 1.3).

A	Culturas hortícolas de ar livre em época de Primavera-Verão e sem incorporação de resíduos de cultura
B	Culturas hortícolas de ar livre em época de Primavera-Verão e com incorporação de resíduos de cultura
C	Culturas hortícolas de ar livre em época de Outono-Inverno e sem incorporação de resíduos de cultura
D	Culturas hortícolas de ar livre em época de Outono-Inverno e com incorporação de resíduos de cultura
E	Culturas hortícolas em estufa
F	Milho forragem
G	Azevém

Quadro 1.1 • Sistemas culturais dominantes na ZV1

Sistema cultural A	B = 0; R = 0; I = 0; P = 0	$F = N + MS - (S1 + S2 + A1 + A1 + A2)$
$F = N / 0,9 - [(0,123 \times \%MO \times D) + (4,2 \text{ Ndisp}) + (0,02 \text{ D}) + (0,00226 \times T \times V)]$		
Sistema cultural B	B = 0; I = 0; P = 0	$F = N + MS - (S1 + S2 + A1 + A1 + A2 + R)$
$F = N / 0,9 - [(0,123 \times \%MO \times D) + (4,2 \text{ Ndisp}) + (0,02 \text{ D}) + (0,00226 \times T \times V) + (\text{Npot} \times 0,0019 \times D)]$		
Sistema cultural C	B = 0; R = 0; I = 0	$F = N + MS - (S1 + S2 + A1 + A1 + A2) + P$
$F = N / 0,57 - [(0,122 \times \%MO \times D) + (4,175 \text{ Ndisp}) + (0,0256 \text{ D}) + (0,00263 \times T \times V)]$		
Sistema cultural D	B = 0; I = 0	$F = N + MS - (S1 + S2 + A1 + A1 + A2 + R) + P$
$F = N / 0,57 - [(0,122 \times \%MO \times D) + (4,175 \text{ Ndisp}) + (0,0256 \text{ D}) + (0,00263 \times T \times V) + (\text{Npot} \times 0,0023 \times D)]$		
Sistema cultural E	A1 = 0; B = 0; R = 0; I = 0; P = 0; MS = 0,05 N	$F = N + MS - (S1 + S2 + A2)$
Raízes até 30 cm	$F = 1,05 \text{ N} - [(0,122 \times \%MO \times D) + (4,2 \text{ Ndisp}) + (0,00226 \times T \times V)]$	
Raízes até 60 cm	$F = 1,05 \text{ N} - [(0,122 \times \%MO \times D) + (8,4 \text{ Ndisp}) + (0,00226 \times T \times V)]$	
Sistema cultural F	B = 0; R = 0; I = 0; P = 0	$F = N + MS - (S1 + S2 + A1 + A1 + A2)$
$F = N / 0,95 - [(0,082 \times \%MO \times D) + (8,22 \text{ Ndisp}) + (0,0219 \text{ D}) + (0,00226 \times T \times V)]$		
Sistema cultural G	A2 = 0; B = 0; I = 0;	$F = N + MS - (S1 + S2 + A1 + A1 + R) + P$
$F = N / 0,57 - [(0,082 \times \%MO \times D) + (4,09 \text{ Ndisp}) + (0,0256 \text{ D}) + (\text{Npot} \times 0,0023 \times D)]$		

Figura 1.3 • Equações de fertilização azotada para os sistemas culturais da ZV1

CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA

A exploração agrícola, designada por Campo do Colmão, situa-se numa *masseira* da Freguesia da Aguçadoura, Concelho da Póvoa de Varzim. O agricultor, Sr. Manuel Flores, é membro da HORPOZIM, sediada na Aguçadoura.

A cultura instalada foi a cebola-branca, ao ar livre, em 30 de Março de 2002 e com uma densidade de plantação de 55 plantas.m⁻².

O delineamento experimental (quadro 1.2) baseou-se em duas modalidades de fertilização: modalidade LC-LM, com aplicação de adubos de libertação controlada de azoto (LC) e com a condição do valor total de azoto aplicado, através das fertilizações, não exceder o limite máximo (LM) indicado pelo Programa de Acção; modalidade AT, que serviu de testemunha, onde se deu total liberdade ao agricultor para aplicar a adubação tradicional, ou seja, não houve limitações às quantidades de azoto nem ao tipo de fertilizante a utilizar.

A condução da rega foi a mesma em ambas as modalidades. A metodologia utilizada baseou-se no seguinte: a oportunidade de rega foi determinada

através do cálculo do esgotamento da reserva de água do solo facilmente utilizável (ERFU); o volume de rega correspondia à reserva de água facilmente utilizável (RFU), dependente da profundidade radicular. A explicação detalhada desta metodologia mostra-se no Estudo de Caso n.º 2.

Cada talhão experimental teve uma área de 15,6 m² (6m x 2,6m). Cada modalidade de fertilização teve três repetições. A área total foi 93,6 m².

MODALIDADE EXPERIMENTAL	ADUBAÇÃO DE FUNDO		ADUBAÇÕES DE COBERTURA		CONDUÇÃO E PROGRAMAÇÃO DA REGA
	Fertilizante utilizado	Quantidade aplicada	Adubo utilizado	Quantificação do azoto	
LC - LM	Estrume de bovino	À vontade do agricultor	LC	EFA - LM	ERFU e RFU
AT	Estrume de bovino e adubo		AT	À vontade do agricultor	ERFU e RFU

Quadro 1.2 • Modalidades experimentais e metodologias aplicadas no ensaio de cebola

As *necessidades da cultura em azoto* (N) foram determinadas de acordo com a metodologia preconizada pelo LQARS (2000) dado que, na altura, não havia ainda sido determinada a «curva de extracção de azoto» para esta cultura (figura 1.2). A metodologia do LQARS (2000) baseia-se na eleição de um nível de fertilidade em resultado dos teores de nutrientes medidos, por amostra de solo, antes da instalação da cultura. Considerando a produção de referência de 40 t.ha⁻¹ (LQARS, 2000), as recomendações de fertilização e o plano estabelecido mostram-se nos quadros 1.3 e 1.4.

AZOTO (Kg.ha ⁻¹)	FÓSFORO (NÍVEL 5) (Kg.ha ⁻¹)	POTÁSSIO (NÍVEL 5) (Kg.ha ⁻¹)
140	60	60

Quadro 1.3 • Fertilização recomendada para a cebola com base na produção de referência

MODALIDADE	ADUBAÇÃO DE FUNDO	1.ª ADUBAÇÃO DE COBERTURA	1.ª ADUBAÇÃO DE COBERTURA	TOTAL
LC - LM	26	40	74	140

Quadro 1.4 • Plano de necessidades de azoto (kg N.ha-1) na modalidade LC-LM.

A adubação de fundo foi efectuada em 29 de Março de 2002. Na modalidade LC-LM aplicou-se apenas estrume de bovino. Na modalidade AT,

o agricultor aplicou estrume de bovino e um adubo mineral tradicional. No quadro 1.7, mostram-se as quantidades aplicadas e os tipos de fertilizantes utilizados.

As adubações de cobertura, na modalidade LC-LM, foram efectuadas com base na EFA modificada para culturas hortícolas de Primavera-Verão, sem incorporação de resíduos de cultura – sistema cultural A (quadro 1.1; figura 1.3).

$$F = N / 0,9 - [(0,123 \times \%MO \times D) + (4,2 \times N_{disp}) + (0,02 \times D) + (0,00226 \times T \times V)] \quad [6]$$

1.ª Adubação de cobertura

Os valores dos parâmetros utilizados na EFA [6] foram os seguintes:

- Necessidades da cultura em azoto (N): 40 kg.ha⁻¹ (quadro 1.4);
- Matéria orgânica do solo (MO): 2,3%;
- Período de tempo entre adubações (D): 30 dias;
- Duração prevista do ciclo cultural (C): 100 dias;
- Teor de N-NO₃⁻ (N_{disp}) no solo: 10 mg.kg⁻¹;
- Teor médio de NO₃⁻ na água de rega (T): 105 mg.L⁻¹.

A estimativa das necessidades de rega (NR) foi determinada de acordo com o quadro 1.5. O cálculo de cada uma das componentes do balanço hídrico do solo mostra-se, com maior detalhe, no Estudo de Caso n.º 2.

Aplicando a expressão [6], a quantidade de azoto calculada (F) para a 1.ª adubação de cobertura, na modalidade LC-LM, foi de 21,05 kg N.ha⁻¹.

Na modalidade AT, a quantidade de azoto aplicada, deixada ao critério do agricultor, foi de 83,34 kg N.ha⁻¹ (quadro 1.7)

SEMANA	PERÍODO	ET _o (mm/dia)	Kc	ET _c (mm/dia)	ET _c (mm/semana)	Pp (mm)	NR (mm)
6	03 a 09/05	4,6	0,66	3,04	21,25	17,7	3,54
7	10 a 16/05	4,6	0,74	3,40	23,83	24,1	0,00
8	17 a 23/05	4,6	0,81	3,73	26,08	25,4	0,67
9	24 a 30/05	4,6	0,89	4,09	28,66	25,7	2,97
						Soma	7,18

Quadro 1.5 • Estimativa do volume de rega a aplicar entre a 1.ª e a 2.ª adubação de cobertura
ET_o – evapotranspiração de referência; Kc – coeficiente cultural; ET_c – evapotranspiração da cultura; Pp – precipitação provável; NR – necessidades de rega prováveis

2.ª Adubação de cobertura

Na modalidade LC-LM, os parâmetros utilizados na expressão [6] foram os seguintes:

- Necessidades em azoto (N): 74 kg.ha⁻¹ (quadro 1.4);
- Número de dias até à colheita (D): 40 dias;
- Teor de N disponível no solo (N_{disp}), medido através de análise de solo: 5 mg.kg⁻¹.

O volume de rega provável (V) foi estimado de acordo com o quadro 1.6. Os teores de MO do solo e de NO₃⁻, na água de rega mantiveram-se os mesmos.

Por aplicação da expressão [6], a quantidade de azoto calculada (F) para a 2.ª adubação de cobertura foi de 39,23 kg N.ha⁻¹.

Na modalidade AT, o agricultor aplicou as mesmas quantidades de azoto que na 1.ª adubação de cobertura (83,34 kg N.ha⁻¹).

O tipo de fertilizantes e as quantidades efectivamente aplicadas mostraram-se através do quadro 1.7.

SEMANA	PERÍODO	ET _o (mm/dia)	K _c	ET _c (mm/dia)	ET _c (mm/semana)	P _p (mm)	NR (mm)
10	31/05 a 06/06	5,3	0,93	4,93	34,50	18,4	16,1
11	07 a 13/06	5,3	0,92	4,88	34,13	15,3	18,8
12	14 a 20/06	5,3	0,9	4,77	33,39	12,9	20,5
13	21 a 27/06	5,3	0,83	4,40	30,79	10,2	20,6
14	28/06 a 04/07	5,35	0,75	4,01	28,09	9,51	18,6
						Soma	94,7

Quadro 1.6 • Estimativa do volume de rega a aplicar entre a 2.ª adubação de cobertura e a colheita.

MODALIDADE	ADUBAÇÃO	DATA	FERTILIZANTE		N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	N _{tot}
			Tipo	Quantidade			
LC - LM	Fundo	29-Mar	Estrume bovino	10256	-	-	25,64
	1.ª AC	3-Mai	TOP 15	141,02	9,59	11,56	21,15
	2.ª AC	3-Jun	TOP 15	264,23	17,97	21,67	39,64
Total					27,56	33,23	86,43
AT	Fundo	29-Mar	Estrume bovino	10256	-	-	25,64
	Fundo	29-Mar	Foskamónio (13:13:21)	833,3	-	108,3	108,3
	1.ª AC	3-Mai	Nitrolusal (26%)	320,5	41,67	41,67	83,34
	2.ª AC	3-Jun	Nitrolusal (26%)	320,5	41,67	41,67	83,34
Total					83,34	191,64	300,62

Quadro 1.7 • Datas e quantidades de azoto (kg.ha⁻¹) aplicadas no ensaio da cebola.

A colheita foi efectuada em 20 de Julho de 2002. Os resultados da produção obtida, em cada modalidade de fertilização, mostram-se no quadro 1.8.

MODALIDADE	PRODUÇÃO MÉDIA (t.ha ⁻¹)	CALIBRE MÉDIO (mm)
LC - LM	64,4	65,04
AT	75,2	62,88

Quadro 1.8 • Produção de matéria fresca e calibre médio obtidos no ensaio de cebola

A figura 1.4 compara o seguinte:

- i) as quantidades de azoto aplicadas entre as modalidades de fertilização AT e LC-LM com o máximo permitido no Programa de Acção (MP) (120 kg N.ha⁻¹) e a quantidade recomendada (QR) por LQARS (2000) (140 kg N.ha⁻¹);
- ii) as produções de matéria fresca obtidas e a produção de referência (PR) (40 t.ha⁻¹).

Os resultados obtidos evidenciam o seguinte:

- a) Os ganhos de produção de 14,3% (figura 1.4b), na modalidade AT, foram conseguidos à custa de um acréscimo de 247,8% de azoto em relação à modalidade LC-LM (figura 1.4a);
- b) A adubação tradicional (AT), realizada pelo agricultor, excedeu em 150,5% o MP e em 114,7%, a QR (figura 1.4a);
- c) A recomendação de fertilização com base na nova metodologia da EFA conseguiu uma redução de azoto de 28%, em relação a MP e de 38%, em relação a QR (figura 1.4a).

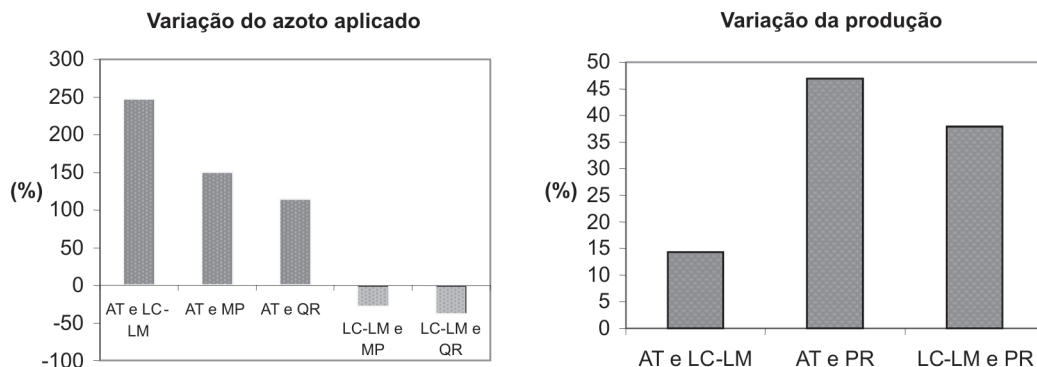


Figura 1.4 • Variação do azoto aplicado (a) e da produção de matéria fresca (b) no ensaio de cebola branca, em 2002

A metodologia adoptada para avaliação do azoto no solo baseou-se na colheita semanal de amostras nas camadas de enraizamento (camada 1: 0,0-0,30 m) e abaixo da raiz (camada 2: 0,30-0,45 m) e posterior medição, em laboratório, do azoto nítrico e amoniacal. A avaliação dos fluxos de azoto foi realizada com recurso ao modelo RZWQM 98 (Ahuja *et al.*, 1999), depois de devidamente calibrado para a ZV1.

Os resultados do modelo RZWQM (figura 1.5), revelam o seguinte:

- i) Os fluxos de lixiviação ocorreram em resultado da precipitação (50 mm, de 3 a 10 de Abril e 90 mm, de 13 a 25 de Maio) e não da rega (13 de Junho a 1 de Julho);
- ii) O fluxo de nitrato (NO_3^-) lixiviado (camada de solo abaixo da raiz), na modalidade AT, foi 3,35 vezes superior ao da modalidade LC-LM.

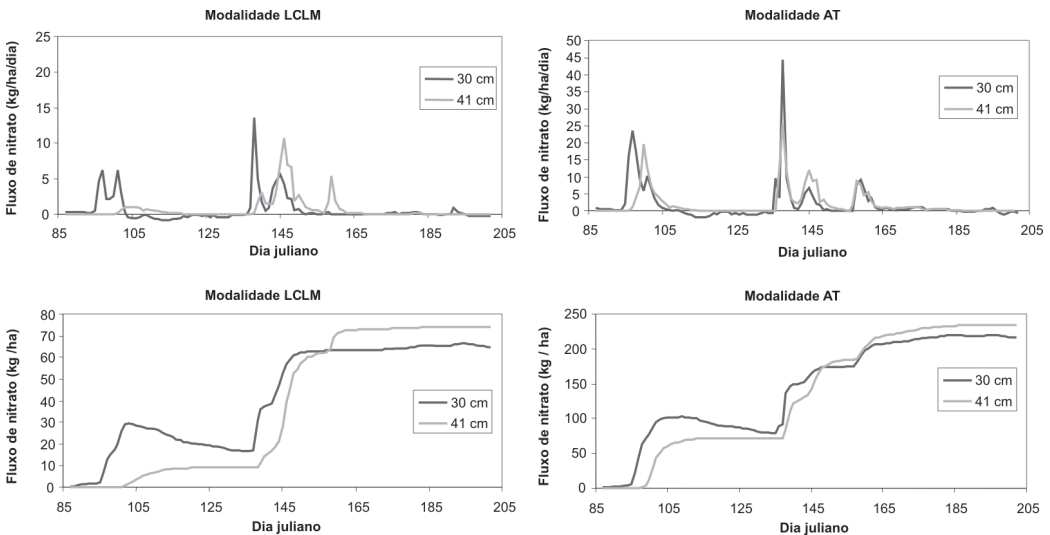


Figura 1.5 • Fluxos de azoto no solo referentes ao ensaio de cebola na ZV1, em 2002.

RISCOS E DIFICULDADES

Após períodos de grande precipitação, os agricultores, para manterem um nível de produção aceitável, têm tendência para aplicarem mais azoto, aumentando os riscos de lixiviações. Assim, durante o semestre húmido, a lixiviação de nitrato é um grande problema a resolver. Este problema pode ser minorado se atendermos às seguintes linhas de orientação:

- i) fraccionar a aplicação do azoto em função das «curvas de necessidades de azoto» das culturas;

- ii) não exceder as quantidades máximas recomendadas no Programa de Acção da ZV1;
- iii) quantificar o azoto disponível no solo como forma de melhor planear as fertilizações;
- iv) controlar eficazmente as dotações de rega.

A metodologia de fertilização azotada preconizada para a ZV1, no âmbito do Projecto Agro 35, permite a aplicação daquelas linhas de orientação. Contudo, a sua implementação de forma generalizada, reveste-se de algumas dificuldades: a primeira tem a ver com a necessidade de preparar os técnicos das Associações de agricultores, através de acções de formação específica, para uma melhor assimilação do método proposto; a segunda é sensibilizar os agricultores para os benefícios decorrentes do novo método; a terceira é capacitar as Associações de agricultores de equipamento, rápido e expedito, de medição do azoto no solo e na água e, por último, a reconversão dos sistemas de injeção de adubo e de automatização da rega.

BENEFÍCIOS

O método proposto mostrou que pode ajudar a reduzir a poluição com nitratos de origem agrícola na ZV1. De facto, no estudo de caso apresentado, o novo método conduziu a uma significativa redução da lixiviação de azoto.

No conjunto de ensaios e parcelas de demonstração levadas a cabo, no âmbito do Projecto Agro 35, com culturas hortícolas de ar livre, a variação do azoto aplicado com o novo método foi de -63 a 7 %, relativamente às quantidades aplicadas pelos agricultores. A variação da produção foi de -30 a 24%.

No caso das hortícolas de estufa, a redução de azoto obtida com o novo método variou entre 7 a 73%, em relação às máximas quantidades preconizadas no Plano de Acção.

LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS

O problema da poluição na ZV1, sendo de natureza difusa, só pode ser resolvido através de um planeamento integrado que envolva todos os agentes

e entidades com intervenção sobre ela. Existe um Programa de Acção para a ZV1 que, como ponto de partida, é um instrumento importante, pois interdita épocas de aplicação, limita quantidades de azoto e antevê a monitorização da zona. Contudo, carece do essencial, ou seja, de procedimentos técnicos claros que permitam, quer aos técnicos, quer aos agricultores, actuarem na parcela agrícola com a garantia de obtenção de resultados positivos. O Projecto Agro 35, com base em resultados de campo, dá outro passo em frente, com propostas de métodos de actuação que foram testados conjuntamente com técnicos e agricultores, obtendo resultados muito animadores. Outro passo importante foi o protocolo estabelecido entre a DRAEDM e as Associações de agricultores da ZV1 para a realização de análises ao solo. Em termos futuros, é preciso a implementação de um conjunto de medidas e de mecanismos que devem incidir a diferentes níveis: ao nível de técnicos e agricultores, facultando-lhes formação profissional adequada e meios de reconversão de equipamento de maior precisão, ao nível das Associações de agricultores, através da responsabilidade na prestação de apoio técnico eficiente e ao nível das entidades oficiais, na responsabilidade de implementarem planos de monitorização e de valorização de produtos agrícolas da ZV1.

NOTAS

- Pág. 9 ¹ O processo de constituição de um campo em masseira inclui, geralmente, o corte de pinheiros, a remoção das areias e a sua posterior colocação, em camadas sucessivas (valos), nas zonas limítrofes das parcelas. Nos taludes dos valos implantam-se as vinhas como forma de fixação das areias. O processo de remoção das areias, conduz ao rebaixamento da superfície do solo para níveis próximos do nível freático.
- Pág. 15 ² Evapotranspiração de referência é a taxa de evapotranspiração de uma cultura hipotética de referência, com uma altura de 0,12 m, uma resistência de copado de 70 sm^{-1} e um albedo de 0,23, representando aproximadamente a evapotranspiração de uma superfície extensa de relva, de altura uniforme, em crescimento activo, cobrindo totalmente o terreno e adequadamente abastecida de água (Allen *et al.*, 1994 a).

A CONDUÇÃO DA REGA EM HORTÍCOLAS NA ZONA VULNERÁVEL N.º 1

[JORGE MANUEL AGOSTINHO]

O controlo eficaz dos volumes de rega é um factor importante para a redução da poluição com nitratos de origem agrícola na Zona Vulnerável n.º 1.

O B J E C T I V O S

- Aumentar a eficiência do uso da água.
- Reduzir a poluição com nitratos de origem agrícola.
- Reduzir os custos de produção.
- Contribuir para a sensibilização e formação de técnicos e agricultores quanto à adopção de métodos práticos e racionais de condução da rega.



ENQUADRAMENTO Um dos principais objectivos previstos no Projecto Agro 35 foi encontrar técnicas que, com base em experimentação de campo, viabilizassem uma redução da poluição do aquífero com nitratos de origem agrícola.

Atendendo às características dos solos e ao carácter intensivo da produção, o controlo da poluição com nitratos de origem agrícola passa pelo controlo eficaz dos volumes de rega e das fertilizações azotadas aplicados às culturas. É verdade que, durante a época de Outono-Inverno, a lixiviação de nitrato é muito difícil de controlar, devido ao carácter aleatório da precipitação. Pelo contrário, durante a época de Primavera-Verão, a rega torna-se numa operação essencial e com maior facilidade em controlar.

A implementação de métodos eficazes de condução e programação da rega revela-se um aspecto de grande importância quando estamos na presença de uma produção intensiva de hortícolas de ar livre e em estufa, em solos arenosos, de grande permeabilidade, e com o nível freático, frequentemente, próximo da zona das raízes.

