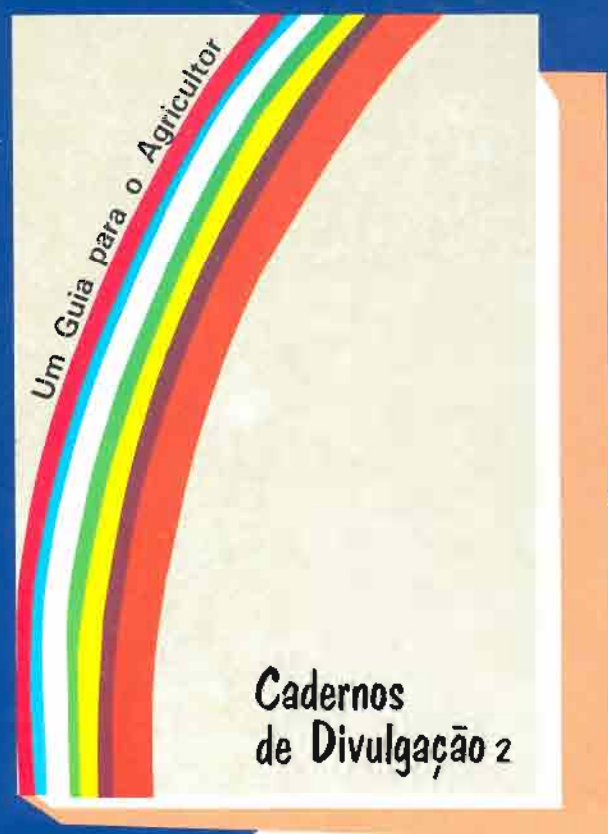




A Rega em Portugal

JOSÉ RASQUILHO RAPOSO



Um Guia para o Agricultor

Cadernos de Divulgação 2

A Rega em Portugal

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PESCAS E ALIMENTAÇÃO

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA

A Rega em Portugal

JOSÉ RASQUILHO RAPOSO

Engenheiro Agrónomo

Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia

Lisboa

Junho 1989

NOTA DE APRESENTAÇÃO

A ideia de publicar um GUIA PARA O AGRICULTOR nasceu e foi tomando corpo à medida que se foram desenvolvendo e pondo em prática determinadas acções no sentido de dar a conhecer aos agricultores os apoios técnicos e os incentivos financeiros que o Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação dispõe com vista à modernização das explorações agrícolas e à melhoria da situação estrutural da agricultura portuguesa. Referimo-nos, designadamente, às Acções de Dinamização que envolveram o INIA, as Direcções Regionais de Agricultura e as Organizações de Agricultores, às acções programadas e de intervenção sistemática dos técnicos regionais e locais junto dos agricultores (as campanhas, respectivamente, dos 100 e 150 Dias de Campo) e ao lançamento do Serviço de Informação Itinerante. Todas estas iniciativas, bem como os Contratos de Apoio Técnico (CAT), de índole aparentemente pontual, mas que pretendem responder a necessidades concretas e bastante sentidas pelos agricultores, deverão ser gradualmente aprofundadas e alargadas a outras actividades e domínios complementares e dar origem à instalação e funcionamento de um Sistema Organizado de Apoio aos Agricultores, o qual, gradualmente, também, irá sendo assumido e gerido pelos próprios interessados.

No desenvolvimento daquelas iniciativas desde logo se tornou evidente a falta de conhecimentos disponíveis (sistematizados e organizados) que pudessem ser facilmente utilizados pelos técnicos e pelos agricultores na resolução dos seus problemas.

Esta versão do Guia para o Agricultor compreende 3 volumes e um conjunto de Cadernos de Divulgação:

- Vol. 1 — Apoios Financeiros ao Desenvolvimento da Agricultura. Crédito Agrícola e Seguros;
- Vol. 2 — Apoios Técnicos para o Desenvolvimento da Agricultura;
- Vol. 3 — Actividades Agro-Pecuárias e Florestais.

No Volume 1, tendo em vista facilitar o estabelecimento de contactos com os Serviços do Ministério, inclui-se, para além dos apoios financeiros, um conjunto de informações relativas à estrutura orgânica e ao funcionamento do Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação.