Os métodos que se propõem caracterizam-se pelo seu carácter prático, numa óptica de engenharia, tornando-os acessíveis à generalidade dos agricultores e dos técnicos.

DESCRIÇÃO

CONDUÇÃO E PROGRAMAÇÃO DA REGA EM HORTÍCOLAS DA ZV1

A horticultura na ZV1 desenvolve-se, fundamentalmente, junto ao litoral nos *campos em masseira*, em solos do tipo *Arenossolo háplico*. Contudo, nos últimos anos, tem-se verificado uma expansão da horticultura para zonas mais interiores, tradicionalmente de produção forrageira, com solos do tipo *Cambissolo* e *Regossolo*. Outro factor importante de expansão foi o grande aumento da área de estufas.

A condução da rega tem dois objectivos fundamentais: a *oportunidade de rega*, ou seja, quando se deve iniciar a rega e a *dotação de rega*, que diz respeito ao volume de água que deve ser aplicado. A *oportunidade de rega* atende à sensibilidade hídrica de cada cultura, ou seja, o teor de humidade do solo não deve criar deficiência hídrica à cultura, pondo em causa a eficiência fotossintética. A *dotação de rega* deve corresponder à capacidade de armazenamento de água do solo, ou seja, o volume de água aplicado não deve ocasionar perdas de água por percolação profunda. Este último

aspecto é de primordial importância na ZV1, uma vez que são aquelas perdas de água que conduzem à lixiviação do ião nitrato.

Os métodos de condução da rega que se propõem (quadro 2.1) foram desenvolvidos, no âmbito do Projecto Agro 35, considerando o tipo de cultura (ar livre e estufa), o tipo de solo e o equipamento disponível por parte dos agricultores.

SISTEMA CULTURAL	DESTINATÁRIOS	MÉTODO	OR	DR
Hortícolas de ar livre	Agricultores sem tensiómetros	A	ERFU	RFU
	Agricultores com tensiómetros	B	TM	RFU
Hortícolas de folha, em estufa	-	C	RD ETc	ETc diária
Hortícolas de estufa (em linha)	Agricultores com tensiómetros	D	TE	TE
	Agricultores com tensiómetros	E	TM	RFU
	Agricultores sem tensiómetros	F	ERFU	RFU

Quadro 2.1 • Métodos de condução da rega propostos para a ZV1

OR – oportunidade de rega; DR – dotação de rega; ERFU – esgotamento da reserva de água facilmente utilizável; RFU – reserva de água facilmente utilizável; RD ETc – reposição diária da evapotranspiração da cultura (ETc); TE – tensiómetros eléctricos; TM – tensiómetros mecânicos ou de vácuo.

MÉTODO A: HORTÍCOLAS DE AR LIVRE E AGRICULTORES SEM TENSÍOMETROS

A dotação útil de rega, expressa em mm de altura de água, é calculada com base na reserva de água do solo facilmente utilizável (RFU) [7].

$$RFU = RU.p \quad [7]$$

A componente p (Doorenbos e Pruitt, 1977), refere-se ao coeficiente facilmente utilizável ou parâmetro de gestão da rega. Este coeficiente corresponde à fracção admissível de esgotamento da reserva de água utilizável do solo (RU), de modo que a cultura não entre em deficiência hídrica e, conseqüentemente, com perdas de produtividade. No caso das hortícolas da ZV1, adoptou-se um valor de 0,30.

A RU, expressa em mm, é calculada a partir da expressão [8].

$$RU = U.Z \quad [8]$$

A componente Z, expressa em metros, corresponde à profundidade efectiva de rega, ou seja, à profundidade da camada de solo explorada por cerca de $\frac{3}{4}$ da massa radicular da cultura.

A capacidade utilizável de água do solo (U) [9], expressa em mm.m^{-1} , é definida com base nos valores da capacidade de campo (CC) e do coeficiente de emurchecimento (Ce), expressos em percentagem gravimétrica (peso em peso) e na densidade aparente média do solo (da). O quadro 2.2 mostra os valores das constantes físicas para os dois solos dominantes da ZV1.

$$U = (CC - Ce) \cdot 10 \cdot da \quad [9]$$

A dotação total de rega (ht) [10] é calculada com base na eficiência do método de rega (Ea). Consideram-se as perdas de água inerentes ao próprio método – perdas por escoamento superficial, por evaporação e percolação.

CAMADA DE SOLO (m)	TEOR DE HUMIDADE		da (g/cm^3)	U (mm/m)
	CC (% p/p)	Ce (% p/p)		
<i>Arenossolos</i>				
0,00 – 0,30	6,73	1,86	1,4	68,18
0,30 – 0,60	3,15	0,39	1,56	43,06
<i>Cambissolos</i>				
0,00 – 0,50	25,2	6,1	1,37	261,67
0,50 – 0,80	16,3	4	1,5	184,5

Quadro 2.2 • Constantes físicas dos solos dominantes na ZV1

O método de rega normalmente utilizado, na ZV1, para a rega das culturas hortícolas de ar livre, é o da aspersão. Adoptou-se um valor médio de 90% para Ea, atendendo, principalmente, às perdas de água por evaporação devido à acção do vento.

$$ht = RFU / Ea \quad [10]$$

O controlo da dotação é feito através do *tempo de aplicação de cada rega* (t) [11]. Para isso é preciso conhecer a intensidade pluviométrica horária (Im), expressa em mm.h^{-1} , do sistema de rega.

$$t = ht / Im \quad [11]$$

Uma condição importante a assegurar é que as *condições iniciais de humidade do solo, à data da plantação ou sementeira, devam ser próximas da capacidade de campo*. Caso seja necessário, recomenda-se uma rega, antes da plantação.

Considerando o exposto, as dotações de rega para as principais culturas da ZV1, quer de ar livre, quer de estufa, encontram-se já calculadas (quadro A, em anexo). Sendo assim, o agricultor só deverá medir a pluviometria horária média do sistema de rega e calcular os respectivos tempos de rega a aplicar. Caso o agricultor utilize o mesmo sistema de rega, os tempos de rega serão sempre os mesmos, em função do número de semanas que decorreu desde a instalação da cultura.

A oportunidade de rega é determinada com base no esgotamento da RFU (ERFU). Em primeiro lugar é preciso determinar as necessidades hídricas da cultura, com base na evapotranspiração da cultura (Doorenbos e Pruitt, 1977) [12].

$$ETc_{diária} = ET_{0\ diária} \cdot Kc \quad [12]$$

Os valores ET_0 (quadro B, em anexo), para a ZV1, foram obtidos através do modelo EVAPOT (Teixeira, 1994) que utiliza a metodologia da FAO, para a fórmula de Penman-Montheith (Allen *et al.*, 1994 b). Utilizou-se uma série de dados meteorológicos de 30 anos (1952-1982), da estação de Viana do Castelo.

Actualmente, já foram desenvolvidas as «curvas de coeficientes culturais» (Kc) para as principais culturas da ZV1.

O ERFU permite obter um intervalo de tempo entre regas (I) [13], a praticar pelo agricultor.

$$I = RFU / ETc_{diária} \quad [13]$$

MÉTODO B: HORTÍCOLAS DE AR LIVRE E AGRICULTORES COM TENSÍOMETROS

Neste caso, a oportunidade de rega é definida com base na tensão de humidade do solo. Na zona central de cada parcela agrícola, são instalados dois tensiómetros de vácuo (figura 2.1), às seguintes profundidades: 0,15 m e 0,35 m, nas culturas de raiz mais superficial; 0,20 m e 0,60 m, nas culturas de raiz mais profunda.

Os valores observados no tensiómetro mais superficial indicam a oportunidade de rega de acordo com os valores do quadro 2.3.

Os valores observados no tensiómetro mais profundo indicam se a dotação de rega aplicada foi excessiva ou insuficiente: nos *Arenossolos*, o volume de rega é considerado excessivo quando a tensão de humidade atinja valores abaixo de 5 a 6 kPa, indicadores da capacidade de campo; nos *Cambissolos* e *Regossolos*, com textura franco-arenosa, o valor da tensão de humidade próxima da CC será de 12 a 15 kPa.

TIPO DE CULTURA	TIPO DE SOLO	
	<i>Arenossolo</i>	<i>Cambissolo</i>
Hortícolas de folha, raízes e bolbos	15-20	20-25
Outras culturas de raiz mais profunda	20-25	30-35

Quadro 2.3 • Tensão de humidade do solo (kPa) para a oportunidade de rega nas culturas hortícolas da ZV1

A dotação de rega é calculada do mesmo modo que na metodologia A, ou seja, em função da RFU. Os valores das dotações, por cultura, mostram-se no quadro A, em anexo.

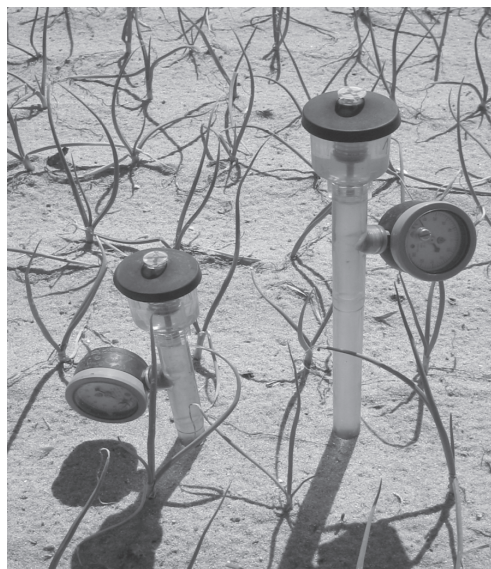


Figura 2.1 • Tensiómetros de vácuo na condução da rega da cebola de ar livre, na ZV1

MÉTODO C: HORTÍCOLAS DE FOLHA EM ESTUFA

As plantas de folha, como a alface, quando transplantadas para a estufa apresentam, na fase inicial, uma grande sensibilidade hídrica devido à raiz não estar suficientemente desenvolvida de modo a beneficiar da humidade existente no solo. Neste caso, o método preconizado para a condução e programação da rega de culturas hortícolas de folha, em estufa, baseia-se na reposição diária da evapotranspiração da cultura (RD ETC).

A determinação das necessidades hídricas da cultura, em estufa, pelo método da FAO [12], levanta alguns problemas devido à ET_0 . A avaliação da ET_0 implicava a instalação de equipamento de medição de parâmetros ambientais no interior de cada estufa. Esta situação não é exequível do ponto de vista de investimento. Procurou-se resolver o problema de forma indirecta: segundo Tesi (1974), a ET_0 no interior da estufa é cerca de 1/3 inferior aos valores estimados, pela fórmula de Penman-Montheith, para o exterior. Considerando este método, a estimativa da $ETc_{diária}$, expressa em mm, para o interior da estufa, faz-se através da expressão [14].

$$ETc_{diária} = ET_0c \cdot Kc \quad [14]$$

A evapotranspiração de referência corrigida (ET_0c), para o interior da estufa, pode ser calculada a partir da expressão [15]. Os valores de ET_0 , para o exterior, mostram-se no quadro A, em anexo.

$$ET_0c = 0,67 \cdot ET_0 \quad [15]$$

A dotação total de rega diária (ht) [16] é calculada com base na eficiência do sistema de rega (Ea). Uma vez que o sistema de rega utilizado para a alface é o da microaspersão/ nebulização, considerou-se um valor de 90%.

$$ht = ETc_{diária} / Ea \quad [16]$$

O tempo de rega diário é calculado com base na expressão [11].

A rega é, depois, realizada automaticamente com recurso a programadores com a alteração dos tempos de rega no início de cada semana.

MÉTODO D: HORTÍCOLAS EM ESTUFA E AGRICULTORES COM TENSÍOMETROS ELÉCTRICOS

Neste caso, utilizam-se tensiómetros eléctricos (figura 2.2) que accionam automaticamente o grupo electrobomba. Em cada estufa, são instalados dois tensiómetros, às profundidades de 0,15-0,20m (tensiómetro 1) e 0,50-0,60m (tensiómetro 2). A rega é iniciada sempre que o valor da tensão de humidade do solo, no tensiómetro 1, atinja a oportunidade de rega indicada no quadro 2.4. Posteriormente, a rega é desligada quando a tensão de humidade do solo, no tensiómetro 2, atinja um valor próximo da capacidade de campo. Esta metodologia permite uma automatização completa da rega das culturas.



Figura 2.2 • Tensiómetros eléctricos na condução da rega do tomate, em estufa, na ZV1

MÉTODOS E: HORTÍCOLAS EM ESTUFA E AGRICULTORES COM TENSÍOMETROS

A oportunidade de rega é determinada através de tensiómetros mecânicos ou de vácuo, do mesmo modo que nas culturas de ar livre (metodologia B).

Uma vez que se utiliza sistemas de rega gota-a-gota, onde apenas uma fracção do solo é molhado, o cálculo das dotações deve considerar o «efeito de localização»¹ (Keller e Karmelli, 1974).

A dotação útil de rega (hu_c), correspondendo à RFU, é calculada através das expressões [7], [8] e [9]. A correcção da dotação útil de rega (hu_c), com base no coeficiente de localização de água (kl), é feita através da expressão [17].

$$hu_c = hu \cdot kl \quad [17]$$

O coeficiente de localização (kl) é estimado com base na expressão [18]

$$kl = A + 0,15 (1 - A) \quad [18]$$

Considerando uma área sombreada média (A) de 50%, para as culturas de estufa, o kl médio, calculado com base na expressão [12], é de 0,575.

A expressão [17] toma, então, a seguinte forma [19]:

$$hu_c = hu \cdot 0,575 \quad [19]$$

A dotação total de rega (ht), em rega localizada, é determinada com base na eficiência média do sistema de rega (Ea), na necessidade de lavagem de saís (LR) e no coeficiente de uniformidade de rega (Cf) [20].

$$ht = hu_c / (1 - K) \cdot Cf \quad [20]$$

O valor do coeficiente K é determinado em função da Ea [21] e da LR [22]. O maior valor obtido com aquelas equações, será o valor de K a aplicar na expressão [20].

$$K_1 = 1 - Ea \quad [21]$$

$$K_2 = LR = CE_i / 2CE_e \quad [22]$$

A componente CE_i , corresponde à condutividade eléctrica da água de rega, expressa em mmhos.cm^{-1} . A componente CE_e corresponde à tolerância de cada cultural, à salinidade do solo, de modo a não haver quebras de rendimento (Ayers e Westcot, 1976).

De acordo com Keller (1978), se consideramos uma Ea de 0,90, no caso dos *Arenossolos* e 0,95, no caso dos *Cambissolos*, os valores de K_1 resultam, respectivamente, em 0,10 e 0,05.

Segundo Heitor (1998), a variação da CE_i , analisada em 10 poços, na Freguesia de Estela, revelou um valor mínimo de $0,46 \text{ mmhos.cm}^{-1}$ e um valor máximo de $1,19 \text{ mmhos.cm}^{-1}$. Considerando um valor médio de $0,8 \text{ mmhos.cm}^{-1}$, para a CE_i , a expressão [22] toma a seguinte forma [23]:

$$K_2 = LR = 0,4 / CE_e \quad [23]$$

Se considerarmos os valores admissíveis de CE_e (Ayers e Westcot, 1976) para as principais culturas da ZV1, verifica-se que os valores de K_2 variam entre 0,4, no caso do feijão verde e 0,16, nos casos do tomate e pepino. Constata-se, assim, que os valores de K_2 são, na maioria dos casos, maiores que os valores de K_1 . Serão então de considerar os valores de K_2 na determinação da dotação total de rega [20].

Admitindo um valor médio de 0,95 para Cf, a expressão [20] toma a seguinte forma [24]:

$$ht = hu_c / (0,95 - 0,38 / CE_e) \quad [24]$$

O controlo das dotações de rega deve ser feito com base no tempo de rega [11].

A intensidade pluviométrica horária média, no caso da rega gota-a-gota (Img), é determinada utilizando a equação [25]. A componente n corresponde ao número de gotejadores por metro quadrado e a componente q, corresponde ao caudal médio de cada gotejador, expresso em l.h⁻¹.

$$\text{Img} = n \cdot q \quad [25]$$

O número de gotejadores por metro quadrado (n) pode ser determinado a partir da expressão [26], onde Se é a distância, em metros, entre gotejadores e Sl, a distância, também em metros, entre os ramais de gotejadores.

$$n = 1 / (\text{Se} \times \text{Sl}) \quad [26]$$

MÉTODO F: HORTÍCOLAS EM ESTUFA E AGRICULTORES SEM TENSÍOMETROS

A dotação total de rega (ht) é calculada através da expressão [24].

A oportunidade de rega é definida ERFU, associada a um intervalo de tempo entre regas (I) [27].

A ETC_{diária} é calculada através da expressão [14] e o tempo de rega (t) através da expressão [11].

$$I = \text{ht} / \text{ETC}_{\text{diária}} \quad [27]$$

CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA

A exploração agrícola localiza-se numa *masseira* da freguesia da Aguçadoura. O agricultor, Sr. Manuel Flores, faz parte da HORPOZIM.

As culturas regadas foram a cebola ao ar livre e a alface e o tomate, em estufa.

CEBOLA BRANCA, AO AR LIVRE

Uma vez que o agricultor não dispunha de tensiómetros, adoptou-se pela metodologia A para a condução da rega: a oportunidade de rega foi determinada através do ERFU dando origem aos respectivos intervalos de tempo entre regas (I); o volume de cada rega correspondeu à reserva de água facilmente utilizável (RFU), dependente da profundidade radicular.

O quadro 2.4 mostra o planeamento da condução da rega. A aplicação deste plano estaria dependente da precipitação que viesse a ocorrer: as regas previstas seriam interrompidas sempre que a precipitação tomasse valores equivalentes aos volumes que se pretendiam aplicar.

A pluviometria horária média (I_m) do sistema de rega por aspersão instalado foi de $23,7 \text{ mm.h}^{-1}$. A curva dos coeficientes culturais (K_c) mostra-se na figura 2.3.

SEMANA	PERÍODO	Z (m)	RU (mm)	RFU (mm)	ht (mm)	t (min)	ET _o (mm/dia)	K _c	ET _c (mm/dia)	I (dias)
1	29/03 a 04/04	0,11	7,50	2,25	2,50	6	3,1	0,4	1,24	1
2	05 a 11/04	0,16	10,91	3,27	3,64	9	3,6	0,4	1,44	1
3	12 a 18/04	0,2	13,64	4,09	4,55	12	3,6	0,42	1,512	2
4	19 a 25/04	0,23	15,68	4,70	5,23	13	3,6	0,5	1,8	2
5	26/04 a 02/05	0,26	17,73	5,32	5,91	15	4,1	0,58	2,378	2
6	03 a 09/05	0,28	19,09	5,73	6,36	16	4,6	0,66	3,04	3
7	10 a 16/05	0,3	20,45	6,14	6,82	17	4,6	0,74	3,40	3
8	17 a 23/05	0,3	20,45	6,14	6,82	17	4,6	0,81	3,73	4
9	24 a 30/05	0,3	20,45	6,14	6,82	17	4,6	0,89	4,09	4
10	31/05 a 06/06	0,3	20,45	6,14	6,82	17	5,3	0,93	4,93	5
11	07 a 13/06	0,3	20,45	6,14	6,82	17	5,3	0,92	4,88	5
12	14 a 20/06	0,3	20,45	6,14	6,82	17	5,3	0,9	4,77	5
13	21 a 27/06	0,3	20,45	6,14	6,82	17	5,3	0,83	4,40	4
14	28/06 a 04/07	0,3	20,45	6,14	6,82	17	5,35	0,75	4,01	4

Quadro 2.4 • Planeamento da rega da cebola ao ar livre, na ZV1

Tendo em conta a precipitação que ocorreu durante o ciclo da cultura, as regas e os volumes efectivamente aplicados pelo agricultor mostram-se no quadro 2.5.

As Contas de Cultura (Mendonça, 2004) realizadas, no âmbito do Projecto Agro 35, com o apoio das Associações de Agricultores da ZV1 e da DRA-EDM, referem um volume total médio de rega, normalmente aplicado a esta cultura, de 310 mm. Face a este valor, o novo método conseguiu uma redução cerca de 75% no volume de rega e com reflexos positivos na redução da poluição das águas subterrâneas com nitratos e na poupança de fertilizantes, de água e de energia na bombagem.

A produção total de matéria fresca obtida foi de $64,4$ e de $75,2 \text{ t.ha}^{-1}$, em duas modalidades de fertilização azotada. Ambas as modalidades foram sujeitas ao mesmo volume de rega (quadro 2.5).

DIA	ht (mm)	DIA	ht (mm)
9-Mai	6,36	20-Jun	6,82
11-Mai	6,82	21-Jun	6,82
2-Jun	6,82	22-Jun	6,82
13-Jun	6,82	23-Jun	6,82
14-Abr	6,82	24-Jun	6,82
15-Jun	6,82	25-Jun	6,82
17-Jun	6,82	29-Jun	6,82
18-Jun	6,82	30-Jun	6,82
19-Jun	6,82	1-Jul	6,82
		Soma	122,3

Quadro 2.5 • Regas aplicadas na cebola ao ar livre

ALFACE, EM ESTUFA

Sendo a alface uma hortícola de folhas, a metodologia utilizada para a condução da rega baseou-se na RD ETc – método C.

A curva dos coeficientes culturais (Kc) mostra-se na figura 2.3.

O processo de cálculo para determinação dos tempos de rega diários mostra-se no quadro 2.6. A automatização semanal da rega era feita através de um programador por tempos de rega.

O sistema de rega utilizado foi o da microaspersão invertida e a rega era realizada de madrugada para evitar grandes perdas por evaporação.

A produção comercial obtida foi de 52,7 t.ha⁻¹.

SEMANA	PERÍODO	Kcmed	ETo (mm/dia)	EToc (mm/dia)	ETc (mm/dia)	ht (mm/dia)	TEMPO DE REGA		tap (min)	Ve (mm)
							(h)	(min)		
1	26 Mar-1 Abril	0,6	2,6	1,74	1,04	1,16	0,031	1,88	2	8,63
2	2 a 8 Abril	0,6	3,6	2,40	1,44	1,60	0,043	2,59	2	8,63
3	9 a 15 Abril	0,62	3,6	2,40	1,49	1,65	0,045	2,68	3	12,95
4	16 a 23 Abril	0,65	3,6	2,40	1,56	1,73	0,047	2,81	3	12,95
5	24 a 30 Abril	0,68	3,6	2,40	1,63	1,81	0,049	2,94	3	12,95
6	1 a 7 Maio	0,735	4,6	3,08	2,26	2,52	0,068	4,08	4	17,27
7	8 a 14 Maio	0,81	4,6	3,08	2,49	2,77	0,075	4,50	5	21,58
8	15 a 21 Maio	0,875	4,6	3,08	2,70	2,99	0,081	4,86	5	21,58
Total										116,55

Quadro 2.6 • Programação da rega da alface, em estufa, na ZV1
tap – tempo de rega aplicado; Ve – volume de rega efectivamente aplicado

Para haver uma comparação entre o método aplicado e o modo como os agricultores, tradicionalmente, realizam a rega da alface, em estufa, foi solici-

tado a um conjunto de agricultores que registassem os tempos e o número de regas, durante um ciclo da cultura (quadro 2.7).

AGRICULTOR	SOLO	PERÍODO	CICLO (DIAS)	N.º REGAS	lm (mm/h)	V (mm)
Carlos Torres	Arenossolo	3 Set a 3 Out	31	31	8	117,3
Manuel Silva	Arenossolo	1 Set a 26 Out	56	30	18	181,5
Delfina Vilar	Arenossolo	1 Set a 28 Out	58	57	14	161
Fernando Faria	Arenossolo	8 Set a 6 Nov	60	45	16	156
Pedro Torres	Arenossolo	31 Ago a 28 Out	59	51	10	157,5
José Furtado	Cambissolo	20 Ago a 8 Out	50	39	20	153,3
José Furtado	Cambissolo	27 Ago a 14 Out	49	20	17	104,8
José Furtado	Cambissolo	26 Ago a 20 Out	56	36	20	146,7

Quadro 2.7 • Volumes de rega aplicados na rega da alface, em estufa (inquérito aos agricultores)

Tendo em conta os valores do quadro 2.7, verifica-se que a aplicação do novo método de condução e programação da rega resultou numa redução até 55,7 % do volume total de rega, normalmente, aplicado, na alface, pelos agricultores da ZV1.

TOMATE, EM ESTUFA

A plantação do tomate foi realizada em 17 de Abril de 2003. O sistema utilizado foi o de gota-a-gota. A distância entre os gotejadores era de 0,33 metros, na linha e de 0,80 metros, na entrelinha. O caudal médio debitado por gotejador era de 3,84 l.h⁻¹. O número de gotejadores por m² [26] era de 3,78 e a pluviometria horária média era de 14,54 mm.h⁻¹.

A condução da rega foi realizada através da aplicação da metodologia E (quadro 2.8). As curvas dos coeficientes culturais (Kc) são apresentadas na figura 2.3.

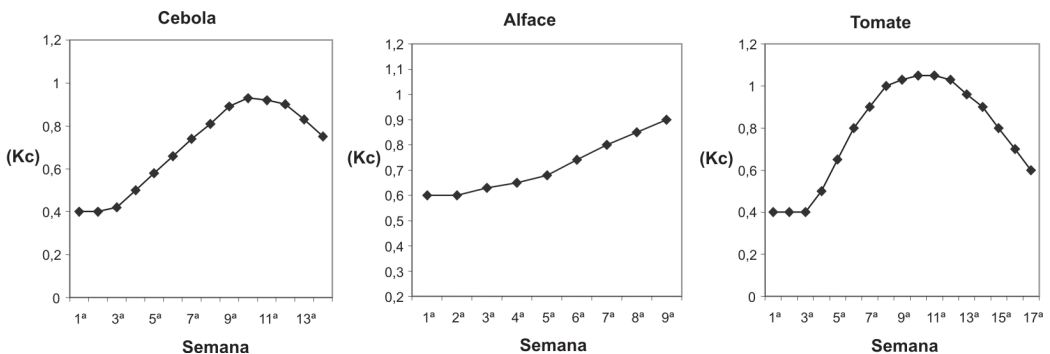


Figura 2.3 • Curvas de coeficientes culturais

A produção comercial obtida foi de 82 t.ha⁻¹.

De acordo com as Contas de Cultura (Mendonça, 2004), o volume de rega normalmente aplicado para a cultura do tomate, em estufa, na ZV1, é de 500 mm. O novo método utilizado permitiu uma redução de 37,7% de água de rega.

A figura 2.4 mostra as reduções dos volumes de rega conseguidos com a aplicação das metodologias de condução da rega propostas para a ZV1 e compara as produções obtidas com as produções de referência (LQARS, 2000). A análise de produção indica que o volume de rega aplicado não conduziu a quebras de produção por défice hídrico. A menor produção obtida, no caso do tomate, deve-se a questões relacionadas com o método de fertilização que se estava a ensaiar.

SEMANA n.º	Z (m)	RU (mm)	RFU (mm)	huc (mm)	ht (mm)	ETo (mm/dia)	EToc (mm/dia)	Kc	ETc DIÁRIA (mm/dia)	I (dias)	Ip (dias)	V (mm)
1	0,16	10,88	4,35	2,5	3,14	3,6	2,41	0,4	0,96	3,25	3	9,42
2	0,24	16,32	6,53	3,75	4,7	3,6	2,41	0,4	0,96	4,87	4	18,8
3	0,3	20,4	8,16	4,69	5,88	4,6	3,08	0,4	1,23	4,77	4	23,52
4	0,37	23,41	9,36	5,38	6,75	4,6	3,08	0,5	1,54	4,38	4	27
5	0,44	26,42	10,57	6,08	7,61	4,6	3,08	0,65	2,00	3,80	3	22,83
6	0,49	28,57	11,43	6,57	8,23	4,6	3,08	0,8	2,47	3,34	3	24,69
7	0,53	30,29	12,12	6,97	8,73	4,95	3,32	0,9	2,98	2,92	3	26,19
8	0,57	32,01	12,80	7,36	9,23	5,3	3,55	1	3,55	2,60	2	18,46
9	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,3	3,55	1,03	3,66	2,29	2	16,72
10	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,3	3,55	1,05	3,73	2,24	2	16,72
11	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,3	3,55	1,05	3,73	2,24	2	16,72
12	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,4	3,62	1,03	3,73	2,24	2	16,72
13	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,4	3,62	0,96	3,47	2,41	2	16,72
14	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,4	3,62	0,9	3,26	2,57	3	25,08
15	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,4	3,62	0,8	2,89	2,89	3	25,08
16	0,6	29	11,60	6,67	8,36	5,15	3,45	0,7	2,42	3,46	3	25,08
17	0,6	29	11,60	6,67	8,36	4,9	3,28	0,6	1,97	4,24	4	33,44
Soma												363,19

Quadro 2.8 • Programação da rega do tomate, em estufa, na ZV1

I – intervalo de tempo entre regas; Ip – intervalo de tempo entre regas praticado; V – volume de rega

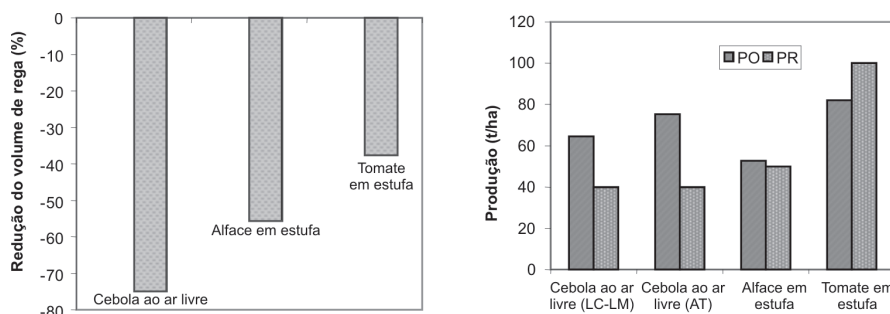


Figura 2.4 • Redução do volume total de rega conseguida com os novos métodos e comparação da produção obtida (PO) com a produção de referência (PR)

RISCOS E DIFICULDADES

As maiores dificuldades na implementação dos métodos de condução da rega propostos para a ZV1 prendem-se, principalmente, na capacidade financeira para aquisição de tensiómetros e no apoio técnico aos agricultores. Quanto ao primeiro aspecto, é necessário consciencializar os agricultores para a importância deste investimento na redução de custos de produção e da poluição na ZV1. Quanto ao segundo aspecto, é fundamental a formação profissional na área da rega e o apoio técnico quer na instalação, quer na manutenção do equipamento.

BENEFÍCIOS

O Projecto Agro 35 contribuiu para avaliar, conjuntamente com técnicos e agricultores, os métodos de rega propostos. Isso permitiu compreender as dificuldades e eventuais causas de resistência à mudança.

Os resultados foram muito animadores. Os inquéritos realizados evidenciaram o interesse dos agricultores pelos métodos, invocando razões como a eficiência da rega, a diminuição de mão-de-obra, de fertilizantes e de energia dispendida na bombagem. Outro indicador importante foi a aquisição de tensiómetros, por própria iniciativa de alguns agricultores. Existe, actualmente, um plano de aquisição daquele tipo de equipamento, organizado pela HORPOZIM e o apoio técnico desta associação passa pela implementação generalizada dos novos métodos de condução da rega na ZV1.

LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS

Para além dos avanços que foram feitos, é necessário a implementação de um programa integrado de medidas e mecanismos que visem, fundamentalmente, as seguintes vertentes: formação profissional e apoio técnico adequado, utilização de tensiómetros e de equipamento de automatização da rega.

NOTAS

Pág. 34

¹ Os métodos de estimação do coeficiente de localização de água têm em linha de conta, para efeitos práticos, a percentagem de área sombreada pela cultura. Estes métodos referem, para efeitos de evapotranspiração, que a área sombreada comporta-se de maneira idêntica à superfície dos solos não regados de forma localizada, ou seja, que a área não sombreada elimina água com uma intensidade muito menor (Cabello, 1990).

INOVAÇÃO NA GESTÃO DO CHORUME

[LUÍS MIGUEL BRITO]

A utilização desregrada de adubos e pesticidas e a gestão incorrecta das volumosas quantidades de resíduos orgânicos gerados nas explorações agrícolas, agro-pecuárias e pecuárias ou provenientes do exterior, poderão ser fontes de contaminação e de poluição ambiental, seja dos solos, das águas ou do ar (CBPA, MADRP).

O B J E C T I V O S

- Desenvolver estratégias para a valorização e a utilização da fracção sólida do chorume das explorações pecuárias leiteiras com fins agronómicos e ambientais.
- Apoiar os técnicos e agricultores da Região de Entre Douro e Minho na gestão do azoto e dos resíduos de origem agrícola de forma a contribuir para a conservação da qualidade do solo, da água e do ar.
- Contribuir para sensibilizar a comunidade agrária das Zona Vulneráveis do Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde, e do Aquífero Quaternário de Aveiro, no sentido de progredir para uma agricultura sustentável.



ENQUADRAMENTO Em Portugal, os resíduos orgânicos da produção agro-pecuária e florestal, continuam a representar em massa e em volume, a maior categoria de resíduos. Apesar de serem frequentemente aplicados nos campos, com vantagens para a fertilidade dos solos e para a produtividade das culturas, estes resíduos podem, também, colocar problemas ambientais e prejudicar a segurança da cadeia alimentar principalmente quando utilizados em excesso. Daqui resulta a necessidade de se proceder a uma gestão que maximize os benefícios agrónómicos destes materiais orgânicos, e que minimize impactes ambientais, designadamente, aqueles que se referem à poluição da água e do ar, à transmissão de doenças, e à diminuição da biodiversidade.

O presente estudo de caso enquadra-se na seguinte preocupação expressa no Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA) do MADRP: «A utilização desregrada de adubos e pesticidas e a gestão incorrecta das volumosas quantidades de resíduos orgânicos gerados nas explorações agrícolas, agro-pecuárias e pecuárias ou provenientes do exterior, poderão ser fontes de contaminação e de poluição ambiental, seja dos solos, das águas ou do ar», bem como, nos seguintes princípios nele expressos:

A fertilidade de um solo pode degradar-se quando este for sujeito a técnicas culturais incorrectas ou, pelo contrário, pode aumentar quando cultivado de forma adequada de maneira a melhorar as suas características físicas, químicas e biológicas.

Nos planos de fertilização que se estabeleçam a nível de uma exploração agrícola, deverão utilizar-se de forma sistemática todos os subprodutos da exploração que possuam valor fertilizante, tais como, estrume, chorume, resíduos das culturas, lamas e águas residuais, etc., recorrendo a outros fertilizantes obtidos no exterior, nomeadamente, adubos químicos, adubos orgânicos e adubos organominerais, apenas para satisfazer o défice da exploração em nutrientes.

As especificidades do comportamento do azoto no solo impõem que a fertilização com este nutriente e todas as técnicas culturais que influenciam a sua dinâmica sejam conduzidas de forma a limitar ao máximo o seu arrastamento pelas águas, diminuindo, assim, o risco de contaminação dos lençóis freáticos ou dos cursos de água, com nitratos.

A tecnologia associada à aplicação do azoto ao solo agrícola visa permitir que as culturas o possam absorver nas melhores condições, aumentando a sua eficiência e diminuindo os riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas. No entanto, os poços de água, particularmente aqueles que se localizam em zonas arenosas do litoral Norte de Portugal, enfrentam hoje riscos de contaminação crescente de nitratos com origem nos fertilizantes azotados. Enquanto relatórios recentes sobre a aplicação da «Directiva dos Nitratos» nos Estados membros da UE confirmam que a situação é mais crítica nos países do sul da Europa, o projecto Agro 35 confirmou que continua a ser prática corrente utilizar-se azoto em excesso nesta zona.

O volume de chorume gerado nas explorações de agro-pecuária intensiva, da bacia leiteira de Vila do Conde, é cada vez maior e causa grandes riscos de poluição, o que justificou o projecto Agro 177, da Acção 8.1 do Programa AGRO, sobre a separação de

sólidos, injeção e tratamento de chorume de explorações pecuárias leiteiras do noroeste. Um dos problemas destas explorações resulta da grande quantidade de chorume que produzem, e de adubo que utilizam, o que conduz a um excesso de nutrientes no ecossistema. O excesso de azoto dentro desta região é sentido no odor da atmosfera e na qualidade da água. Desta forma, os produtores de leite, especialmente nas explorações leiteiras localizadas próximo das áreas urbanas, onde são frequentemente alvo de queixa por parte das populações relativamente ao cheiro originado pela aplicação do chorume, pretendem inovar a gestão do chorume com o objectivo de melhorar a reciclagem de nutrientes no seio das suas explorações.

Em anos recentes, a separação dos sólidos e dos líquidos do chorume tornou-se numa tecnologia com crescente utilização na gestão destes subprodutos da pecuária leiteira intensiva, nos países mais desenvolvidos, principalmente devido à melhoria que introduz nas suas propriedades de manuseamento, reduzindo a quantidade de matéria orgânica dos líquidos e concentrando os nutrientes na fracção sólida. Contudo, é necessário avaliar se a separação do chorume em sólidos e líquidos pode ser um meio eficaz, económico e adequado ao ambiente e se as vantagens de se poder obter um composto seco de alta qualidade, estabilizado, com isenção de odores ou microrganismos patogénicos, de fácil manuseamento e, portanto, com elevado valor comercial, justificam os custos do processo de compostagem.

Este estudo de caso surge, portanto, da necessidade de utilizar boas práticas agrícolas na gestão e reciclagem dos resíduos da pecuária intensiva, de forma a conservar a qualidade do solo, dos recursos naturais e a da paisagem rural.

DESCRIÇÃO

BACIA LEITEIRA DE VILA DO CONDE

O sistema agro-pecuário da bacia leiteira de Vila do Conde é muito intensivo, mantendo-se frequentemente encabeçamentos superiores aos 4 a 7 CN/ha, referidos por Moreira (1994) há uma década, e as produtividades anuais superiores a 5000 kg de leite por bovino, apesar das recentes orientações da Política Agrícola Comum (PAC) no sentido da evolução para uma agricultura menos poluente.

Em acréscimo, a elevada produtividade vegetal que se verifica nestas explorações de agro-pecuária intensiva, assente na cultura de milho forrageiro, intercalada no Inverno com uma cultura de azevém, estreme ou consociado com outros cereais praganosos, é obtida através da aplicação de elevadas

quantidades de azoto mineral na forma de adubo. De acordo com Trindade (1997), nestas explorações aplicam-se, anualmente, quantidades de azoto mineral superiores a 200 kg ha⁻¹ para o milho, e superiores a 50 kg ha⁻¹ para a cultura de Inverno, para além do azoto orgânico (400 kg N ha⁻¹) aplicado através do chorume, o qual, ultrapassa muito o valor máximo de 170 kg N ha⁻¹ regulamentado para as zonas vulneráveis.

Um estudo recente sobre a avaliação, caracterização e gestão da produção e utilização do chorume nas explorações leiteiras intensivas de Vila do Conde (Presa, 2003) baseado num inquérito realizado a 71 produtores de leite que possuíam, em média, 95 CN (das quais 62 CN com uma produção anual média de 7212 kg de leite por vaca) e uma superfície agrícola útil (SAU) de 14,7 ha por exploração, refere que, anualmente, e por hectare, estas explorações produzem 148 m³ de chorume e importam 483 kg de N na ração e 213 kg de N no adubo.

De acordo com o estudo de Presa (2003), 32% dos produtores desconheciam as máquinas de separação do chorume; 7% não tinham opinião ou opinião positiva; e 61% considerava que a separação de sólidos e líquidos é um bom método, apresentando como inconvenientes os elevados custos e a falta de solução para a fase líquida após separação. Todos indicaram que aplicariam os sólidos na sua exploração, e só 7% indicaram que procurariam comercializar.

Os solos da bacia leiteira de Vila do Conde possuem elevada fertilidade orgânica, e baixa fertilidade mineral por falta de argila. Por isso, estes solos não assegurariam as suas funções essenciais de carácter ambiental e económico, como as de filtragem da água, de troca de gases com a atmosfera, de agregação da terra arável, de suporte das plantas ou de armazenamento e fornecimento de água e de nutrientes às culturas, se não preservassem a sua matéria orgânica. No entanto, o excesso de fertilização orgânica e mineral que actualmente se verifica nesta região está a comprometer a qualidade da água e do ar e a cadeia alimentar.

O chorume das explorações de agropecuária da bacia leiteira de Vila do Conde constitui, portanto, uma preocupação ambiental crescente, pelo excesso de nutrientes que está a introduzir no ecossistema desta região. Por esta razão, a separação do chorume entre a fracção sólida e a fracção líquida, com a posterior compostagem da fracção sólida e digestão anaeróbia da fracção líquida, poderá ser um mecanismo para inovar a gestão do chorume com o objectivo de aperfeiçoar a reciclagem de nutrientes no seio das explorações, com menor impacte ambiental para o ar e para água.

O projecto Agro 794 identificou a necessidade de valorizar a fracção sólida do chorume, designadamente, através de um produto cuja venda contribua para o rendimento do agricultor. Neste projecto, desenvolvido em par-

ceria entre a ESAPL, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), a DRAEDM e a Cooperativa Agrícola de Vila do Conde (CAVC), pretende--se experimentar e demonstrar técnicas de compostagem que valorizem a fracção sólida dos chorumes como fertilizante orgânico do solo, monitorizando os parâmetros físicos, químicos e biológicos mais importantes para concluir sobre a relação entre o processo de compostagem e o composto obtido, com especial relevo para as condições que evitam perdas de azoto durante a compostagem, e para as características do composto obtido, quer para a horticultura intensiva quer para as próprias explorações de pecuária intensiva. Nestas, pretende-se um composto que possa imobilizar azoto mineral antes do estabelecimento das culturas de Primavera, quando a precipitação é elevada, e de o libertar, posteriormente, de forma gradual, durante o crescimento das culturas, para diminuir os riscos de lixiviação de nitratos para as águas subterrâneas.

CARACTERÍSTICAS DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA

A exploração agro-pecuária referida neste estudo localiza-se na freguesia de Fajozes, no concelho de Vila do Conde.

O produtor herdou a exploração da família há 10 anos, então com 80 vacas e um estábulo com o sistema de vala com vigas. Actualmente, possui aproximadamente 180 vacas leiteiras em produção, num total de 300 cabeças normais. O efectivo pecuário tem uma produção média diária de 29 a 30 litros de leite por vaca. A exploração possui uma área de 30 hectares com produção de milho intercalado com erva (azevém + cevada ou azevém + aveia) para um corte único.

Nesta exploração, a limpeza da sala de ordenha é separada da limpeza da vacaria, assim como as respectivas fossas, estimando o produtor um consumo de 5000 m³ de água, num período de três meses, no total da limpeza da exploração. Outro custo importante para este produtor foi o sistema de tratamento da água do poço onde investiu 25 000 euros.

Devido ao grande volume de chorume gerado pela exploração, este produtor de leite adquiriu em 2002, numa serralharia local, um equipamento de separação da fracção sólida da líquida do chorume, tendo um custo inicial com a sua aquisição e instalação de, aproximadamente, 25 000 euros. Esta aquisição teve como intuito a utilização com maior eficiência da fracção líquida do chorume, aplicando-a ao solo através de uma cisterna, na produção de milho, já que a aplicação da fracção líquida de chorume ao solo por aspersão

está, para ele, fora de questão, pelos odores que liberta. Na fossa do chorume, o produtor instalou um sistema de eléctrodos para evitar o cheiro, o qual adquiriu por 3000 euros no mesmo fornecedor da separadora.

Antes de adquirir a separadora, este agricultor aplicava o chorume em bruto ao solo, à sementeira, mas segundo o mesmo, este procedimento «queimava tudo». Contudo, este agricultor duvida das vantagens da separadora e pensa construir uma nova fossa, de maior capacidade. Isto porque considera a despesa com a utilização de separadora muito elevada devido ao trabalho e ao consumo de energia que requer. Mesmo assim, este agricultor pensa que a separadora não é assim tão cara, e que o ideal seria a sua aquisição por um grupo de vários agricultores para deste modo amortizar a máquina mais rapidamente.

Relativamente à fracção sólida de chorume, este agricultor incorpora-a ao solo antes da sementeira do milho, nos diversos campos da exploração, e armazena aproximadamente 500 m³ com a expectativa de a vender a outros agricultores, designadamente, para culturas hortícolas. Quanto à compostagem desta fracção não tem opinião formada.

Este agricultor tem uma perspectiva sobre o futuro da agricultura muito negativa. Na sua opinião, uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) a uma distância inferior a 7-8 km da exploração, seria o fim dos seus problemas com os resíduos animais, assim como o fim dos grandes problemas ambientais causados pelos mesmos. Neste caso, estaria disposto a pagar a uma empresa para fazer o transporte dos resíduos.

Para este agricultor, o seu maior problema prende-se com o facto de possuir a sua área agrícola demasiado repartida. Referindo que se possuísse os 30 ha ligados, teria menos animais, mas soltava-os, não sendo deste modo forçado a fazer investimentos e a manter despesas correntes tão elevadas.

A SEPARAÇÃO DO CHORUME EM SÓLIDOS E LÍQUIDOS

As máquinas separadoras utilizadas neste estudo baseiam-se na pressão provocada por um sem-fim (*screw press*) (figura 3.1) que impulsiona a fracção sólida para a extremidade frontal da máquina, enquanto a fracção líquida é removida através de uma tela de aço perfurada que rodeia o sem-fim.

A fracção sólida do chorume pode ser descarregada directamente para o reboque do tractor (figura 3.2) e amontoada em pilhas de compostagem que devem ter dimensões de vários metros cúbicos para que a temperatura se eleve rapidamente no seu interior.