Com os Cadernos de Divulgação, que serviram de base à elaboração de alguns temas dos volumes referidos, pretende-se pôr à disposição dos técnicos, dos agricultores e das respectivas organizações conhecimentos mais alargados acerca de assuntos considerados de reconhecida importância para o desenvolvimento da agricultura.

Um Guia para Agricultor tem, como não podia deixar de ser, uma natureza dinâmica, exigindo-se a actualização e o aprofundamento permanentes dos conhecimentos que vão sendo divulgados e, bem assim, a introdução de novas matérias técnicas e de novas actividades agro-pecuárias e silvícolas.

Por outro lado, todos estes documentos de divulgação pela grande dimensão e variedade de domínios que abarcam, devem ser objecto de outras formas de tratamento, adequado e diversificado, em termos de linguagem, de apresentação e de formas de divulgação, no sentido de abranger um Universo, o mais amplo possível e representativo dos agricultores portugueses.

Um Guia para o Agricultor não é, nem pretende ser e, face ao exposto, não poderia ser um Projecto definitivo (obra acabada) pelo que todas as sugestões serão bem recebidas e introduzidas na medida do possível, de modo a manter actualizado e com características de continuidade um projecto que em alguns países ultrapassa já uma dezena de edições e tem a participação activa das Organizações de Agricultores.

Pretende-se que o Guia para o Agricultor seja anualmente actualizado, designadamente no que se refere aos Apoios Financeiros ao Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa.



ÁLVARO ROQUE DE PINHO BISSAIA BARRETO
(MINISTRO DA AGRICULTURA, PESCAS E ALIMENTAÇÃO)

ÍNDICE

1 — O Clima de Portugal e a Agricultura	7
2 — Finalidades da Rega	9
2.1 — Regas de Humedecimento	10
2.2 — Regas de Protecção	13
2.3 — Regas de Fertilização	17
3 — Sistemas de Rega	20
3.1 — Rega por Escorrimento	22
3.2 — Rega por Submersão	29
3.3 — Rega por Infiltração	33
3.4 — Rega Localizada (miniaspersão e gota-a-gota)	39
3.5 — Rega por Aspersão	50
3.6 — Interesse Actual dos Diversos Sistemas de Rega em Portugal	57
4 — A Água de Rega	65
4.1 — Aproveitamento das Disponibilidades Hídricas Existentes	66
4.2 — Qualidade da Água	68
5 — Necessidades Hídricas das Culturas	72
5.1 — Dotação de Rega	73
5.2 — Intervalo de Tempo entre Regas	76
5.3 — Necessidades Hídricas de Ponta	79
5.4 — Necessidades Hídricas Anuais	79
Bibliografia	81

1 — O CLIMA DE PORTUGAL E A AGRICULTURA

A maior parte do Continente português tem, como se sabe, um clima de tipo mediterrânico, ou seja, caracterizado por ter o ano dividido fundamentalmente em dois períodos distintos:

- um, frio e chuvioso, em regra de Outubro a Abril, que podemos designar por **período invernal**, durante o qual há geralmente um excesso hídrico, mais acentuado no Norte que no Sul do País;
- outro, quente e seco, normalmente entre Maio e Setembro (**período estival**), durante o qual há, quase sempre, um nítido défice de água, mais saliente no Sul do que no Norte do território.

Durante o período invernal, a regra é, pois, mais o excesso de água do que a falta desta, donde resulta a necessidade de se proceder ao **enxugo (drenagem)** de muitos terrenos de cultivo. Ocorrem, no entanto, alguns anos em que estas condições não se verificam claramente.

Em contrapartida, no período estival, durante o qual a maior parte das plantas cultivadas tem a fase mais intensa e importante do seu ciclo vegetativo e, conseqüentemente, de maiores exigências hídricas, torna-se geralmente necessário proceder à **rega para compensar a deficiente humidade do solo**.

Esta situação contrasta singularmente com o que se passa nalguns países da Europa Central, onde as precipitações — por vezes da mesma ordem de grandeza das do nosso País, ou até inferiores — se distribuem de uma forma relativamente regular ao longo do ano.

Frequentemente, verifica-se mesmo uma maior precipitação precisamente nos meses de Verão, o que é extremamente vantajoso sob o ponto de vista agrícola.

Quer dizer, enquanto nesses países as regas são, quando muito, apenas um complemento das precipitações naturais (**regas de complemento**), no Continente português a rega reveste-se, de um modo geral, de fundamental importância.

Daí o interesse de que julgamos revestirem-se os elementos que a seguir se apresentam sobre o problema do regadio, tendo em vista a realização das regas da melhor forma possível.



2 — FINALIDADES DA REGA

No sentido mais geral, a **rega** é, pois, a operação constituída pelo fornecimento de água ao solo com o objectivo de melhorar as condições em que vegetam as plantas cultivadas.

Quanto à sua finalidade, as regas podem classificar-se em:

- a) regas de humedecimento
- b) regas de protecção
- c) regas de fertilização.

2.1 — REGAS DE HUMEDECIMENTO

As regas de humedecimento são as regas propriamente ditas, ou seja, as regas com as quais se pretende compensar a insuficiência das chuvas, fornecendo ao terreno, nos momentos mais adequados, as quantidades de água necessárias à obtenção da humidade do solo mais conveniente ao desenvolvimento das culturas agrícolas.

2.1.1 — Parâmetros da rega

As regas de humedecimento, qualquer que seja o sistema de rega empregado, são caracterizadas fundamentalmente pelos seguintes parâmetros:

- a) dotação de rega;
- b) intervalo de tempo entre regas;
- c) intensidade de rega;
- d) tempo útil de rega.

A **dotação de rega** — também por vezes designada **dose de rega** — é a quantidade de água a fornecer, por unidade de área de terreno, em cada rega. Avalia-se geralmente em metros cúbicos por hectare ou (especialmente nos casos da rega por aspersão e da rega localizada) em milímetros ($1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3/\text{ha} = 1 \text{ l/m}^2$). Depende principalmente da natureza do terreno, das culturas a beneficiar e do método de rega empregado.

O **intervalo de tempo entre regas** é função, não só dos factores anteriormente referidos, como ainda, em mais larga escala, das características climáticas da região.

Para que as regas atinjam perfeitamente o fim em vista, torna-se necessário que sejam realizadas nos momentos mais adequados e com as quan-

tidades exactas de água mais convenientes, isto é, que os dois parâmetros anteriores (dotação de rega e intervalo de tempo entre regas) tenham os valores mais apropriados para as circunstâncias em causa. Adiante trataremos este problema.

A **intensidade de rega** define a quantidade de água que se infiltra no solo por unidade de tempo; avalia-se geralmente em milímetros por hora. Este parâmetro tem especial interesse nos casos da rega por aspersão e da rega localizada. Varia fundamentalmente com as características do terreno beneficiado, principalmente com a sua textura (ou, melhor, com a respectiva permeabilidade) e o seu declive. Pode, portanto, ser maior nos solos arenosos do que nos argilosos e nos terrenos menos acidentados.

O **tempo útil de rega (diário e semanal)**, embora dependa de quase todos os factores em causa, deve ser principalmente função do sistema de rega e do tipo de mão-de-obra de que se dispõe para a realização das regas e, em menor grau, da natureza do terreno e das culturas a beneficiar. Em regra, o tempo diário de rega vai de 8 h/dia (especialmente com os sistemas de rega por gravidade) a mais de 16 h/dia (particularmente com os modernos sistemas de rega).

2.1.2 — Classificação dos sistemas de rega

Existem diversos sistemas de rega que, como é lógico, devem ser empregados de acordo com as circunstâncias em causa, particularmente a natureza das culturas e do terreno a beneficiar, a mão-de-obra de que se dispõe para a realização das regas, o clima local, etc.

Em rigor, não existe nenhuma classificação dos métodos de rega que seja perfeita. No quadro 1, apresentamos a que nos parece mais adequada.