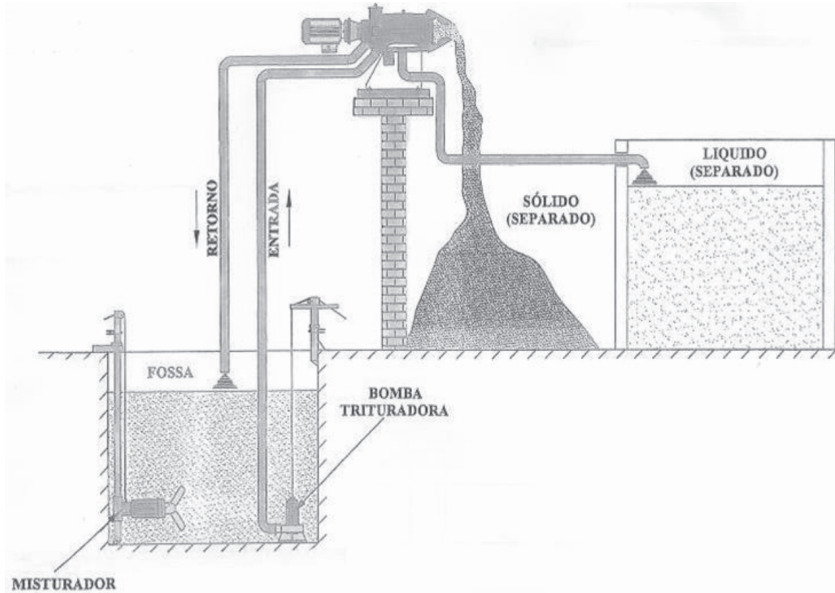


Figura 3.1 • Esquema da separação de sólidos e líquidos do chorume



Figura 3.2 • Equipamento de separação de sólidos e líquidos do chorume

O PROCESSO DE COMPOSTAGEM DA FRACÇÃO SÓLIDA DO CHORUME

Neste estudo avaliou-se o processo de compostagem da fracção sólida do chorume (FSC) produzida na exploração leiteira referida anteriormente, com um teor inicial de 78% de humidade, e da FSC de outra exploração leiteira, localizada na freguesia de Outeiro Maior do mesmo concelho, com uma separadora semelhante, regulada para um rendimento de trabalho inferior (1 m^3

em comparação com 4 m³ por hora de trabalho) mas que possibilitou a obtenção de uma fracção sólida com menor teor de humidade (70%).

A FSC foi compostada com palha para melhorar a sua estrutura, e aumentar o seu arejamento, particularmente porque a humidade do material inicial era muito elevado, já que, idealmente, não deveria ultrapassar os 60% para que a compostagem ocorra em meio aeróbio. O arejamento das pilhas foi realizado através do reviramento das pilhas com a pá frontal do tractor (figura 3.3). As pilhas, com 15 m³ de material, foram cobertas com plástico preto durante o processo de compostagem.

A temperatura das pilhas não deve ultrapassar muito tempo os 65° C porque os microrganismos benéficos, acima desta temperatura, são eliminados. Nestes casos o volteio da pilha e respectivo arejamento diminui as temperaturas porque o calor se dissipa. Contudo, Rifaldi *et al.* (1992) sugeriram que durante a compostagem a temperatura deveria alcançar um valor de 65° C, ou superior, para uma humidade de 40%, ou superior, pelo menos durante seis dias ou durante dois períodos de três dias consecutivos, para garantir a eliminação dos organismos patogénicos e das sementes viáveis de infestantes.



Figura 3.3 • Pilhas de compostagem da fracção sólida do chorume e volteio de uma pilha

A fase termófila da compostagem da fracção sólida do chorume experimentada em Vila do Conde prolongou-se por dois meses quando esta possuía 70% de humidade inicial (unidade de compostagem 1) enquanto que o material com 78% de humidade inicial (unidade de compostagem 2) não ultrapassou os 50° C, com o inconveniente de não se alcançarem temperaturas que eliminariam potenciais sementes de infestantes, ou microrganismos patogénicos, bem como, com a desvantagem de se prolongar a duração do período de compostagem, como se pode verificar pela temperatura que se manteve significativamente superior à temperatura ambiente para além de 15 semanas de compostagem. No entanto, quando foi misturado com palha, a unidade 2 alcançou temperaturas superiores a 60° C (figura 3.4).

A máxima temperatura diária (66°C) foi atingida numa pilha com palha em ambas as unidades de compostagem. As máximas temperaturas horárias atingidas durante o processo de compostagem (67°C numa unidade de compostagem e 71°C na outra unidade) foram registadas, também, em pilhas que incluíram palha.

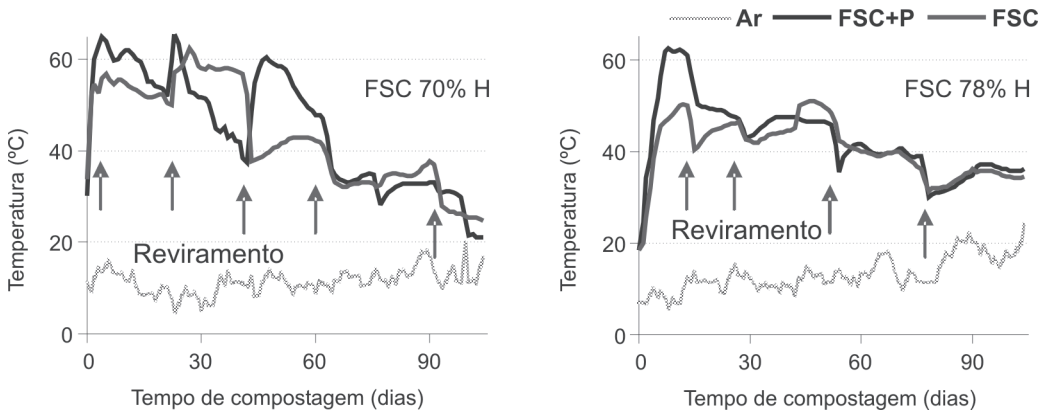


Figura 3.4 • Evolução da temperatura média diária durante a compostagem da FSC com 70% e 78% de humidade, sem mistura, e misturada com palha (FSC+P), de duas explorações de pecuária leiteira do concelho de Vila do Conde

A percentagem de humidade dos materiais em compostagem diminuiu de 70 % para 45%, e de 78% para 51%, no período de 63 dias, quando as pilhas foram reviradas frequentemente, mas a evaporação diminuiu com a diminuição do número de volteios (quadro 3.1)

Os odores causados em anaerobiose provêm de vários compostos orgânicos incompletamente oxidados, designadamente, ácidos gordos voláteis de baixo peso molecular, compostos de enxofre, como o ácido sulfídrico, compostos aromáticos e aminas. O amoníaco é, no entanto, o composto que mais contribui, quer em aerobiose, quer em anaerobiose, para os odores desagradáveis.

O odor intenso e desagradável dos resíduos orgânicos normalmente diminui durante a fase inicial da compostagem (bio-oxidativa) e praticamente desaparece no final do processo de compostagem. Quando a maturação óptima é obtida, os odores desagradáveis não deverão estar presentes na pilha de compostagem, e não devem aparecer quando se movimentam as massas compostadas com o conseqüente arejamento (Jiménez & Garcia, 1989). O odor provocado pela fracção sólida do chorume com 70% de humidade inicial nunca foi forte. Pelo contrário, o odor da FSC com uma humidade inicial de 78%, foi muito forte no início da compostagem mas, praticamente desapareceu com a evolução da compostagem.

UNIDADE Materiais	UC1 – OUTEIRO MAIOR						UC2 – FAJOSES		
	FSC			FSC + Palha			FSC		
N.º de volteios	5	10	15	5	10	15	4	8	12
Tempo (dias)	Humidade (%) (EN 13040)								
0	FSC: 70±2 (n=15)			Palha: 31±1			FSC: 78±1 (n=15)		
7	69±5	67±10	60±6	69±6	65±6	67±5	68±2	76±2	77±1
14	68±6	69±6	61±4	54±4	66±4	58±8	72±15	73±3	61±5
28	70±4	56±5	54±4	63±4	59±4	56±5	70±4	60±12	58±4
42	64±5	53±3	49±2	59±2	53±2	50±4	66±5	61±3	54±5
63	61±9	49±2	45±8	59±8	49±3	49±4	65±5	58±1	51±4

Quadro 3.1 • Evolução da humidade em pilhas FSC de duas unidades de compostagem (UC1 e UC2), e em pilhas com a FSC+P na UC1, durante dois meses de compostagem ($\bar{x} \pm \sigma$, n=5).

O pH do composto pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Jimenez & Garcia (1989) indicaram que, frequentemente, o pH decresce até valores de aproximadamente 5, durante as primeiras horas de compostagem e, posteriormente, aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8. No entanto, o pH da fracção sólida dos chorumes aqui referidos manteve-se estável, em valores próximos de 9 durante a fase termófila da compostagem, diminuindo de 9 para 8 nas semanas seguintes, provavelmente em consequência do início da nitrificação. O outro material, inicialmente com maior humidade, permaneceu com um pH de 9 mesmo após 105 dias de compostagem. Este facto é desvantajoso porque potencia as perdas de azoto na forma de amoníaco (Hao & Chang, 2001). O pH praticamente não variou com a incorporação de palha nas pilhas.

A condutividade eléctrica (CE) tende a diminuir com a compostagem. Logo, a incorporação de compostos orgânicos mal amadurecidos ao solo aumenta a concentração de sais no solo e a sua CE devido à salinidade do composto. A CE manteve-se inferior a 1 dS m⁻¹ durante a compostagem da FSC com 70% de humidade inicial, ultrapassando este valor apenas no final da compostagem, provavelmente devido ao aumento de concentração de nitratos, e de outros sais minerais. A condutividade eléctrica foi, inicialmente, mais elevada na FSC com 78% de humidade inicial, mas diminuiu durante a compostagem para valores idênticos aos da FSC com menos humidade inicial.

Durante seis semanas, em que ocorreu a fase termófila da compostagem, o azoto nítrico foi imobilizado pelos microrganismos decompositores. Desde então, a nitrificação líquida aumentou continuamente. Nas pilhas com palha, em que a fase termófila se prolongou até aos dois meses, o aumento da nitrificação líquida ocorreu de forma mais acentuada só após esse período de

tempo. Devido ao aumento do arejamento provocado pelo maior número de volteios a nitrificação iniciou-se mais cedo mas, posteriormente, a nitrificação líquida nas pilhas com menor arejamento ultrapassou aquela que se verificou nas pilhas com maior arejamento. A nitrificação líquida iniciou-se mais tarde nas pilhas com maior humidade inicial e a inclusão de palha nas pilhas retardou a libertação de azoto nítrico, provavelmente devido à elevada razão C/N da palha.

A concentração de matéria orgânica (%) da FSC diminuiu com a evolução da compostagem de forma muito acentuada nos primeiros dois meses. Esta diminuição foi mais acentuada quando aumentou o número de volteios, porque o arejamento provocou a oxidação mais rápida da matéria orgânica. A evolução da concentração da matéria orgânica das pilhas com palha foi semelhante à concentração nas pilhas sem palha, durante todo o processo de compostagem.

A razão C/N diminuiu continuamente durante, aproximadamente, dois meses (figura 3.5), e alcançou um valor de C/N=14 na FSC inicialmente com menor humidade (UC1), e de C/N=15 na FSC inicialmente mais húmida (UC2), após 15 semanas de compostagem. A razão C/N dependeu, principalmente, da concentração de carbono orgânico (matéria orgânica/1,8), durante a compostagem, porque a concentração de azoto pouco variou.

A mineralização da matéria orgânica foi muito forte durante os dois meses de compostagem em que as temperaturas foram mais elevadas. Após este período de intensa actividade microbiana, iniciou-se a acumulação de azoto nítrico, e o pH desceu finalmente, mantendo-se, contudo, ainda alcalino ao fim de 105 dias de compostagem.

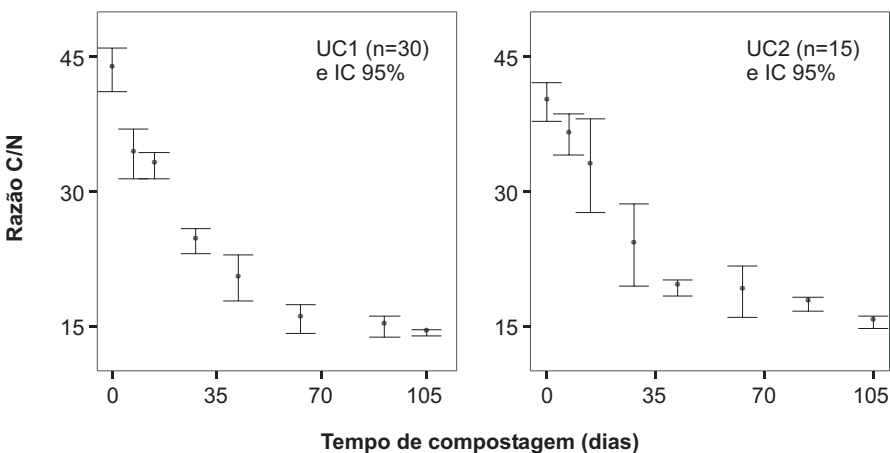


Figura 3.5 • Evolução da razão C/N das pilhas de compostagem. Médias e respectivos intervalos de confiança 95% para 30 amostras de 6 pilhas da UC1, e para 15 amostras de três pilhas da UC2, em cada tempo de compostagem

RISCOS E DIFICULDADES

Os riscos intrínsecos à separação da fase sólida e líquida do chorume e à compostagem dos sólidos são principalmente financeiros. O retorno económico destas práticas só é visível no longo prazo e as vantagens ambientais estão por quantificar. Contudo, as actuais práticas de gestão do chorume não são sustentáveis ambientalmente, nem serão sustentáveis economicamente no quadro da actual PAC, que visa explorações com menor intensificação. A substituição de sistemas com elevado encabeçamento pecuário para outros mais extensivos, terá de ser suportada pela sociedade, de forma a garantir a qualidade dos ecossistemas e a preservação da paisagem, designadamente, na proximidade de áreas urbanas densamente povoadas, já que a diminuição imediata do efectivo pecuário nesta bacia leiteira retiraria a capacidade competitiva que possui e a viabilidade económica destas explorações agrícolas.

BENEFÍCIOS

Os principais benefícios da compostagem da FSC incluem: a redução do volume de chorume que é necessário armazenar nas explorações; a estabilização da fracção do chorume mais rica em nutrientes; a higiene deste material por eliminação de microrganismos patogénicos em consequência das elevadas temperaturas durante o processo de compostagem; a eliminação de sementes de infestantes das culturas; e a produção de um correctivo orgânico com valor económico que poderá ser utilizado com vantagens ambientais.

Quanto aos líquidos, estes ficam com menos matéria orgânica, facilitando a sua digestão anaeróbia. Por isso, é natural que produzam menos odores, ou outros gases prejudiciais para o ambiente, quando armazenados. Em acréscimo, reduz-se o volume necessário para o armazenamento do chorume, o qual é um problema crescente para este tipo de explorações, particularmente quando inseridas numa ZV como a do Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde, ou do Aquífero Quaternário de Aveiro, onde não é permitida a aplicação de chorume entre Outubro e Fevereiro.

A redução da quantidade de líquidos diminui também a energia necessária para a bombagem do chorume quando este é aplicado a longa distância, enquanto que a redução de sólidos nos líquidos facilita a aplicação dos líquidos por injeção directa ao solo, ou através da fertirrigação, porque diminui o potencial obstrução do equipamento de bombagem e de aspersão.

LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ PERSPECTIVAS FUTURAS

O processo de compostagem da fracção sólida dos chorumes de duas explorações de pecuária leiteira de Vila do Conde, aqui referido, permite compreender que o potencial destes materiais como correctivos orgânicos do solo é elevado. No entanto, para se obter compostos de elevada qualidade, com baixos riscos para o ambiente, torna-se necessário que sejam feitos avanços tecnológicos que permitam obter uma fracção sólida com menor teor de humidade, de forma a reduzir ao mínimo a necessidade de arejamento durante a compostagem e assim diminuir os riscos de volatilização de amoníaco e de outros gases e, conseqüentemente, os prejuízos ambientais que daqui resultam (maus cheiros, libertação de gases de efeito de estufa e diminuição da concentração de ozono na estratosfera).

A incorporação de palha nas pilhas de compostagem da FSC elevou as temperaturas máximas registadas durante a fase termófila, aumentando, assim, a possibilidade de eliminação total de organismos patogénicos e de sementes viáveis de infestantes. A presença da palha nas pilhas de compostagem aumentou a temperatura no seu interior, mas não afectou a perda de humidade relativamente às pilhas sem palha. Possivelmente, a palha poderá beneficiar a difusão do oxigénio sem que aumente significativamente a evaporação. Assim, quando a percentagem de humidade inicial não for limitante para a compostagem, para aumentar a difusão do oxigénio poderá ser preferível a utilização da palha de má qualidade, ou outros detritos vegetais grosseiros que não possuam qualidade para a alimentação animal, do que o reviramento das pilhas, pelos elevados custos que este origina e pelos prejuízos ambientais que pode causar.

Aparentemente, a compostagem da FSC poderá processar-se em pilhas estáticas ou com o mínimo de volteios, beneficiando o ambiente, devido ao menor impacto das trocas gasosas das pilhas para a atmosfera. A concentração de azoto nítrico no interior das pilhas é muito baixa durante a compostagem, aumentando após a fase termófila. Deste modo, será de esperar que nos primeiros dois meses de compostagem as perdas de azoto por lixiviação sejam muito baixas, mesmo que ocorra drenagem de água nas pilhas. O pH da FSC é muito elevado e permanece estável durante a fase termófila da compostagem. Isto, por um lado, impede a presença de fungos capazes de degradar a lenhina e, por outro, favorece a passagem do azoto de ião amoniacal para amoníaco, diminuindo a perda potencial deste elemento por volatilização. Por estas razões, parece determinante que no início da compostagem, a fracção sólida do chorume possua um baixo teor de humidade (mesmo que

o rendimento da máquina separadora seja inferior) porque, desta forma, poder-se-á processar a compostagem com o mínimo de volteios, minimizando-se assim o impacto ambiental causado pelo processo de compostagem.

A utilização de equipamento para separação das fracções sólida e líquida, do chorume pode ter custos elevados, por isso, o retorno económico e/ou ambiental tem de ser, também, elevado. A decisão sobre a aquisição deste equipamento deve tomar em consideração vários factores incluindo custos, regulamentos sobre o ambiente e gestão da empresa.


A produção de um composto baseado na fracção sólida do chorume poderá valorizar este subproduto, com benefícios para os agricultores, e viabilizar a transferência de nutrientes em excesso de uma região, com riscos de poluição, para outras que careçam de matéria orgânica e onde se importem correctivos orgânicos, porventura de qualidade deficiente, designadamente, com origem em resíduos sólidos urbanos e lamas dos esgotos urbanos e industriais, para utilização na produção de culturas hortícolas e de outras culturas agrícolas, com riscos para a cadeia alimentar.

A fracção sólida do chorume poderá ser ainda compostada, com o objectivo de produzir um composto para utilizar na formulação de substratos para germinação de sementes e para propagação vegetal, ou de substratos para vasos, permitindo a substituição da turfa, a qual, por ser um recurso escasso, não pode ser utilizado na produção de substratos com rótulo ecológico.

Os riscos de poluição causados pela pecuária intensiva de bacias leiteiras como a de Vila do Conde poderão diminuir com a utilização de boas práticas de gestão do chorume, mas estas só serão sustentáveis com a diminuição do encabeçamento pecuário por unidade de superfície agrícola, para que a alimentação e o maneo animal possam ser melhor adaptados aos ecossistemas naturais.

PROTECÇÃO INTEGRADA EM MACIEIRA

[JOSÉ RAUL RODRIGUES]



A protecção integrada procura conciliar a economia com a ecologia, reduzindo ao mínimo o uso de pesticidas de síntese, utilizando apenas os que são mais amigos do homem e do ambiente.

O B J E C T I V O S

- Analisar os custos decorrentes da utilização de pesticidas em fruticultura antes e após a adesão à protecção integrada.
- Analisar a evolução da utilização de pesticidas no pomar, decorridos oito anos após a implementação da prática da protecção integrada.
- Contribuir para a sensibilização de técnicos e produtores de que a protecção integrada é uma alternativa agronomicamente credível e economicamente viável.



ENQUADRAMENTO Existe actualmente uma crescente atitude a respeito pela qualidade de vida, expressa na preocupação com a preservação e uso adequado dos recursos naturais e com a qualidade dos alimentos. Os reflexos desta tomada de consciência fazem-se sentir à escala global, determinando que os sistemas produtivos sejam redimensionados para incluir os componentes ambientais e de qualidade de vida (alimentos mais saudáveis, isentos de resíduos de pesticidas, etc), através de uma mudança conceptual relativamente à ocupação do espaço rural e à escolha da tecnologia de produção.

Com a descoberta dos pesticidas de síntese nos anos quarenta do século XX, criou-se uma sensação generalizada, de que qualquer organismo nocivo às culturas era eficazmente combatido com o recurso a um pesticida adequado. Porém, não foram necessários muitos anos para se verificar que a utilização em exclusivo de pesticidas de síntese, não resolvia todos os problemas. A utilização indiscriminada e por vezes irracional de insecticidas de largo espectro de acção (DDT, paratião, azinfos-metilo, etc.) apesar de ter resolvido muitos problemas da agricultura, contribuiu de forma sistemática para o surgimento de outros.

Os tratamentos visavam apenas os inimigos das culturas, ignorando-se os efeitos secundários dos pesticidas noutros organismos não visados directamente. Estes efeitos secundários reflectem-se a vários níveis:

- i) **acção sobre os inimigos das culturas**, levando ao aparecimento de fenómenos de resistência aos pesticidas, com o conseqüente aumento dos custos de produção;
- ii) **surgimento de novas pragas**, associado ao aparecimento de fenómenos de resistência aos pesticidas e à destruição dos seus inimigos naturais, conduzindo a uma espiral de tratamentos com conseqüências nefastas ao nível do ecossistema agrário;
- iii) **acção sobre a fauna e a flora**, em especial sobre os predadores naturais;
- iv) **aumento da contaminação ambiental**, tanto ao nível da atmosfera como do solo, águas superficiais e subterrâneas;
- v) **efeitos nas próprias plantas tratadas**, tais como fitotoxidade, efeitos tróficos, resíduos nos frutos e alterações do gosto.

A luta química começou a ser posta em causa, dadas as suas conseqüências nefastas ao nível dos ecossistemas agrários. A partir de finais dos anos 50 iniciou-se um longo processo na evolução da protecção das plantas, procurando-se inverter a situação então gerada. Esta evolução é caracterizada em quatro fases:

- i) **Luta química cega.** Os tratamentos contra os inimigos das culturas eram feitos com base em calendários previamente estabelecidos e com recurso a pesticidas de largo espectro de acção;
- ii) **Luta química aconselhada.** Apesar de se utilizarem pesticidas de largo espectro de acção, os tratamentos eram feitos de acordo com informações emitidas pelas estações de avisos;

- iii) **Luta química dirigida.** Inclui-se a introdução de níveis económicos de ataque e selecção de pesticidas de acordo com a sua repercussão ecológica e resíduos.
- iv) **Protecção Integrada.** Recorre a todos os meios disponíveis e limita ao máximo o recurso à luta química.

O conceito de Protecção Integrada, adoptado em Portugal desde 1982, bem como na maioria dos países comunitários, corresponde à definição da Organização Internacional de Luta Biológica e Protecção Integrada/Secção Oeste Paleárctica (OILB/SROP), sendo definido como:

! Um processo de luta contra os organismos nocivos utilizando um conjunto de métodos que satisfaçam as exigências económicas, ecológicas e toxicológicas e dando carácter prioritário às acções fomentando a limitação natural dos inimigos das culturas e respeitando os níveis económicos de ataque (OILB/SROP, 1998).

Neste contexto, a protecção integrada procura maximizar as preocupações de carácter, toxicológico, ecológico e económico, através da adopção de duas orientações (Amaro, 2003a):

- i) **Integração de todos os meios de luta**, biológicos, biotécnicos, culturais e químicos;
- ii) **Luta química dirigida limitada ao mínimo**, só sendo utilizada quando indispensável.

Em protecção integrada, a prioridade deve ser dada aos métodos culturais, biológicos e biotécnicos para combater os inimigos das culturas, minimizando desta forma o recurso a pesticidas de síntese.

Na Europa, vários foram os países que, a título nacional, criaram incentivos no sentido da redução dos efeitos poluentes dos pesticidas na agricultura. No início da década de 90, a UE adoptou uma série de medidas específicas na área da protecção das plantas visando a defesa do homem e do ambiente, entre as quais se destaca o **processo de reavaliação dos pesticidas agrícolas** existentes na UE e de autorização de novos pesticidas, decorrentes da Directiva 91/414/CEE, que se traduziu, em Outubro de 2003, na eliminação de 50,7% dos pesticidas comercializados no espaço comunitário, a grande maioria por decisão das empresas que não procederam aos estudos de natureza toxicológica e ecotoxicológica agora exigidos (Amaro, 2003a)

A implementação dos programas de protecção integrada em Portugal **teve início em 1996** com a introdução das **medidas agro-ambientais** no âmbito do 2.º Quadro Comunitário de Apoio à Agricultura Portuguesa (Reg. [CEE] n.º 2078/92, aplicado a Portugal através do Decreto-Lei, n.º 180/95 de 26 de Julho).

Existem actualmente 124 organizações de agricultores oficialmente reconhecidas para a prática da protecção integrada. A área financiada em fruticultura atingiu em finais de 2003, 15109 ha sendo 37% relativos à macieira, 18% à macieira, 18% a prunóideas e 26% a citrinos (Fonte: DGPC)).

DESCRIÇÃO

A FRUTICULTURA NA REGIÃO DE ENTRE DOURO E MINHO

A fruticultura na Região de Entre Douro e Minho (REDM) é uma actividade ancestral, cuja origem se perde ao longo da história. Já em meados do século XVII, era considerada uma nova e importante actividade agrícola, merecedora de especial atenção por parte dos monges beneditinos da Abadia de Tibães, no concelho de Braga e dos monges da Ordem de Cister, no concelho de Amares.

Tal como noutras zonas do país, o desenvolvimento da agricultura em geral e da fruticultura em particular, esteve intimamente associado à presença de Ordens Religiosas, que para além das suas funções inerentes à evangelização, dedicaram-se a um vasto leque de actividades, entre elas o ensino da agricultura.

Estudos publicados por Barros & Graça (1943) referenciam o distrito de Braga como sendo o quarto distrito mais importante na cultura da macieira e pereira, o primeiro na produção de laranja e o terceiro na produção de cereja.

Com o empreendimento «Fruticultura» do II Plano de Fomento para o período de 1959-1964, a REDM, especialmente o Baixo Minho, viu aumentar a área de pomares, principalmente de macieira e pereira, havendo lugar para a instalação de pomares de demonstração, a partir dos quais eram difundidas novas tecnologias de produção para toda a Região.

Actualmente, a área de macieiras da REDM tem um peso diminuto na produção nacional e tem vindo mesmo a decrescer em termos de importância no seio da agricultura regional. Dos cerca de 2500 ha referenciados no início da década de 80 e apesar do relançamento da cultura no âmbito da adesão à UE, a REDM viu reduzida, para cerca de metade, a área de macieiras plantadas até 1994, tendo estes números vindo a diminuir ano após ano.

São várias as razões que podem justificar este declínio: a fuga de mão-de-obra para a indústria e serviços, a especialização da produção agrícola no sector leiteiro e na viticultura, actividades estas provavelmente mais rentáveis e a falta de investigação e experimentação por parte dos organismos oficiais. Paralelamente à diminuição da área de pomóideas, a introdução da cultura do kiwi (*Actinidia deliciosa*) no início da década de 70, tem merecido especial atenção por parte dos investidores do sector frutícola. É precisamente na REDM que está instalada a maioria dos actinidiais, sendo esta região responsável por cerca de 75% produção nacional. Trata-se de uma cultura em franca expansão e que tem modificado profundamente o panorama frutícola regional.

CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA

A exploração abrangida pelo presente estudo, situa-se na Quinta de Felgueiras, freguesia de Merelim (S. Pedro), concelho e distrito de Braga.

Trata-se de uma exploração com larga tradição na produção de maçã, cujos primeiros pomares foram instalados em finais da década de 60, no âmbito do Plano de Fomento Frutícola Nacional.

A propriedade, com uma área de 6,5 ha, está ocupada por dois pomares de macieira. Um pomar extensivo, com uma área de 4 ha, cuja instalação remonta a 1972, está conduzido em palmeta e enxertado em EMIX, com uma densidade de 400 plantas/ha, encontrando-se ainda em produção. O outro, semi-intensivo, com uma área de 2,5 ha, foi instalado em 1992, está conduzido em eixo central, enxertado em MM106 com uma densidade de 1000 plantas/ha e encontra-se em boas condições de produção.

No que respeita a recursos humanos, a exploração dispõe de um funcionário a tempo inteiro, recorrendo de mão sazonal para as operações de poda e principalmente de colheita.

PROTECÇÃO CONVENCIONAL VS PROTECÇÃO INTEGRADA

A exploração objecto deste estudo, tal como a grande maioria das explorações especializadas em fruticultura, viveu um passado (recente) em que o recurso a pesticidas (principalmente de insecticidas) de largo espectro de acção era prática frequente quando se pretendia «eliminar» os inimigos da macieira. Por outro lado, as preocupações com a toxicidade dos pesticidas para o homem e para a fauna auxiliar, não eram tidas em consideração nos critérios de selecção dos produtos a utilizar.

Vários são os inimigos da macieira que exigem um ou mais tratamentos todos os anos. No caso das doenças, o pedrado *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint, doença-chave desta cultura, ocupa lugar de destaque obrigando a várias intervenções com fungicidas ao longo de cada ciclo vegetativo.

No caso das pragas, os inimigos-chave incluem: o bichado *Cydia pomonella* L. e o aranhaço-vermelho *Panonychus ulmi* (Koch). No entanto, existem outras pragas que apesar de não serem consideradas inimigo-chave, exigem vigilância apertada por parte do fruticultor devido aos elevados prejuízos que podem causar, como por exemplo, a cochonilha-de-são-josé *Quadraspi-*

diotus perniciosus (Comstock) o afídeo-cinzento *Dysaphis plantaginea* Passerini e o afídeo verde *Aphis pomi* De Geer.

Durante a «era» da protecção convencional, os tratamentos eram realizados essencialmente de forma preventiva segundo um calendário mais ou menos rígido, mantendo-se o pomar protegido contra os diversos inimigos da cultura, durante todo o período de potencial actividade dos mesmos, ou seja, durante quase todo o ciclo vegetativo das fruteiras.

A escolha dos pesticidas era feita essencialmente com base em critérios de eficácia sobre o organismo alvo, descurando-se frequentemente as preocupações de índole toxicológica e muito menos ecológica.

Após a adesão à protecção integrada, a estratégia utilizada no combate aos inimigos das culturas mudou consideravelmente. A tomada de decisão para a realização de tratamentos fitossanitários passou a ser feita com base em estimativas de risco, que abrange a determinação da intensidade de ataque e o esclarecimento sobre os factores de nocividade, procura esclarecer o potencial biótico dos inimigos da cultura presente num determinado momento, num dado local e o risco de prejuízos, apesar das medidas indirectas adoptadas para reduzir a nocividade desses inimigos. Perante os resultados da estimativa de risco, recorre-se então aos níveis económicos de ataque ou a modelos de desenvolvimento de doenças ou pragas para avaliar a indispensabilidade de intervenção com meios de luta directos (Amaro, 2003a).

Quando a escolha dos meios de protecção recai sobre a utilização de um pesticida de síntese, esta é feita tendo em consideração os factores de índole toxicológica, ecológica e económica, valorizando-se aqueles que apresentem menor toxicidade para o homem, menores efeitos secundários sobre a fauna auxiliar e menor custo.

O presente estudo incidiu apenas na parcela plantada em 1992, dado tratar-se de um pomar conduzido de acordo com as orientações da fruticultura moderna e representativo dos pomares da Região.

Comparou-se o número médio de tratamentos com pesticidas realizados anualmente, bem como os respectivos custos relativos a dois períodos: o período da **protecção convencional** (1993 e 1994) e o período da **protecção integrada** (2001 a 2004), período este considerado como uma fase em que se considera que a protecção integrada já faz parte do quotidiano desta exploração.

COMPONENTE AMBIENTAL E TOXICOLÓGICA

A adesão à protecção integrada veio introduzir alterações profundas na forma de agir face aos inimigos da macieira, cujos resultados reflectem essencialmente uma diminuição da quantidade de tratamentos realizados anualmente. Da análise do quadro 4.1, verifica-se que o número médio de

tratamentos anuais baixou de 28 para 19, correspondendo a uma redução de 33%. Por sua vez, o aumento de 33% verificado no número médio de tratamentos contra formas hibernantes de doenças, tem a ver com a necessidade imperiosa de se realizarem pelo menos dois tratamentos à base de produtos cúpricos à queda da folha, permitindo desta forma uma redução das infecções do cancro da macieira (*Nectria galligena* Bres.), bem como da presença de inóculo hibernante do pedrado.

Para o caso do pedrado, e apesar da REDM possuir um clima altamente favorável à ocorrência de infecções primaveris por parte deste fungo, foi possível reduzir o número médio de tratamentos anuais, passando de 10 na protecção convencional, para 6 na protecção integrada, representando uma redução de 33%.

No que respeita às pragas, o número médio de tratamentos realizados contra a cochonilha-de-São-José e contra o aranhaço-vermelho decresceram respectivamente 83% e 71%, passando estes a ser realizados pontual e/ou localizadamente, em vez dos tratamentos generalizados, de carácter permanente e «obrigatórios» que eram feitos na protecção convencional.

INIMIGOS DAS CULTURAS	PROTECÇÃO CONVENCIONAL	PROTECÇÃO INTEGRADA	VARIAÇÃO
Formas hibernantes de ácaros insectos	1	1	0%
Formas hibernantes de doenças	2	2,7	33%
Afídeos	2	1,3	-33%
Aranhaço-vermelho	3,5	1	-71%
Bichado	5,5	4,7	-15%
Cochonilha-de-S. José	2	0,3	-83%
Pedrado	10	6	-40%
Doenças conservação	1	0,7	-33%
Infestantes	1	1	0%
Número médio de tratamentos	28	19	-33%

Quadro 4.1 • Comparação do número médio de tratamentos realizados contra os inimigos das culturas no sistema convencional e após a implementação da protecção integrada

Da análise da figura 4.1, verifica-se que, após a introdução da protecção integrada, o número médio de tratamentos com insecticidas diminui de 10,5 para 7,3, o de acaricidas passou de 3,5 para 1,0, sendo que actualmente esta praga não necessita de intervenções anuais como acontecia com a protecção convencional. Por sua vez, e apesar de se ter verificado um aumento do número médio de tratamentos contra formas hibernantes de doenças, o número médio anual de tratamentos com fungicidas diminui de 13,0 para 9,3.

Relativamente ao número médio de aplicações de herbicidas não se verificou alteração com a passagem para a protecção integrada. No entanto, os herbicidas de acção residual utilizados na protecção convencional foram preteridos em detrimento de herbicidas de acção sistémica e de contacto que, além de serem menos persistentes no solo do que os anteriores, apresentam menor toxicidade para o homem e para o meio ambiente.

No que respeita aos principais pesticidas utilizados, verifica-se que os fungicidas e insecticidas continuaram a ser os pesticidas mais utilizados, mesmo após a adesão à protecção integrada.

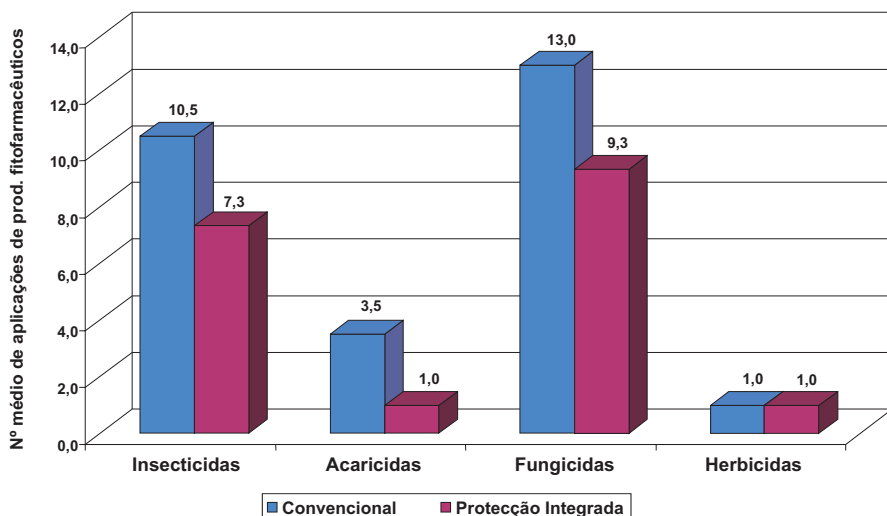


Figura 4.1 • Comparação do número médio de tratamentos fitossanitários realizados contra os inimigos da macieira, nos sistemas de protecção convencional e protecção integrada

COMPONENTE FINANCEIRA

Para o cálculo dos custos com a componente fitossanitária, introduziu-se também o custo com o apoio técnico aquando da adesão à protecção integrada. Para tal, considerou-se um valor correspondente a 20% do montante das ajudas atribuídas pela UE no âmbito das medidas Agro-Ambientais, por hectare, o que representa uma verba de 100 euros por ano.

Da análise do quadro 4.2, verifica-se que, após a adesão à protecção integrada, os encargos médios com a componente fitossanitária passaram de 1302 euros para 900 euros, por hectare/ano, o que significa uma redução de 31% ao nível dos custos com pesticidas. No entanto, se considerarmos estes encargos sem a inclusão do custo com o apoio técnico, a redução seria ainda maior, ou seja, de 39%.

Em termos de gastos parciais com os diversos pesticidas, verificou-se que a redução dos custos foi particularmente importante com os herbicidas (69%) que, no entanto, representam uma baixa contribuição nos consumos totais de pesticidas na cultura e dos insecticidas (46%), que representam uma forte contribuição nos consumos totais de pesticidas. Para os acaricidas e fungicidas a redução foi de 27% para ambos os casos.

BENS E SERVIÇOS	PROTECÇÃO CONVENCIONAL (€)	PROTECÇÃO INTEGRADA (€)	VARIAÇÃO
Insecticidas	647	346	-46%
Acaricidas	120	88	-27%
Fungicidas	472	346	-27%
Herbicidas	63	20	-69%
Apoio técnico	0	100	100%
Custo total	1302	900	-31%

Quadro 4.2 • Comparação do custo médio anual/ha relativo à componente fitossanitária no sistema convencional e após a implementação da protecção integrada

Comparando a evolução do custo médio por tratamento (quadro 4.3), verifica-se que, apesar do número médio de tratamentos em protecção integrada ter descido 33% em relação à protecção convencional, o custo médio por tratamento realizado foi idêntico em ambas as modalidades, sendo de 49 euros na protecção convencional e de 48 euros na protecção integrada, o que representa uma diferença de cerca de 2%. Isto significa que em protecção integrada o custo médio por tratamento pode, nalguns casos, ser superior ao da protecção convencional.

A justificação para esta «aparente» contradição, reside no facto de os produtos utilizados em protecção integrada, principalmente os acaricidas, serem mais específicos e daí o facto de serem tendencialmente mais caros que os produtos utilizados em protecção convencional.

Analisando os custos para cada grupo de pesticidas, verificou-se que, em protecção integrada, o custo por cada tratamento com insecticidas decresceu 23% comparativamente à protecção convencional. No entanto, há que realçar que em protecção integrada, o custo por tratamento com acaricidas aumentou em 156%. Isto deve-se ao facto de os acaricidas utilizados em protecção integrada, serem mais selectivos face aos principais grupos de auxiliares, bem como, menos perigosos para o meio ambiente, comparativamente aos acaricidas que eram utilizados em protecção convencional.

	PROTECÇÃO CONVENCIONAL (€)	PROTECÇÃO INTEGRADA (€)	VARIAÇÃO
Insecticidas	62	47	-23%
Acaricidas	34	88	156%
Fungicidas	36	37	2%
Herbicidas	63	20	-69%
Custo/tratamento	49	48	-2%

Quadro 4.3 • Comparação do custo médio por tratamento para os diversos grupos de pesticidas.

Como conclusão, é possível afirmar que, apesar dos custos por tratamento poderem nalgumas situações, ser mais caros em protecção integrada, os ganhos registados nesta modalidade foram devidos essencialmente à redução do número médio de tratamentos efectuados ao pomar.

RISCOS E DIFICULDADES

A prática da protecção integrada está generalizada por todo o país e o número de associações reconhecidas para o efeito não tem parado de aumentar. Para tal, em muito contribuiu o apoio financeiro disponibilizado no âmbito das medidas Agro-Ambientais.

No entanto, o caminho que falta percorrer para se chegar a uma protecção integrada de excelência, pode ser longo e demorado se não forem adoptadas medidas adequadas ao nível de algumas áreas consideradas deficitárias e que podem constituir um factor condicionador da evolução da protecção integrada: **melhoria da qualidade da formação profissional; incremento da investigação, experimentação e transferência de tecnologia; e manutenção dos apoios financeiros.**

Formação profissional: o conhecimento dos agricultores sobre a prática da protecção integrada, apesar de ter evoluído, é em geral bastante incipiente no que se refere principalmente à fundamentação técnica da tomada da decisão. Apesar da obrigatoriedade de frequência de um curso de formação por parte dos agricultores aderentes à protecção integrada, torna-se necessário adoptar um plano de formação permanente quer para os agricultores, quer para os técnicos das associações.

Investigação, experimentação e transferência de tecnologia: necessidade de aumentar o investimento em investigação e experimentação

sobre protecção integrada, bem como criar mecanismos de transferência dos conhecimentos obtidos para o agricultor.

Apoios financeiros: necessidade de continuidade das medidas de apoio financeiro que incitem os agricultores a passar dos métodos de protecção convencionais para os métodos de protecção integrada.

BENEFÍCIOS

Da realização deste trabalho, evidenciaram-se benefícios a dois níveis: **ambientais e financeiros**.

Benefícios ambientais: com a protecção integrada, a aplicação de pesticidas nocivos para o homem e para o ambiente foram drasticamente reduzidos e/ou abolidos na exploração. Os tratamentos anuais contra a cochonilha-de-S. José e contra o aranha-vermelho, foram substituídos por tratamentos ocasionais. A par da considerável redução do uso de insecticidas no combate ao bichado, os tradicionais organofosforados classificados de muito tóxicos para o homem e os piretróides que são desprovidos de selectividade para os inimigos naturais, foram substituídos por reguladores e inibidores do crescimento dos insectos, produtos estes muito menos tóxicos para o homem e mais selectivos face à fauna auxiliar.

Os resultados obtidos nesta exploração demonstram claramente que é possível melhorar a gestão dos recursos naturais, contribuindo desta forma para a produção de frutos de qualidade e isentos de resíduos.

Apesar de a protecção integrada ter sido implementada em Portugal há menos de uma década, alguns resultados são particularmente visíveis no que respeita à redução dos efeitos poluentes na agricultura, dos quais se destaca: proibição de pesticidas com persistência e mobilidade que possam causar contaminação da toalha freática; maior sensibilização para a utilização adequada e racional dos pesticidas utilizados no combate aos inimigos das culturas; e maior sensibilização para a redução dos riscos dos pesticidas.

Benefícios financeiros: a par das ajudas comunitárias recebidas pelo agricultor para a prática da protecção integrada, nove anos após a adesão o agricultor conseguiu diminuir em 30% os custos de produção, o que representa um montante de 400€/ha/ano que, para o conjunto dos 6,5 ha que compõem a exploração, representa uma economia anual da ordem dos 2600 euros.

LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS

A implementação da protecção integrada requer um conhecimento profundo das condições edafo-climáticas da região, da bioecologia e das dinâmicas populacionais (tanto de pragas como dos auxiliares das culturas), para fundamentar a tomada de decisão em «tratar ou não tratar». Por outro lado, torna-se necessário o desenvolvimento de um sistema credível de apoio técnico aos produtores (por parte das organizações do sector) e a melhoria do nível de formação dos fruticultores.

A protecção integrada permite diminuir consideravelmente o número de aplicações de pesticidas, numa cultura tradicionalmente muito exigente como é o caso da macieira, e conseqüentemente diminuir também os custos de produção.

Em termos de perspectivas futuras, a protecção integrada terá que evoluir necessariamente no sentido da *produção integrada*. A produção integrada é definida como sendo

! um sistema agrícola de produção de alimentos e outros produtos de alta qualidade, que utiliza recursos e mecanismos de regulação naturais em substituição dos factores de produção agressivos para o ambiente e que assegurem a longo prazo uma fruticultura sustentável (Boller *et al.*, 2004).

A produção integrada coloca ênfase:

- i) na visão holística do sistema, considerando a totalidade da exploração agrícola como unidade de base;
- ii) no papel central do ecossistema agrário;
- iii) no balanço do ciclo dos nutrientes e no bem-estar animal.

São componentes essenciais da produção integrada, a preservação e melhoria da fertilidade dos solos e da biodiversidade.

A luta contra os inimigos das culturas é feita de acordo com as normas de protecção integrada, em que os métodos biológicos, culturais e químicos são criteriosamente escolhidos, tendo em conta a protecção do ambiente, a rentabilidade das explorações e as exigências sociais.

A produção integrada apresenta-se como uma forma de agricultura sustentável, sendo esta agronomicamente credível, economicamente viável e socialmente aceitável.

O USO, A CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM ESPAÇOS RURAIS: A BACIA DO RIO ESTORÃOS

[JOAQUIM MAMEDE ALONSO, JUAN REY GRAÑA,
SÓNIA SANTOS, CLÁUDIO PAREDES]

As bacias hidrográficas são áreas geográficas funcionais que incluem uma variedade de processos ambientais e actividades humanas. As opções e as acções das unidades produtivas, o contexto social e a intervenção pública são elementos centrais na exploração e conservação dos recursos e funções naturais e na manutenção da identidade do meio.

O B J E C T I V O S

- Caracterizar as relações entre o uso, a conservação do solo e da água numa unidade natural com diversidade de condições físicas e actividades humanas: a bacia hidrográfica do rio Estorãos.
- Apresentar uma abordagem integradora das metodologias de análise e dos resultados relativos às componentes hidrológicas, à qualidade da água, à pressão humana, ao risco de erosão e de incêndio florestal.
- Avaliar a definição e a implementação de medidas que visam de uma forma directa, o ordenamento deste espaço e a dinamização das actividades agro-florestais e, de forma indirecta, a conservação da água e do solo, de acordo com os recursos, valores e funções naturais presentes neste meio.



ENQUADRAMENTO A ocupação e uso do solo resultam das actividades e acções humanas num contexto de formação e acesso ao conhecimento técnico-científico, às inovações tecnológicas, às políticas de âmbito sectorial e territorial, sempre limitadas pelas condições naturais presentes e pelo percurso histórico local. Nas áreas rurais, as actividades agro-florestais continuam a assumir uma representação espacial e importância central no funcionamento destes sistemas territoriais. A natureza dos usos e a (des)continuidade espacial da acção, contribuem para a localização, dimensão e intensidade de impactes ambientais, em particular sobre as componentes solo e água.