Uma outra classificação, que tem actualmente também bastante interesse, é a proposta pela Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem, que considera fundamentalmente dois grupos de sistemas de rega:

- a) **micro-irrigação**, na qual se incluem os processos que realizam o humedecimento de apenas uma parte da superfície do solo, como é especialmente o caso da rega localizada e, por vezes, doutros sistemas de rega (como o dos sulcos, caldeiras, rega subterrânea, etc.);
- b) **macro-irrigação**, que inclui os processos que dão origem ao humedecimento de toda a superfície do terreno a beneficiar, como é o caso geral (aspersão, faixas, canteiros, etc.).

Quadro 1 — Classificação dos sistemas de rega

Métodos	Processos	
Esgorrimento	Regadeiras de nível	
	Regadeiras inclinadas	
	Planos inclinados	
	Cavaletes	
	Faixas	
Submersão	Canteiros (alagamentos)	
	Caldeiras	
Infiltração	Sulcos	
	Rega subterrânea	
	Rega localizada	Gota-a-gota
		Miniaspersão
Rega por aspersão		
Rega por gravidade		
Rega à pressão		

2.2 — REGAS DE PROTECÇÃO

As regas de protecção têm por objectivo realizar a defesa das plantas contra condições climáticas desfavoráveis, especialmente contra as baixas temperaturas. Vejamos os exemplos mais característicos deste tipo de rega.

2.2.1 — Regas de lima

Um dos mais notáveis é constituído pelas **regas de lima** dos prados (**lameiros**) do Norte do País, contra as baixas temperaturas invernais, o que permite obter boas produções forrageiras para o gado, mesmo nos meses mais frios do ano.



Rega de lima de um lameiro, em Trás-os-Montes, por meio de regadeiras de nível.

Em geral, trata-se de terrenos mais ou menos acidentados, realizando-se as regas por escoamento superficial, pelo processo das regadeiras de nível, adiante descrito.

Para que a protecção seja eficaz, a água (com temperatura positiva) tem que correr abundante e continuamente, dia e noite, sobre a cultura (geralmente o azevém), durante toda a época em que se registam as baixas temperaturas.



Rega de lima, com regadeiras de nível, no Norte do País.

Este tipo de rega dá, como é lógico, origem ao consumo de elevadíssimos volumes de água por hectare, por causa dos caudais contínuos que são necessários durante toda a época em que se registam baixas temperaturas, época em que felizmente as disponibilidades hídricas são geralmente mais abundantes.

2.2.2 — O caso da cultura do arroz

É também, até certo ponto, exemplo do tipo de rega que estamos considerando o caso da cultura do arroz, que, nas nossas latitudes, só é possível em canteiros, com submersão permanente, para que a água, além de

satisfazer as respectivas necessidades hídricas, provoque também a indispensável protecção das plantas contra as baixas temperaturas, especialmente das que se registam durante o período nocturno.



Canteiros de arroz, de pequenas dimensões, na região de Ponte de Sor, que não permitem a mecanização das operações culturais.

Por este facto, a dotação anual necessária para um hectare de arroz, ao contrário do que se verifica com as outras culturas, diminui, de um modo geral, com o decréscimo da latitude. No Continente português há já uma grande diferença a este respeito entre o que se passa no Vale do Vouga (perto de 30 000 m³/ha) e o Algarve (menos de 12 000 m³/ha).

Pela mesma razão, nas regiões tropicais, o arroz já não precisa dessa protecção, podendo ser regado por aspersão ou cultivado de sequeiro, na época das chuvas, embora geralmente ainda em canteiros, para melhor aproveitamento das águas pluviais.

2.2.3 — Protecção contra as geadas

O caso mais perfeito de regas de protecção é, sem dúvida nenhuma, o da defesa das plantas contra as geadas por meio da rega por aspersão.

Esta técnica utiliza-se principalmente na protecção de pomares, vinhas e, em menor escala, de culturas hortícolas, com instalações de **chuva lenta**

— isto é, que fornecem intensidades de precipitação média não superiores a 5 mm/h — totalmente fixas (temporária ou parcialmente), funcionando simultaneamente sobre todo o terreno a proteger, durante as noites de provável formação de geada.