A complexidade própria dos geossistemas e a heterogeneidade crescente da acção humana indicam para a necessidade de construção de modelos de compreensão abrangentes e sistémicos, assim como, para a aplicação de soluções integradas.

A conservação do solo e da água apresentam uma génese e expressão, ao nível de cada parcela, o que torna o problema individual, no interior de cada exploração. Por outro lado, a continuidade das condições naturais e das práticas dos utilizadores determinam o desenvolvimento ao longo de um espaço. A compreensão dos processos implica uma análise ao nível de unidades naturais, a bacia hidrográfica, e a respectiva acção concertada, entre os diversos actores, sejam entidades públicas ou privadas.

Na bacia hidrográfica do rio Estorãos, afluente do rio Lima, localizada no concelho de Ponte de Lima, a grande diversidade de condições naturais e as formas de uso humano definem ecossistemas com elevado valor e raridade ambiental, reconhecidas pela existência de diversas figuras de protecção e ordenamento regionais, nacionais e mesmo comunitárias.

DESCRIÇÃO

A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ESTORÃOS

A caracterização deste território desenvolveu-se através de um conjunto de trabalhos inseridos em projectos de investigação e trabalhos académicos, em paralelo à compilação, sistematização e elaboração de vários elementos cartográficos, sob a base de informação digital, do Plano Director Municipal (PDM) de Ponte de Lima (2000), num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Nestes, destacam-se e incluem-se um conjunto de trabalhos incidentes sobre vários descritores e processos, nomeadamente:

- a) inventariação florística (Costa, 1990, 1995, 2001a e 2001b; Rodrigues, 1999) e estudos fitossociológicos (Gomes *et al.*, 2003);
- b) inventariação faunística (Gonçalves, 2000; Rodrigues, 1999), em particular sobre a ictiofauna (Valente, 1990; Valente e Heland, 1991; Carneiro, 2002) e avifauna (Cardoso e Gonçalves, 2001);
- c) geomorfologia, litologia, solos e aptidão da terra (DRAEDM, 1999; Costa *et al.*, 2001; HIDRONORTE, 2001; Alonso *et al.*, 2003a);
- d) clima (Costa *et al.*, 2001), hidrografia e regimes hidrológicos (Gomes, 2001; Gomes e Agostinho, 2001; Alonso *et al.*, 2003b);
- e) identificação e recuperação de habitats de zonas húmidas (Rodrigues, 2000; Cortes *et al.*, 2003; Vasconcelos, 2004);
- f) evolução no tempo e diferenciação espacial da ocupação e uso do solo (Alonso *et al.*, 2003b) associada a zonagem agro-ecológica da bacia hidrográfica do rio Estorãos (Morais, 2001; Paredes, 2004);
- g) impactes das actividades humanas ao nível da paisagem (Rodrigues, 2000), em particular associadas às dinâmicas e evolução dos sistemas agrários (Alonso *et al.*, 2003a), com análise de carga humana (Paredes, 2004), risco de incêndio e erosão (Barbosa, 2001) nas zonas envolventes;
- h) realização do parcelário agrícola (Alonso *et al.*, 2002) e análise da relação entre as actividades e o regime de propriedade;
- i) inventário e plano de gestão florestal para a Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos (Caldas, 2002), caracterização e modelização do uso florestal para a bacia hidrográfica do rio Estorãos (Silva, 2004).

A bacia hidrográfica do rio Estorãos, afluente do rio Lima está localizada a NW do concelho de Ponte de Lima (figura 5.1).

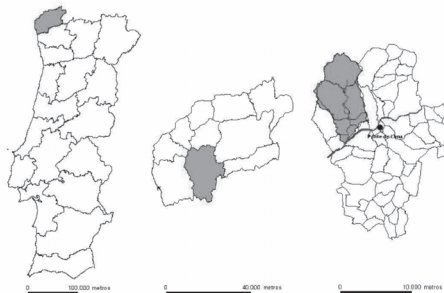


Figura 5.1 • Localização da bacia hidrográfica do rio Estorãos

CONDIÇÕES NATURAIS

A heterogeneidade de condições agro-ecológicas na bacia do rio Estorãos, localizada entre a Serra de Arga e Cabração a Norte, e o rio Lima, a Sul, compreendendo um total de 5439 ha, resulta antes demais da sua amplitude hipsométrica [5 a 820 m]. De acordo com os dados relativos dos postos e estações climatológicas existentes na bacia, e a Carta de Solos e Aptidão da Terra do Entre Douro e Minho (Agroconsultores e Geometral, 1999), torna-se possível identificar zonas climáticas homogêneas ao longo da bacia (figura 5.2). Com o aumento da altitude verifica-se uma diminuição da temperatura média (10 a 16 °C), um aumento da precipitação (de 1600 a mais de 2000 mm, com uma média ponderada de 1756 mm), e um aumento da aleatoriedade e da variação inter e intranual dos diversos parâmetros climáticos.

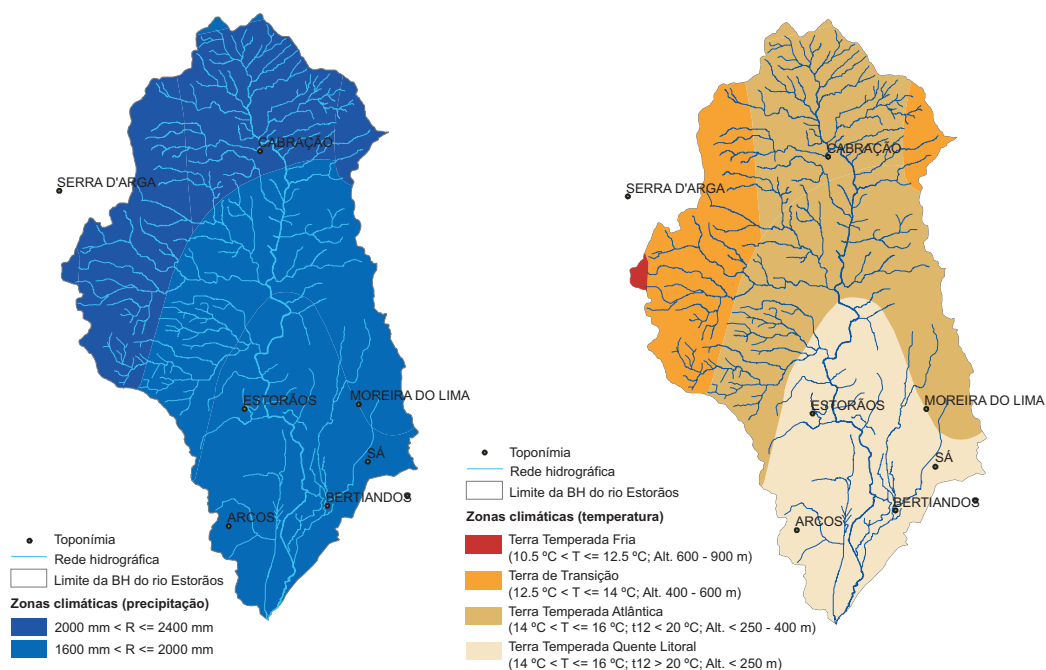


Figura 5.2 • Zonas climáticas homogêneas quanto à precipitação e temperatura para a bacia hidrográfica do rio Estorãos

Em termos fisiográficos e geomorfológicos, a partir dos pontos superiores, formam-se zonas convexas pouco pronunciadas, seguida de uma zona de encosta com relevo ondulado ou acidentado, onde se formam as linhas de água temporárias que confluem no principal curso de água, em vales profundos orientados a Sul ou respectivas colaterais. A partir da freguesia de Estorãos, o vale abre-se progressivamente formando uma área de inundação

aluvionar, correspondente a terras chãs de ribeira, em torno do qual se formam áreas de terraços fluviais e pequenos vales de formação coluvionar, sendo os patamares, neste caso, muito vulgares (figura 5.3).

Na bacia, principalmente no terço superior e médio, predominam os xistos luzentes com incrustações de aplitos e aplitospegmatitos (35,0%), seguidos de uma base granítica (24,2%), aluviões do Quaternário contornados por solos de transição e uma base de granodioritos. Em termos pedológicos, predominam os solos esqueléticos com afloramentos rochosos de pequena dimensão e origem xistosa, os Regossolos úmbricos lépticos [RGul.x] e órticos [RGuo.g], e Leptossolos [LPd.x] com aptidão para a silvopastorícia [F2 e F3]. Nas áreas de terraços que acompanham a proximidade das áreas urbanas, aparecem os Antrossolos [ATcd.*] com boa aptidão para as actividades agrícolas [A1 e A2] e, no vale, os Fluvissoles [FLdg.* e FLdg.*] com algumas limitações resultantes da drenagem insuficiente. Estas unidades de solos correspondem a diferentes condições, como sejam, a espessura útil (<30 cm a >100 cm) e grau de limitação, em particular as condições de arejamento, de enraizamento e de risco relativo à erodibilidade.

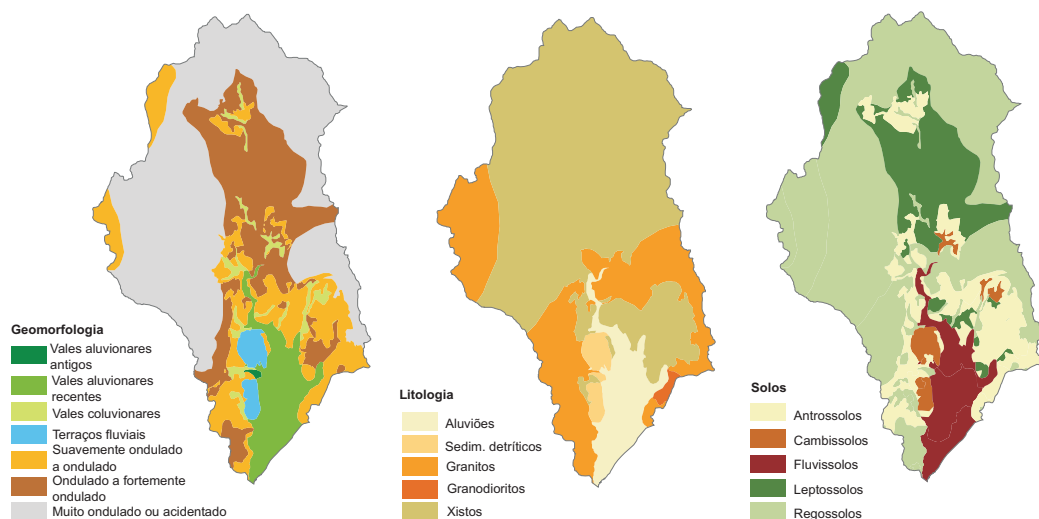


Figura 5.3 • Distribuição das formas do relevo, das unidades litológicas e das unidades pedológicas para a bacia hidrográfica do rio Estorãos

DEMOGRAFIA E ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS

As condições e os recursos naturais determinaram as formas de povoamento e condicionaram o desenvolvimento histórico. A densidade da população actual, oscila entre os 170 hab.km², nos principais aglomerados urbanos que se formam entre 30 e 150 m de altitude, até 9 hab.km², na zona de mon-

tanha, freguesia de Cabração. Após um crescimento populacional contínuo entre 1864 a 1950, verificou-se uma redução nas décadas seguintes, em particular na freguesia de maior altitude. Na década de 90, esta tendência inverteu-se nas unidades administrativas mais populosas e com maior densidade demográfica, próximas dos centros de decisão (concelhos e regionais) e das principais vias de comunicação. Estes locais correspondem ao mesmo tempo, a uma população mais jovem e com maior nível de escolaridade, embora no total da bacia, metade da população possua somente educação primária e apresentam uma forte insuficiência, ou mesmo, ausência de infra-estruturas socioeducativas.

A diminuição da população a trabalhar exclusivamente ou principalmente no sector agrário é acompanhada pela manutenção das relações afectivas e mesmo da dependência económica entre os agregados familiares e as actividades agrárias. Com o aumento da altitude, verifica-se uma diminuição da SAU por superfície territorial em paralelo a um acréscimo da área média por exploração e da representação dos incultos e floresta.

O aparecimento de outras alternativas e a afirmação de outros modos de vida corresponde a uma diminuição da importância do sector agrário na economia local, principalmente da pecuária. O reforço da quantidade e do nível tecnológico das explorações locais, permitiu a intensificação pontual da produção em algumas unidades. Nos espaços com incultos e floresta verificam-se processos divergentes, como sejam as dinâmicas de arborização.

OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

Embora o aproveitamento diversificado do território, desde o vale até aos espaços de montanha, a ocupação e o uso do solo definem a matriz rural deste território. No período de 1958 a 2002¹, a expansão das pequenas áreas urbanas foi acompanhada por uma diminuição da área de agricultura mas, acima de tudo, pelas transferências de espaço entre as duas classes mais representativas, os incultos e as áreas florestais (figura 5.4). O aumento da área florestal, de 1958 e 1990, por instalação de povoamentos privados e por florestação dos baldios pela actual Direcção-Geral dos recursos Florestais, é contrariada por uma diminuição como resultado de incêndios periódicos e cortes finais.

As áreas que apresentam uma maior estabilidade de ocupação são os espaços agrícolas, sendo que, a diminuição ocorrida no último período em favor dos espaços urbanos não é em termos percentuais significativa. Em termos gerais as dinâmicas verificadas indicam para processos de especialização do uso, diminuição da diversidade no interior de cada mancha de ocupação, e para dinâmicas de fragmentação da paisagem.

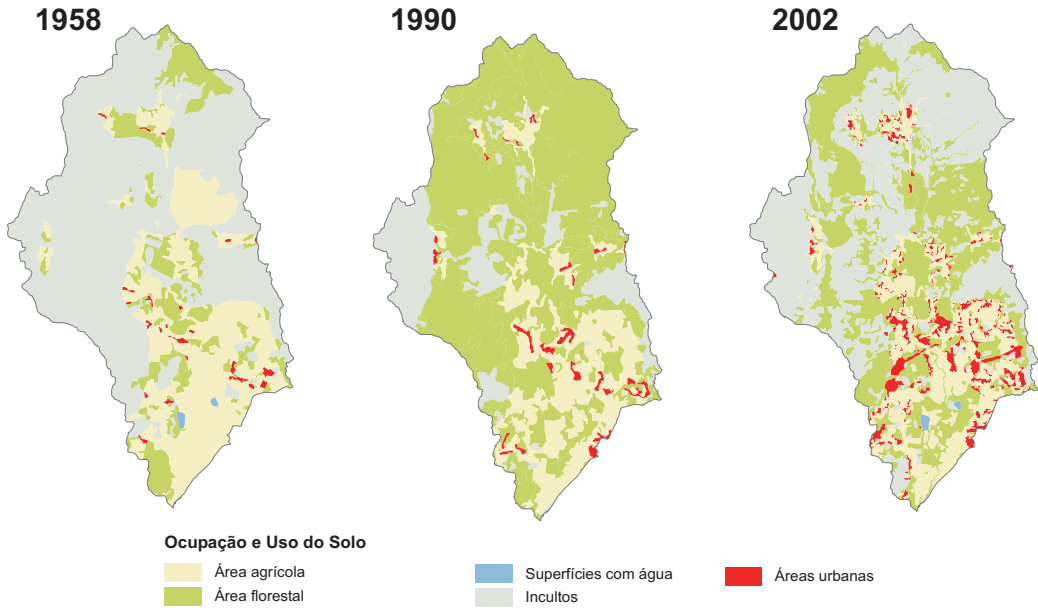


Figura 5.4 • Distribuição da evolução da ocupação do solo (1958, 1990 e 2000) para a bacia hidrográfica do rio Estorão

A análise espacial da informação geográfica acompanhada por análise de componentes principais (ACP) permitiu aumentar a capacidade explicativa e discriminatória da heterogeneidade espacial, o que permitiu identificar, primeiro, uma zona de vale de matriz agrícola; segundo, uma zona de início de vertente de matriz urbana; terceiro, uma zona de vertente de matriz florestal e por último, uma zona de altitude de matriz improdutiva.

FIGURAS DE PROTECÇÃO E ORDENAMENTO

Na bacia sobressai a dimensão espacial das diversas figuras de ordenamento ao nível do PDM: Reserva Agrícola Nacional (RAN) e Reserva Ecológica Nacional (REN) na grande maioria do vale e áreas de altitude, áreas de protecção arqueológica e património arquitectónico e áreas arborizadas para protecção dos ecossistemas junto às principais linhas de água. Em simultâneo, existem figuras de protecção relativas à Rede Natura 2000: parte do Sítio Serra de Arga (PTCON0039) na zona superior e zona adjacente do Rio Lima (PTCON0020) que corresponde basicamente, em termos espaciais, aos limites da actual Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos (PPLBSPA), no vale de cheia na parte inferior da bacia.

Na PPLBSPA (Dec.-Lei de 93/90 de 19 de Março), as condições muito próprias do local, ocasionadas pela densa rede de cursos e massas de água e

sistemas de drenagem, pela situação depressionária do local e pela especificidade do aproveitamento dos proprietários, permitiram o desenvolvimento de um enorme potencial para a flora. A conjugação destes factores, resultou num meio aquático, fluvial, lacustre e palustre que proporciona condições óptimas, de habitat e alimentação, para a fauna aquática e a avifauna, tanto fixa como migradora (Alves, 1999).

Na área deve destacar-se ainda a presença de espécies animais de interesse comunitário, cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação (ZEC), assim como a presença de espécies de interesse comunitário com protecção rigorosa, de acordo com o estipulado no Decreto-Lei 140/99, de 24 de Abril (Alonso *et al.*, 2002)².

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA E EROSÃO HÍDRICA

A informação temática utilizada na descrição dos descritores ambientais da bacia foi posteriormente integrada em processos de modelização de sistemas ambientais, nomeadamente: regimes hidrológicos, carga de pressão humana, risco de erosão e incêndio florestal e na interpretação dos valores obtidos relativamente à qualidade de água, canais e vegetação ripícola.

Embora a unidade de trabalho e o uso de informação geográfica digital comum, as diversas dimensões deste trabalho implicaram o uso de vários métodos:

- a) análise do funcionamento hidrológico da bacia, através do estudo de parâmetros fisiográficos e de forma; quantificação de dados de precipitação e evapotranspiração; cálculo da variação dos escoamentos superficiais, das disponibilidades hídricas e da determinação dos caudais de ponta de cheia;
- b) caracterização da qualidade da água, assente numa amostragem sobre pontos representativos das diversas sub-bacias; realização de análise a parâmetros físico-químicos e bio-indicadores, em particular macroinvertebrados; avaliação da qualidade do canal e habitat fluvial segundo as metodologias propostas pelo Instituto da Água (INAG, 2002; 2004) (Alves, 2002) no âmbito da aplicação da Directiva-Quadro da Água (DQA);
- c) erosão do solo, calculada recorrendo ao modelo *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Coelho *et al.*, 1985; Magriço e Cardoso, 1996) com a espacialização e estimação dos parâmetros de acordo com os valores propostos em Alonso *et al.* (2000);
- d) cartografia de risco de incêndio florestal, definida pelo *Centro Nacional de Informação Geográfica* (CNIG, 1995) e *Chuvieco* (1995) e

à pressão humana que foi calculada em Paredes (2004) atendendo à tipologia e densidade da rede viária, da natureza e frequência das práticas associadas às diversas formas de uso do solo.

A interação entre as características fisiográficas, tais como a forma ovalada, o declive médio e o relevo acentuado, a elevada densidade de drenagem da bacia e os solos que apresentam uma permeabilidade moderada a moderadamente lenta, permitem concluir que a bacia hidrográfica do rio Estorãos reúne condições propícias à ocorrência de cheias. Os tempos de concentração da bacia são baixos e os caudais de ponta de cheia elevados. Estes factos, associados à elevada expressão dos incultos e de áreas com pouca vegetação, determinam uma forte tendência para a formação de escoamento superficial que, por sua vez, favorece a ocorrência de erosão hídrica. Embora os elevados valores de precipitação, esta realidade determina défices hídricos no ano médio de Abril a Setembro (342 mm) e um *superavit* hídrico de Outubro a Março (876 mm).

Num exercício de simulação da reflorestação das áreas ardidadas (Gomes, 2001) observou-se uma diminuição dos valores e velocidade dos escoamentos superficiais e dos caudais de ponta de cheia, com um reflexo no aumento do tempo de concentração. A quantidade de água interceptada durante as grandes chuvadas é pouco significativa, assim, este processo tem um efeito reduzido no desenvolvimento das grandes cheias fluviais³.

A dimensão e a velocidade do escoamento originam impactes sobre a qualidade do canal, a estabilização das margens e conseqüentemente, sobre a quantidade de vegetação ripícola na foz do rio Estorãos. Este processo é favorecido também pela forte amplitude do nível freático na proximidade do rio Lima, o que dificulta a entrada da ictofauna nos locais de reprodução.

A erosão apresenta uma elevada variabilidade e amplitude de valores. Os valores de erosão hídrica praticamente duplicam em espaços que foram sujeitos a incêndios florestais, em áreas submetidas a mobilizações profundas para arborização ou a cortes recentes de povoamentos florestais. A elevada correlação espacial entre o risco de erosão e de incêndio florestal em áreas de menor pressão humana mostra a importância de eventos de natureza catastrófica nos fenómenos erosivos (figura 5.5). Em simultâneo à remoção no terço médio e superior, verifica-se uma deposição parcial dos materiais no terço inferior, seja nas barreiras físicas existentes ao longo das linhas de água seja nas áreas próximas da margem no vale, como causa e conseqüência das cheias periódicas e frequentes.

No que se refere aos parâmetros da qualidade da água, os resultados indicam que a água varia entre aceitável a boa (figura 5.6). Em paralelo, surgem focos pontuais ou temporários indutores de degradação ao longo da bacia. Na área SE surge uma pequena área submetida a uma carga difusa e pressão contínua associada à densidade de construções e intensificação agrícola. Entre os focos pontuais identificados inserem-se: lixeiras actuais e abandonadas; minas e extracção de inertes abandonadas ou em actividade, agro-indústrias e locais de actividades balneares. Ainda, mostrou-se a importância da qualidade do canal e a disponibilidade de habitats para qualidade físico-química e biológica da água. De qualquer forma, a qualidade da água vai diminuindo ao longo da bacia, por processos cumulativos e por uma pressão resultante da concentração da carga humana no terço inferior.

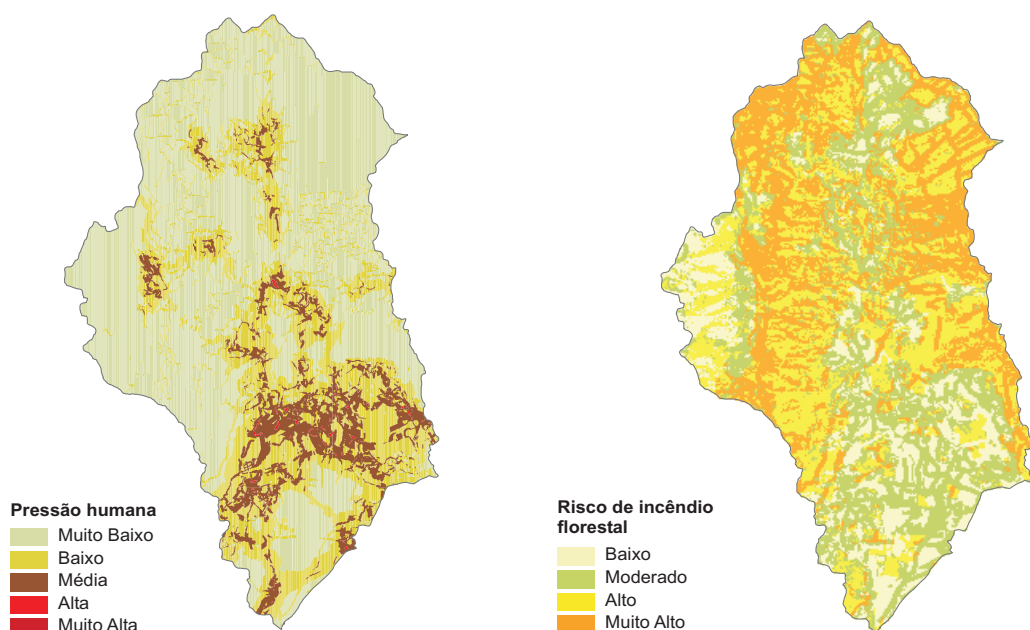


Figura 5.5 • Carta de pressão humana e carta de risco de incêndio florestal de 2002 para a bacia hidrográfica do rio Estorãos

A pressão humana reflecte-se na qualidade da água e resulta da forte dispersão e do aumento de densidade de elementos construídos e da implantação de estruturas viárias, traduzindo-se num grau de isolamento crescente da PPLBSPA com efeitos sobre a resistência e resiliência dos indivíduos, populações e habitats locais.

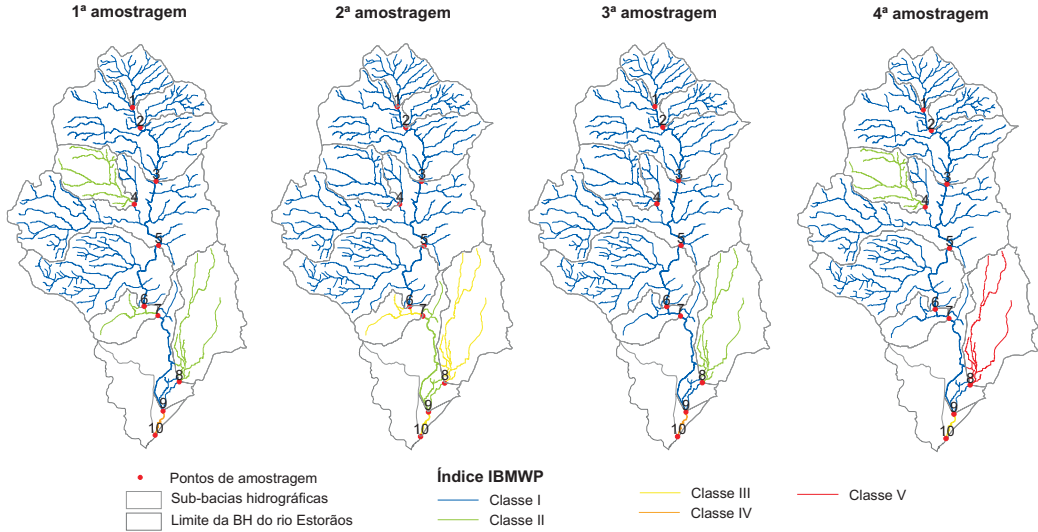


Figura 5.6 • Carta da qualidade ecológica da água (IBMP) nas quatro amostragens para a bacia hidrográfica do rio Estorão (Guerra, 2004)

O DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE PROJECTOS E MEDIDAS

Os elementos de caracterização e de análise permitiram a definição de medidas e acções integradas, com vista à limitação de alguns dos problemas identificados e ao cumprimento de um conjunto de objectivos estabelecidos no desenvolvimento de vários projectos e acções convergentes e complementares, entre as quais se destacam:

- VALMONT – Intervir em Aldeias de Montanha; Proposta de planos de reconstrução agro-silvo-pastoril (2002-2003); PO NOR; Programa Operacional da Região Norte: Medida 1.4 – Valorização e Promoção Regional e Local;* que inclui propostas de ordenamento e aproveitamento sobre as actividades agro-silvo-pastoris do terço superior da bacia na freguesia de Cabração;
- Projecto de Valorização do Património Natural de Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro de Arcos: CMPL; ESAPL; SPEA; UM; FC-UP; UTAD; Medida 1.2 do Programa Operacional do Ambiente, Comissão de Coordenação da Região Norte (CCRN);* refere-se a implementação de actividades para recuperar o património, incluindo os espaços silvo-pastoris, instalação de viveiros de espécies autóctones e actividades animais;

- c) *Lima Agro-Rural para o Século XXI; Programa EQUAL 2001/ /EQUAL/A2/EM/077*; pretende dinamizar as actividades rurais e tradicionais na freguesia de Estorãos;
- d) *Planos de prevenção de incêndios; Subacção 3.4 – Prevenção de Riscos Provocados por Agentes Bióticos e Abióticos do programa AGRIS*; apresentação de propostas, em candidatura, para diminuição do risco e facilitar o combate a incêndios na grande maioria das áreas da bacia;
- e) *Espaços Protegidos do Norte de Portugal-Galiza (EUPROGANOP) INTERREG III-A*; criar e manter diversidade de habitats na PPLBS-PA com intervenções em espaços florestais e silvo-pastoris;
- f) *Sistemas de Recolha e Utilização de Resíduos Verdes para o Aproveitamento Energético (BIOREG) INTERREG III-B*; recuperação e processamento de resíduos verdes para alimentar o sistema de aquecimento do Centro de Interpretação da PPLBSPA e das instalações anexas;
- g) *Conservación, recuperación y mejora de los recursos de las espécies pecuárias de la zona transfronteriza*; INTERREG III-A; Eixo 3; medida 3.3 (Protocolo ESA – IPVC e APACRA); projecto que permite dinamizar as actividades animais em particular, a melhoria das condições de produção da raça autóctone de bovinos, Minhota-Galega;
- h) *Sistema de Informação Geográfica para o Território Rural de Galiza/Norte de Portugal – «SI@GN»*; INTERREG III-A; Eixo: (3); Medida (3.2); projecto que permite criar e sistematizar informação geográfica digital sobre a bacia hidrográfica.

Nestes projectos de uma forma explícita ou indirecta, integram-se referenciais técnicos ou bases de trabalho para acções de natureza territorial ou temática que visam:

O PLANEAMENTO DO USO DO SOLO E GESTÃO INTEGRADA DA BACIA

- o planeamento articulado ao nível do uso do território ao definir um quadro de uso do solo de acordo com as condições físicas, as características dos utilizadores, em respeito pelo percurso histórico, susceptibilidade e identidade de cada local;
- (re)equilibrar a distribuição das diversas actividades humanas no espaço, correspondente a uma diminuição da especia-

- lização dos usos e manutenção da respectiva multifuncionalidade;
- regular a actual tendência de expansão florestal das áreas urbanas e da rede viária, assim como, avaliar, *à posteriori*, o respectivo impacte sobre a quantidade e qualidade da água nos diferentes pontos ao longo da bacia;
 - monitorizar e acompanhar as obras de maior dimensão ou que impliquem uma maior ruptura com o uso e paisagem actual (ex., áreas urbanas e rede viária) e aplicar as medidas de mitigação mais adequadas;
 - identificar e intervir nos pontos críticos que contribuem para a degradação da qualidade da água (lixeiros, pedreiras, minas abandonadas, praias fluviais, unidades agro-industriais, serrações, etc.) e os impactes de natureza difusa (actividades pecuárias, horticultura intensiva e espaços urbanos, recolha e tratamento de resíduos sólidos e efluentes);
 - diminuir a extensão da movimentação de terras e os períodos sem cobertura vegetal no solo, em particular as intervenções no período de precipitação;

A GESTÃO DA ÁGUA E REGULAÇÃO DOS REGIMES HIDROLÓGICOS

- calcular as necessidades hídricas, definir planos de rega e conservar todas as estruturas associadas aos regadios tradicionais para minimizar as perdas e aumentar a eficiência da recolha e distribuição da água, permitindo a orientação dos caudais excedentes para os habitats de zonas húmidas da PPLBSPA;
- recuperar as estruturas tradicionais de conservação do solo, como sejam as zonas de socacos e terraços, seja pela divulgação das medidas agro-ambientais, ou mesmo pelo aumento da rentabilidade das culturas destes locais;
- ordenar e limpar a vegetação no interior dos cursos de água, para assegurar o escoamento livre sem remover os inertes do leito;
- recuperação dos corredores ripícolas e estabilização das margens, com vista ao efeito depurador e amortecimento da velocidade da água nas margens e nos leitos de cheia;
- manter a cobertura vegetal arbóreo-arbustiva em locais de maior escoamento superficial e limpar a vegetação herbácea em zonas húmidas de inundação sazonal e contínua, de forma a diminuir a quantidade de água perdida por evapotranspiração;

A DINAMIZAÇÃO E A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS E ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

- manter os solos cobertos nos períodos do ano em que a chuva é potencialmente mais erosiva, seja por aposta em culturas permanentes de cobertura do solo na entrelinha ou manutenção de culturas tradicionais de Inverno;
- reduzir o número e a profundidade das mobilizações, assim como, das práticas com equipamento pesado e favorecer a incorporação de matéria orgânica por fertilização ou o enterramento dos resíduos vegetais;
- recuperar as áreas de silvo-pastorícia e as actividades animais associadas, em particular a (re)introdução das raças de bovinos autóctones da raça Minhota-Galega e de pequenos ruminantes, integrando a componente animal e vegetal;
- privilegiar o uso múltiplo dos espaços sem colocar em causa a produtividade e rentabilidade associada e mesmo alguma especialização ao nível de cada parcela, com uma forte aposta na adopção da protecção e produção integrada, em particular nas culturas arbóreo-arbustivas;
- recuperar actividades, cultivares e sucessões tradicionais dos recursos genéticos autóctones.

A DINAMIZAÇÃO DOS ESPAÇOS/ACTIVIDADES FLORESTAIS E PREVENÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

- planear e instalar áreas de floresta em incultos, recuperando espaços ecologicamente equilibrados, adaptadas às condições naturais e aos diversos interesses dos diferentes tipos de produtores e proprietários, com respeito pela compartimentação e criação de faixas de segurança de folhosas em torno da rede viária e linhas de água;
- privilegiar a arborização com espécies autóctones ou adaptadas às diversidades das condições;
- adoptar técnicas de instalação que obriguem à menor intervenção possível sobre o solo, com respeito pela geomorfologia local;
- identificar e delimitar as áreas de invasoras lenhosas e implementar formas de controle mecânicos e químicos, em paralelo à sensibilização da população local sobre os impactes destas espécies na produtividade dos povoamentos, biodiversidade e identidade local;
- planear e implementar limpezas de povoamentos florestais, abertura e alargamento de caminhos, criação de pontos de água e revisão dos métodos de vigilância e combate;

- assegurar a aplicação de um conjunto de medidas de mitigação após a realização dos incêndios florestais e dos cortes em grandes extensões;
- explorar a componente cinegética nas áreas florestais, seja em termos de ictiofauna, mamíferos ou avifauna.

RISCOS E DIFICULDADES

A multidimensionalidade e a multidisciplinaridade dos trabalhos realizados nestes últimos anos sobre a bacia, implicaram a coordenação de um conjunto de técnicos e de utilizadores paralelamente, a um processo de decisão política e de demonstração técnica no campo. A diversidade dos actores participantes nos vários projectos dificultou a definição de objectivos e percursos comuns para minimizar os encargos de acção e o alcance dos resultados.

Da realização deste trabalho, destaca-se a dimensão e a dispersão inicial das bases de dados e a dificuldade de integração da componente humana e natural, pela diferença das escalas usadas. Os actores influenciam, em cada local, de uma forma marcante o funcionamento dos territórios. Por outro lado, os processos ambientais não se restringem a unidades socioeconómicas, como sejam as explorações, desenvolvem-se e expressam-se nas unidades naturais do território, como sejam as sub-bacias hidrográficas.

Nos projectos apresentados existe uma forte intervenção activa de entidades públicas e de entidades privadas de carácter associativo. Este facto pode resultar numa certa passividade dos outros utilizadores do espaço, em particular dos proprietários, o que pode comprometer a continuidade dos objectivos e dinâmicas.

Na construção do SIG de apoio aos estudos e planeamento, verificou-se a dificuldade em trabalhar a escalas compatíveis com a pequena dimensão da área e o nível de observação pretendido, e a dificuldade de integrar todos os elementos reunidos pelos investigadores e instituições envolvidas.

Atendendo à dispersão temática e espacial das medidas, torna-se muito difícil avaliar quantitativamente o seu grau de concretização e o número de actores abrangidos, isto é, do impacte real no terreno. Relativamente a este ponto convém destacar a forte adesão de actores institucionais e um acréscimo de sensibilização e confiança por parte dos produtores individuais.

BENEFÍCIOS

Os diversos estudos permitiram fundamentar acções incluídas em projectos desenvolvidos por actores regionais e locais que visam a reconversão de actividades económicas e a conservação ambiental de recursos na bacia.

Os decisores locais integraram o conceito de funcionamento da bacia, conseguindo sensibilizar os produtores agro-florestais. Este aspecto e a aproximação institucional resultante dos estudos e projectos facilitam a cooperação entre decisores, investigadores, técnicos e utilizadores.

A atribuição de figuras de protecção, primeiro a Rede Natura 2000 e seguidamente, a PPLBSPA permitiu centrar trabalhos de natureza científica e recursos socioeconómicos para cumprir um conjunto de objectivos propostos. A visibilidade crescente do espaço e o conhecimento técnico-científico acumulado sobre o conjunto dos processos ambientais e socioeconómicos formaram um capital fundamental para definir novas soluções técnicas para os actuais problemas.

A investigação e a acção alargaram-se progressivamente à totalidade da bacia, iniciando um processo de desenvolvimento através da dinamização das actividades e revitalização dos usos e práticas que imprimem identidade a esta unidade. Os utilizadores do espaço, em particular os produtores e os proprietários, usufruem neste momento de um apoio técnico próximo, seja por parte das instituições com responsabilidade na gestão sectorial, seja por elementos da PPLBSPA. Ao mesmo tempo, os trabalhos permitiram a definição de soluções que reduzem a dificuldade de cumprimento das normas implícitas às diversas figuras de protecção adoptadas.

No que se refere à metodologia, é importante apontar as vantagens da aplicação de métodos validados numa base espacial comum no âmbito de um SIG. A sistematização da informação geográfica digital de base, a formulação de cartografia temática e a modelação ambiental complexa deverão contribuir para a gestão dos recursos e funções deste local, de acordo com as exigências dos utilizadores.

LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS

O funcionamento hidrológico resulta directamente das condições naturais, da distribuição e da evolução da ocupação e uso do solo, definindo parâmetros de quantidade e qualidade da água, e de uma forma indirecta, interferindo sobre os processos de formação, remoção e degradação do solo.

Neste estudo de caso pretendeu-se mostrar uma perspectiva integrada e multidisciplinar do funcionamento e gestão de uma bacia hidrográfica através da análise de um conjunto de descritores e processos ambientais, para a definição consequente de medidas de carácter prático. A resolução dos problemas identificados implicou a mobilização e a coordenação de acções entre as entidades públicas e privadas. A administração pública de carácter regional e local interviu directamente na definição e aplicação das medidas, seja num quadro de incenti-

vo ao desenvolvimento de acções de investigação ou aspectos normativos, traduzidos em políticas e apoio técnico directo que visam o ordenamento territorial, a dinamização de actividades agro-silvo-pastoris e a conservação ambiental.

Em termos futuros interessa acumular bases de dados e conhecimentos sobre a bacia hidrográfica do rio Estorãos, permitindo compreender melhor a inserção da PPLBSPA nesta unidade territorial, nomeadamente a dimensão, localização e expressão dos processos ambientais. O SIG construído deverá facilitar a acumulação, a mobilidade e a acessibilidade de bases de dados entre estas instituições e mesmo com entidades externas ao local. Estes avanços visam reunir séries temporais e detalhe espacial suficiente para criar instrumentos capazes de suportar a decisão operacional das equipas técnico-políticas e mesmo dos produtores, em paralelo ao reforço da divulgação e demonstração.

A avaliação destas acções permite referenciar a importância central da investigação para definir soluções abrangentes e pragmáticas; do investimento público para formar uma envolvente motivadora e viabilizadora da acção privada; de coordenar as responsabilidades de estruturas com um âmbito de acção espacial e temático diferenciado; e conjugar diferentes projectos em termos de espaço e tempo.

A bacia hidrográfica do rio Estorãos apresenta condições e dinâmicas semelhantes a outros territórios a nível nacional, em particular em toda a região do Alto Minho. Esta experiência poderá ser extrapolada para outros locais, conscientes da necessidade de caracterizar o meio natural, de ajustar os objectivos e os processos sociais.

NOTAS

Pág. 74 ¹ A representação da distribuição da ocupação do solo, para momentos distintos, por cartografia digital permite quantificar as dinâmicas de uso do solo. Em paralelo, estas ferramentas são usadas na elaboração de modelos complexos de compreensão e simulação dos sistemas ambientais.

Pág. 76 ² A título de exemplo pode referir-se, a Lontra (*Lutra lutra*), a Relã (*Hyla arborea*), a Rã-ibérica (*Rana ibérica*), o Lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), a Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*), a Águia-calçada (*Hieraaetus pennatus*), o Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*) e a Cotovia-dos-bosques (*Lullula arborea*), entre outras. A presença das espécies anteriormente referidas justifica por si só a atribuição de um estatuto de protecção à zona. A PPLBSPA possui um conjunto de habitats, incluídos no Anexo I da Directiva Habitats, dos quais se destacam os Cursos de água mediterrânicos permanentes *Paspalo-Agrostidion* e margens arborizadas de *Salix* e *Populus alba*, Floresta galeria com *Salix alba* e *Populus alba* e turfeiras de cobertura das terras baixas, exemplo é classificado como um habitat prioritário.

Pág. 77 ³ Já no que diz respeito à conservação do solo, o efeito da interceptação deve ser considerado importante pois, através da redução da energia cinética das gotas de chuva antes delas atingirem a superfície do solo, contribui para a redução da acção erosiva durante as chuvadas intensas de grande duração (Lencastre *et al.*, 1992).



- Addiscott, T.M.; Whitmore, A.P. and Powlson, D.S. 1991. *Farming. Fertilizers and the Nitrate Problem*. CAB International, Oxon, UK, pp. 31-43.
- Agostinho, J. M. F. S. 2002. Minimização dos Riscos de Poluição com Nitratos no Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde. *O Minho, a Terra e o Homem* n.º 46, Suplemento II. Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho. Braga.
- Ahuja, L.R.; Rojas, K.W.; Hanson, J.D.; Shaffer, M.J.; Ma, L. 1999. *Root Zone Water Quality Model: Modeling Management Effects on Water Quality and Crop Production*. Water Resources Publications, LLC, Colorado USA.
- Allen, R. G.; Smith, M.; Perrier, A.; Pereira, L. S. 1994 a) – An update for the Definition of Reference Evapotranspiration – *ICID Bolletín*, vol. 43, n.º 2.
- Allen, R. G.; Smith, M.; Pereira, L. S.; Perrier, A. 1994 b). An update for calculation of Reference Evapotranspiration – *ICID Bolletín*, vol. 43, n.º 2.
- Alonso, J.; Araújo, J.; Santos, J.; Macedo, A.; Rodrigues, G.; Pereira, S., 2000. *Zona Húmida de Bertandos e S. Pedro d’Arcos: acerca da necessidade e dos contributos para um plano de ordenamento*. Congresso Áreas Protegidas e Desenvolvimento Sustentável – Comunicações, Eds. Ordem dos Biólogos e Concelho Regional da Ordem dos Biólogos, Paredes de Coura 4, 5 e 6 de Maio, p. 51.
- Alonso, J.; Araújo, J.; Sousa, M.; Agostinho, J.; Pereira, S.; Rodrigues, G.; Rodrigues, S.; Costa, L.; Valente, A. e Costa, J. (2002). *Caracterização sócioeconómica e ambiental da Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d’Arcos*. Ed. Câmara Municipal de Ponte de Lima. p. 100.
- Alonso, J.; Rey-Graña, J.; Santos, S.; Paredes, C.; e Vasconcelos, I. (2002a). *Sistema de Informação Geográfica para a Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d’Arcos (SIG@PPLBSPA)*. Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC); Escola Superior Agrária de Ponte de Lima (ESAPL). pp. 56 e Anexos.
- Alonso, J.; Rey-Graña, J.; Santos, S.; Paredes, C.; Vasconcelos, M. (2003a). *Os SIG como pontos comuns na caracterização, gestão, participação e promoção de espaços protegidos de âmbito regional e local*. IX Conferencia Iberoamericana de SIG, El VIII Congreso Nacional de la AESIG Y La II Reunión del GMCSIGT (Asociación de Geógrafos Españoles); *Sesión B: Desarrollo Sostenible 23-28 de Setembro de 2003 Cáceres. Spain*.
- Alonso, J.; Barreto, D.; Brito, N.; Pires, J.; Carneiro, S.; Valin, I.; Sousa, M.; Rey-Graña, J.; Santos, S.; Paredes, C. (2003b). *Planos de reconstrução agro-silvo-pastoril para áreas de montanha; S. Lourenço de Montaria (Viana do Castelo); Cabração (Ponte de Lima); Ermelo (Arcos de Valdevez) e Germil (Ponte de Barca)*. Projecto VALMONT – Valorizar as Áreas de Montanha, pp. 196 e Anexos.
- Alves, A; Vieira, I.; Falcão, P, 1997. *Projecto de Recuperação da Lagoa de Bertandos e S. Pedro d’Arcos para Parque Biológico*, CESE-Organização e Gestão dos Recursos Rurais. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.
- Alves, A. 1999. *O Parque Biológico de Bertandos e S. Pedro d’Arcos – Expectativas e Conflitualidades*. Relatório de Final do CESE em Organização e Gestão dos Recursos Rurais. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.
- Amaro, P. (2003a) – *A protecção integrada*. Isa/Press, Lisboa, p. 446.

- Amaro, P. (Ed.) (2003b) – *A protecção integrada da vinha*. ISA/Press, Lisboa, p. 111.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. (1976) – *Qualidade da água para a agricultura*. FAO, Roma.
- Barbosa, P., (2001); *Estudo da variação Espaço-Temporal do índice potencial de risco de erosão na Bacia hidrográfica do rio Estorãos com base num SIG*. Relatório Final de Curso, Bacharelato em Engenharia Hortícola e Paisagista. ESAPL/ IPVC – Ponte de Lima, p. 68 e Anexos.
- Barros, H & Grala, L. Q. (1943) – *Árvores de fruta*. Livraria Clássica Editora. 2.ª ed. p. 431.
- Boller, E. F.; Avilla, J.; Joerg, E.; Malavolta, F. G.; Wijnands, F. G. & Esbjerg, P. (2004) – *Integrated production – principles and technical guidelines*. 3rd Ed. *Bulletin OILB/SROP* 27 (2), p. 49.
- Cabello, F.P. (1990) – *Riegos Localizados de Alta Freqüência (RLAF): goteo, microaspersión, exudación*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Câmara Municipal de Ponte de Lima, 1999. *Plano de Intervenção na Zona Húmida de Bertandos e S. Pedro d'Arcos*, Dezembro. Ponte de Lima.
- Câmara Municipal de Ponte de Lima, 1999. *Proposta de Classificação para Área de Paisagem Protegida de Bertandos e S. Pedro d'Arcos*, Dezembro. Ponte de Lima.
- Cardoso, M. e Gonçalves, E., 2001. *Inventariação da avifauna da Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos*. Seminário sobre Conservação de Zonas Húmidas, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Refóios do Lima, 1 e 2 de Junho de 2001.
- Carneiro, S., 2002. *Comportamento migratório e reprodutor da lampreia marinha (Petromyzon marinus) no rio Estorãos*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 51 p.
- CE, Comunidade Europeia. 1991. Council directive of 19 December 1991 on the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EC). *Official Journal of the European Communities* vol. 34, n.º L375/3.
- CEE, Comunidade Económica Europeia. 1980. Council directive of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption (80/778/EEC). *Official Journal of the European Communities* Vol 23, n.º L229/11-29 (30.8.80).
- Costa, J., 1990. *Flora da Ribeira Lima, uma riqueza genética a preservar* (Flora selecta da reserva natural de Bertandos e S. Pedro d'Arcos, Porto).
- Costa, J., 1995. *Flora do Alto-Minho: Suas aplicações na medicina e na gastronomia locais*. Ed. Casa do Concelho de Ponte de Lima, Lisboa.
- Costa, J., 2001a. *Flora da Beira-Lima (Bacia do rio Estorãos e confluência com o Lima incluindo a área serrana do interior norte*. Porto, impress.
- Costa, J., 2001b. *Flora da Área Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos – área central da reserva*. Porto, impress.
- Costa, L.; Costa, A.; Esteves, A.; Valente, A.; Fernandes, F.; Gonçalves, F.; Rodrigues, G.; Alonso, J.; Araújo, J.; Sousa, M.; Pereira, S.; Mendes, V. (2001). *Proposta de Plano*

de Gestão e de Ordenamento da Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro D'Arcos. Câmara Municipal de Ponte de Lima; Ponte de Lima.

- Cortes, R.M.V.; Oliveira, D.G.M.; Santos, P.M.S.; Rocha, J.Q.S.; Rebelo, M.P. 2003. *Requalificação ambiental do rio Estorãos na área de Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro de Arcos.* Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro.
- Dec. Lei. 226/97 de 27 de Agosto; Directiva Habitats; *D.R.* I Série A, 27 Agosto. 4438-4441.
- Dec. Reg n.º 19/2000 de 11 Dezembro; *Cria a Paisagem Protegida de Bertandos e S. Pedro d'Arcos.* Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, n.º 284, I Série B. p. 7060-7064.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. *Irrigation and Drainage Paper* n.º 24, FAO, Rome.
- DRAEDM, 1994. Carta Provisória de Solos e Carta Provisória da Aptidão do Solo de Entre Douro e Minho. Agroconsultores e COBA. Lisboa, pp. 154 e Anexos.
- DRAEDM, 1999. *Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra para a Agricultura (1:25000) em Entre Douro e Minho.* Agroconsultores e COBA. Lisboa.
- Fink, K.; Scharpf, H.-C. 1993. N-Expert – A decision support system for vegetable fertilization in the field. *Acta Horticulturae* 339, 67-74.
- Fink, M.; Feller, C.; Scarpf, H.-C.; Weier, U.; Maync, A.; Ziegler, J.; Paschold, P.-J.; Strohmeyer, K. 1999. Nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium contents of field vegetables. Recent data for fertilizer recommendations and nutrient balances. *J. Plant Nutr. Soil Sci*, 162, 71-73.
- Fink, K.; Scharpf, H.-C. 2000. Apparent nitrogen mineralization and recovery of nitrogen supply in field trials with vegetables crops. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75 (6), 723-726.
- Gonçalves, E. N. C., 2000. *Relatório Síntese das Aves e Mamíferos de Presença Assinalada na Lagoa de Bertandos e S. Pedro d'Arcos e Terrenos Agrícolas Circundantes*, Ponte de Lima, Junho de 2000.
- Gomes, A., 2001. *A importância da Reflorestação de Áreas Áridas nas Componentes Hidrológicas da Bacia Hidrológica do rio Estorãos.* Relatório Final de Curso, Licenciatura em Engenharia Agrária. ESAPL-IPVC. Ponte de Lima.
- Gomes, A. e Agostinho, J., 2001. *Caracterização Hidrológica da Bacia do rio Estorãos.* Seminário sobre Conservação de Zonas Húmidas. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Refóios do Lima, 1 e 2 de Junho de 2001.
- Gomes, P.T; Botelho, A.C.; Carvalho, J.C., 2002. *Estudo da Flora e Fauna (Vertebrados Terrestres) da PPLBSPA.* Universidade do Minho.
- Jiménez E. I. & Garcia V. P. 1989. *Evaluation of city refuse compost maturity: A review.* *Biol. Wastes* 27:115-142.
- Hao X. & Chang C., 2001. *Gaseous NO, NO2, and NH3 loss during cattle feedlot manure composting.* *Phyton-annales Rei Botanicae*, 41 (3): 81-93.
- Heitor, A. M. 1998. *Variação da qualidade das águas na zona das masseiras – Freguesia de Estela, Concelho da Póvoa de Varzim.* INSA. Porto.

- HIDRONORTE, 2001. *Açude no ribeiro de Estorãos (Bertiandos) – Estudo Geológico-Geotécnico*. Ponte de Lima.
- Keller, J.; Karmeli, D. (1974) – *Trickle Irrigation Design*. Rainbird Sprinkler Manufacturing Corporation. Glendora, CA.
- Lorenz, H. P.; Schlaghecken, J.; Engl, G.; Maync, A.; Ziegler, J. 1989. Ordnungsgemäße Stickstoffdüngung im Freiland – Gemüsebau nach dem «Kulturbegleitenden Nmin Sollwerte (KNS)-System», Minist. F. Landwirtsch, Weinbau u. Forsten, Rheinland-Pfalz. Mainz, Germany.
- LQARS 1980. *Guia Prático de Fertilização*. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. Direcção Geral de Extensão Rural. Ministério da Agricultura. Lisboa. (72 p.).
- LQARS 2000. *Manual de fertilização das culturas*. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. Instituto Nacional de Investigação Agrária. 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 das Pescas. Lisboa.
- Mendonça, P. J. N. (2004). *Os Sistemas de Cultura nas Explorações de Horticultura da Zona Vulnerável n.º 1: Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde*. Relatório de Final de Curso em Engenharia Hortícola e Paisagista. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.
- Morais, F., 2001. *Estudo da Estrutura e composição paisagística e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Estorãos*. Relatório Final de Curso, Bacharelato de Engenharia Agro-Pecuária. ESAPL-IPVC. Ponte de Lima, p. 62.
- Moreira N. 1994. *Situação e perspectivas da produção forrageira intensiva no Entre Douro e Minho*. Pastagens e forragens, 14/15:31-40
- OILB/SROP (1977) – *Vers la production agricole intégrée par la lutte intégrée*. Bulletin OILB/SROP 1977 : 4, 153 p.
- O’Riordan, T. And Bentham, G. 1993. The politics of nitrate in the UK. In *Nitrate: Processes, Patterns and Management*. T. P. Burt, A.L. Heathwaite and S.T. Trudgill (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, UK, pp. 403-416.
- Paredes, C. (2004). *El uso de los Sistemas de Información Geográfica en la caracterización y analisis de cuencas hidrográficas: el rio Estorãos (Portugal)*. Tesis de Mestrado en «Gestión de Sistemas de Información Geográfica». UNIGIS – Universitat de Girona. Spain.
- Pereira, S., 1999. *Relatório final de Formação em Empresas ou Outras Organizações*. Curso de Engenharia do Ambiente e dos Recursos Rurais. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, ESAPL-IPVC- Ponte de Lima.
- Pereira, S.; Rodrigues, G.; Alonso, J.; Araújo, J. P.; Santos, J. C., 2000. *Zona Humida de Bertiandos e S. Pedro d’Arcos: o seu valor Paisagístico e Espécies Espontâneas de Interesse Ornamental, III Encontro Nacional de Plantas Ornamentais – Livro de Comunicações*, Eds. Associação Portuguesa de Horticultura, 363-370.
- Plano Director Municipal de Ponte de Lima, 2000. *Memória Descritiva*. Tecnopor, Consultores Técnicos Lda. Grupos DHn. 159 p.
- Portaria n.º 556/2003 – *Diário da República* n.º 159, I série-B, de 12 de Julho de 2003

- Presa, J. F. R. 2003. *Avaliação, caracterização e gestão da produção e utilização dos chorumes nas explorações leiteiras intensivas de Vila do Conde*. Relatório final de estágio da licenciatura em Engenharia Agrícola. UTAD, Vila Real.
- Rahn, C. R.; Greenwood, D. J.; Draycott, A. 1996. Prediction of nitrogen fertilizer requirements with the HRI Well-N computer model. In: *Progress in nitrogen cycling studies*. (Van Cleemput et al., Eds). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 255-8.
- Riffaldi R., Levi-Minzi R., Saviozzi A. & Capurro M. 1992. *Evaluation garbage compost*. *Biocycle*. (1): 66 69.
- Rodrigues, G., 1999. *Relatório final de Formação em Empresas ou Outras Organizações*. Curso de Engenharia do Ambiente e dos Recursos Rurais. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, ESAPL-IPVC. Ponte de Lima.
- Rodrigues, G., 2000. *Impacte Ambiental das Actividades Humanas sobre a Zona Húmida de Bertandos e S. Pedro d'Arcos*. Relatório Final de Curso, Bacharelato de Engenharia do Ambiente e dos Recursos Rurais, ESAPL-IPVC. Ponte de Lima, p. 79.
- Santos, J.; Alves, M.; Araújo, J.; Pereira, S.; Rodrigues, G. e Macedo, A., 1999. *O Parque Biológico de Bertandos e S. P. d'Arcos; Expectativas e Conflitualidades*. In *IX Congresso de Zootecnia: A Zootecnia no Limiar do 3.º Milénio – Programa e Resumos*, 11 a 13 de Novembro, Exponor, Matosinhos, 104.
- Scharpf, H.-C. 1991. Stickstoffdüngung im Gemüsebau. AID-Heft 1223. Bonn; Auswertungs-und Informationdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V.
- Teixeira, J. L. 1994. *Cálculo da Evapotranspiração de Referência*. Programa EVA-POT. Departamento de Engenharia Rural. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Tremblay, N.; Scharpf, H.-C.; Weier, U.; Laurence, H.; Owen, J. 2001. *Nitrogen Management in Field Vegetables: a guide to efficient fertilisation*. Agriculture and Agri-Food Canada. p. 63.
- Trindade, H. 1997. *Fluxos e perdas de azoto em explorações forrageiras de bovinicultura leiteira no noroeste de Portugal*. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real, 213 p.
- Valente, A. C. N., 1990. *Trout populations in the Lima bassin*. In van Densen. W. C. T., Steinmetz, B. & Hughes, R.H. (Eds.), 1990. *Management of freshwater fisheries*. Proc. Symp. EIFAC, Goteberg, Sweden, 31 May – 3 June 1998, PUDOC Wageningen: 437-446.
- Valente, A. C. N. e Heland, M., 1991. *Observations préliminaires sur le comportement alimentaire de la truite commune, Salmo trutta, dans une rivière portugaise, la rivière Estorãos*. Bull. Fr. Pêche Piscic., 318: 132-144.
- Vasconcelos, I. (2004); *Cartografia digital de parâmetros edáficos pelo método de Kriging: aplicação na Paisagem Protegida de Bertandos e S. Pedro d'Arcos*; Relatório Final de Curso, Engenharia Agrária; Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Ponte de Lima.; pp. 49 e Anexos.



ABREVIATURAS

- A₁ – Azoto fornecido através da água da chuva
A₂ – Azoto fornecido através da água de rega
ACP – Análise de componentes principais
AT – Adubação tradicional
B – Azoto fixado biologicamente pelo solo
C – Duração prevista do ciclo cultural
CAVC – Cooperativa Agrícola de Vila do Conde
CBPA – Código de Boas Práticas Agrícolas
CC – Capacidade de campo
CCRN – Comissão de Coordenação da Região Norte
Ce – Coeficiente de emurchecimento
CE – Condutividade eléctrica
CEe – Tolerância de cada cultura à salinidade do solo
CEi – Condutividade eléctrica da água de rega
Cf – Coeficiente de uniformidade de rega
CMPL – Câmara Municipal de Ponte de Lima
CNIG – Centro Nacional de Informação Geográfica
D – Período de tempo entre adubações
Da – Densidade aparente média do solo
DGF – Direcção-Geral das Florestas
DQA – Directiva-Quadro da Água
DR – Dotação de rega
DRAEDM – Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho
Ea – Eficiência do método de rega
EBAS – Equação do balanço de azoto do solo
EEA – Eficiência de extracção de azoto
ERFU – Esgotamento da reserva de água do solo facilmente utilizável
ESAPL – Escola Superior Agrária de Ponte de Lima
ET0 – Evapotranspiração de referência
ET0c – Evapotranspiração de referência corrigida
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETc – Necessidades hídricas da cultura
F – Azoto a fornecer através da fertilização
FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
FC-UP – Faculdade de Ciências Universidade do Porto
FSC – Fracção sólida do chorume
FSC+P – Fracção sólida do chorume misturada com palha
HORPOZIM – Associação dos Agricultores da Póvoa de Varzim

- ht – Dotação total de rega
hu – Dotação útil de rega
hu_c – Dotação útil de rega corrigida
I – Azoto imobilizado pelos microrganismos do solo
IDRH – Instituto para o Desenvolvimento Rural e Hidráulica
Im – Intensidade pluviométrica horária
Img – Intensidade pluviométrica horária média no caso da rega gota-a-gota
INAG – Instituto da Água
IPVC – Instituto Politécnico de Viana do Castelo
ISA – Instituto Superior de Agronomia
Kc – Coeficiente da cultura
kl – Coeficiente de localização de água
L – Perdas de azoto por lavagem nas águas de escoamento e de percolação
LC – Libertação controlada de azoto
LM – Limite máximo
LQARS – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva
LR – Lavagem de sais
MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas
MO – Matéria orgânica do solo
MP – Máximo permitido
MS – Margem de segurança
N – Necessidades da cultura em azoto para um determinado nível de produção
n – Número de gotejadores por metro quadrado
N_{disp} – Teor de N-NO₃⁻ no solo
N_{pot} – Azoto potencial resultante da mineralização das culturas
NR – Necessidades de rega
OILB/SROP – Organização Internacional de Luta Biológica e Protecção Integrada/Secção Oeste
Paleárctica
OR – Oportunidade de rega
p – coeficiente facilmente utilizável ou parâmetro de gestão da rega
P – Perdas de azoto por volatilização e desnitrificação
PAC – Política Agrícola Comum
PDM – Plano Director Municipal
PO – Produção obtida
PPLBSPA – Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos
PR – Produção de referência
Projecto Agro 35 – Aplicação de práticas agrícolas para redução da lixiviação de nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila do Conde. Aprovado no âmbito da Acção 8.1 – Desenvolvimento Experimental e Demonstração
Projecto Agro 177 – Separação de sólidos, injeção e tratamento de chorume de explorações pecuárias leiteiras do Noroeste. Aprovado no âmbito da Acção 8.1 – Desenvolvimento Experimental e Demonstração

Projecto Agro 794 – Compostagem da fracção sólida do chorume de explorações pecuárias leiteiras com fins agronómicos e ambientais. Aprovado no âmbito da Acção 8.1 – Desenvolvimento Experimental e Demonstração

q – caudal médio de cada gotejador

QR – Quantidade de azoto recomendada

R – Azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes

RAN – Reserva Agrícola Nacional

RD Etc – Reposição diária da evapotranspiração da cultura

REDM – Região de Entre Douro e Minho

REN – Reserva Ecológica Nacional

RFU – Reserva de água facilmente utilizável

RU – Reserva de água utilizável do solo

S₁ – Azoto resultante da mineralização da matéria orgânica (húmus) do solo

S₂ – azoto disponível no solo (azoto mineral)

SAU – Superfície agrícola útil

Se – Distância entre gotejadores

Sf – Azoto mineral residual à data da colheita

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SI – Distância entre os ramais de gotejadores

t – tempo de aplicação de cada rega

T – Teor médio de NO₃⁻ na água de rega

TE – Tensiómetros eléctricos

TM – Tensiómetros mecânicos ou de vácuo

U – Capacidade utilizável de água do solo

UE – União Europeia

UM – Universidade do Minho

USLE – Universal Soil Loss Equation

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

V – Volume de rega

Z – Profundidade efectiva de rega, ou seja, profundidade da camada de solo explorada por cerca de ¾ da massa radicular da cultura

ZEC – Zonas especiais de conservação

ZV – Zona Vulnerável

ZV1 – Zona Vulnerável n.º 1 constituída pela área de protecção do aquífero livre entre Esposende e Vila do Conde

A N E X O S

ANEXO A

Quadro A – Dotações de rega (mm) a praticar nas culturas hortícolas da ZVI

CULTURAS DE AR LIVRE EM ARENOSSOLOS						CULTURAS DE AR LIVRE EM CAMBISSOLOS					
Semana n.º	Alface	Alho francês	Cebola	Couve	Nabo	Alface	Alho francês	Cebola	Couve	Nabo	
1	2,04	2,49	2,49	3,17	2,95	7,83	9,57	9,57	12,18	11,31	
2	3,85	3,85	3,63	5,67	5,67	14,79	14,79	13,92	21,75	21,75	
3	5,67	4,76	4,53	7,52	7,37	21,75	18,27	17,4	30,45	29,58	
4	6,8	5,44	5,21	8,23	8,23	26,1	20,88	20,01	34,8	34,8	
5	6,8	6,35	5,89	8,23	8,95	26,1	24,36	22,62	34,8	39,15	
6	6,8	6,94	6,35	8,23	8,95	26,1	26,97	24,36	34,8	39,15	
7	6,8	7,23	6,8	8,23	8,95	26,1	28,71	26,1	34,8	39,15	
8	6,8	7,37	6,8	8,23	8,95	26,1	29,58	26,1	34,8	39,15	
9	6,8	7,52	6,8	8,23		26,1	30,45	26,1	34,8		
10		7,52	6,8				30,45	26,1			
11		7,52	6,8				30,45	26,1			
12		7,52	6,8				30,45	26,1			
13		7,52	6,8				30,45	26,1			
14		7,52	6,8				30,45	26,1			
15		7,52					30,45				
16		7,52					30,45				
17		7,52					30,45				

CULTURAS DE ESTUFA EM ARENOSSOLOS							CULTURAS DE ESTUFA EM CAMBISSOLOS					
Semana n.º	Alface	Feijão Verde	Meloa	Pepino	Pimento	Tomate	Alface	Feijão Verde	Meloa	Pepino	Pimento	Tomate
1	a)	3,09	2,41	2,2	2,19	3,14	a)	11,85	9,27	8,46	8,4	9,03
2		4,94	3,62	3,67	3,7	4,7		18,96	13,9	14,1	14,22	13,54
3		6,43	4,53	4,78	5,48	5,88		25,28	17,38	19,18	19,39	16,93
4		7,21	5,2	5,43	5,69	6,75		30,02	21,43	23,13	23,27	20,88
5		8	5,86	5,99	6,22	7,61		34,75	25,49	26,52	26,5	24,82
6		8,52	6,34	6,45	6,75	8,23		37,91	28,38	29	29,73	27,65
7		8,78	6,72	6,73	7,07	8,73		39,49	30,19	30,2	31,67	29,41
8		8,78	7,1	6,73	7,18	9,23		39,49	31,82	30,2	32,31	30,99
9		8,78	7,39	6,73	7,18	8,36		39,49	33,05	30,2	32,31	32,19
10		8,78	7,39	6,73	7,18	8,36		39,49	33,05	30,2	32,31	32,19
11		8,78	7,39	6,73	7,18	8,36		39,49	33,05	30,2	32,31	32,19
12		8,78	7,39	6,73	7,18	8,36		39,49	33,05	30,2	32,31	32,19
13		8,78	7,39	6,73	7,18	8,36		39,49	33,05	30,2	32,31	32,19
14		8,78	7,39	6,73	7,18	8,36		39,49	33,05	30,2	32,31	32,19
15			7,39	6,73	7,18	8,36			33,05	30,2	32,31	32,19
16			7,39		7,18	8,36			33,05		32,31	32,19
17					7,18	8,36					32,31	32,19

a) Ver metodologia C



ANEXO B

Quadro B – Valores médios da evapotranspiração de referência (ETo), expressos em mm.dia-1, para a ZV1 (Estação meteorológica de Viana do Castelo; série de 1952-1982).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1,4	1,9	2,6	3,6	4,6	5,3	5,4	4,9	3,6	2,6	1,8	1,4



INTRODUÇÃO	5	O PROCESSO DE COMPOSTAGEM DA FRACÇÃO SÓLIDA DO CHORUME	49
CAPÍTULO 1 O CONTROLO DA FERTILIZAÇÃO AZOTADA NA ZONA VULNERÁVEL N.º 1 ...	7	RISCOS E DIFICULDADES	54
DESCRIÇÃO	9	BENEFÍCIOS	54
CARACTERIZAÇÃO DA ZONA VULNERÁVEL N.º 1	9	LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS	55
METODOLOGIA PARA A FERTILIZAÇÃO AZOTADA NA ZV1	10	CAPÍTULO 4 PROTECÇÃO INTEGRADA EM MACIEIRA .	57
CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA	18	DESCRIÇÃO	60
RISCOS E DIFICULDADES	23	A FRUTICULTURA NA REGIÃO DE ENTRE O DOURO E MINHO	60
BENEFÍCIOS	24	CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA	61
LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS	24	PROTECÇÃO CONVENCIONAL VS PROTECÇÃO INTEGRADA	61
CAPÍTULO 2 A CONDUÇÃO DA REGA EM HORTÍCOLAS NA ZONA VULNERÁVEL N.º 1	27	RISCOS E DIFICULDADES	66
DESCRIÇÃO	28	BENEFÍCIOS	67
CONDUÇÃO E PROGRAMAÇÃO DA REGA EM HORTÍCOLAS DA ZV 1	28	LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS	68
CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA	36	CAPÍTULO 5 O USO, A CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM ESPAÇOS RURAIS: A BACIADO RIO ESTORÃOS	69
RISCOS E DIFICULDADES	41	DESCRIÇÃO	70
BENEFÍCIOS	41	A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ESTORÃOS	70
LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS	41	O DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE PROJECTOS E MEDIDAS	79
CAPÍTULO 3 INOVAÇÃO NA GESTÃO DO CHORUME ...	43	RISCOS E DIFICULDADES	83
DESCRIÇÃO	45	BENEFÍCIOS	83
BACIA LEITEIRA DE VILA DO CONDE ...	45	LIÇÕES E ENSINAMENTOS/ /PERSPECTIVAS FUTURAS	84
CARACTERÍSTICAS DA EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA	47	Referências	86
A SEPARAÇÃO DO CHORUME EM SÓLIDOS E LÍQUIDOS	48	Abreviaturas	91
		Anexos	94