Em regra, trata-se de **instalações polivalentes**, ou seja, que além da defesa contra as geadas durante o período invernal e das regas de humedecimento durante a época de deficiência hídrica, podem ser empregadas para outras finalidades (distribuição de pesticidas e herbicidas, fertirrigação mineral, protecção contra as altas temperaturas estivais, etc.), o que permite amortizar mais facilmente os respectivos encargos de primeiro investimento e de funcionamento, normalmente bastante elevados.

Com esta técnica consegue-se geralmente uma protecção muito mais eficaz das culturas (mesmo com temperaturas da ordem dos -10°C , ou mesmo mais baixas) do que com os métodos clássicos de combate contra as geadas (aquecimento, fumos, ventilação, etc.). No nosso País existem já algumas instalações deste tipo, especialmente em pomares de citrinos, funcionando com inteiro sucesso.

Note-se que muitas vezes é possível obter também uma suficiente protecção das culturas contra as geadas com uma rega, ao anoitecer, realizada por uma aspersão normal (não polivalente) ou por qualquer outro método diferente (escorrimento, submersão, etc.). Isto verifica-se especialmente quando as temperaturas não sejam muito baixas (não inferiores a -2°C a -3°C) e com plantas de baixo porte, como é o caso da maior parte das culturas hortícolas.

2.2.4 — Protecção contra as altas temperaturas

Finalmente, refira-se a protecção das culturas contra as altas temperaturas estivais, também por meio de instalações de rega por aspersão de chuva lenta, geralmente também polivalentes, prática actualmente bastante vulgarizada nos Estados Unidos (sobretudo na Califórnia), em vinhas, pomares e, em menor escala, em culturas hortícolas.

Regra geral, põem-se as instalações em funcionamento quando a temperatura do ar sobe para mais de 32°C. Normalmente basta que a instalação funcione, em cada parcela, apenas durante 2,5 a 5 minutos, com intervalos de 15 a 30 minutos, para se obter uma defesa eficaz das produções agrícolas contra os efeitos do calor excessivo.

Uma certa protecção pode também conseguir-se com a rega realizada por qualquer outro sistema, especialmente nos casos em que as temperaturas não sejam demasiado elevadas.

2.3 — REGAS DE FERTILIZAÇÃO

As regas de fertilização consistem na realização das fertilizações do solo simultaneamente com a rega. Esta técnica, designada por **fertirrigação**, pode ser mineral ou orgânica.

2.3.1. — Fertirrigação mineral

A **fertirrigação mineral**, também chamada rega fertilizante, é a prática cultural que se baseia na incorporação dos adubos químicos na água de rega.

Trata-se de uma técnica relativamente antiga, que os agricultores de alguns países têm empregado com base em diversos sistemas de rega. Actualmente, porém, encontra-se difundida (inclusive no nosso País) associada essencialmente à rega por aspersão, também por meio de instalações polivalentes de chuva lenta, munidas com aparelhagem apropriada para o efeito (fertilizadores ou injectores de adubos, etc.).

Note-se que a fertirrigação mineral, que se torna fundamental no caso da rega localizada (miniaspersão e gota-a-gota), é sobretudo eficiente para

a distribuição de adubos azotados, potássicos e alguns oligoelementos. O caso das adubações fosfatadas envolve geralmente algumas dificuldades ou limitações, aliás, hoje em dia, geralmente possíveis de resolver.

2.3.2 — Fertirrigação orgânica

A **fertirrigação orgânica** consiste na incorporação dos escurrimentos provenientes das instalações pecuárias (formados pelos dejectos sólidos e líquidos dos animais, águas de lavagem, etc.) na água de rega.

Esta prática parece ter nascido, há muitos séculos, nas regiões alpinas da Suíça, onde era costume os agricultores lavarem os estábulos com água corrente, recolhendo os escurrimentos, com os dejectos líquidos e sólidos dos animais, numa fossa, donde, depois de fermentados, eram distribuídos pelos prados por meio de uma adequada rede de regadeiras.

Este sistema primitivo de fertirrigação, tinha, porém, o inconveniente de dar origem a grandes perdas de elementos fertilizantes e a uma distribuição irregular da matéria orgânica, razão por que nunca se divulgou grandemente fora das regiões alpinas.

Actualmente, a fertirrigação orgânica é uma prática extremamente aperfeiçoada, sobretudo quando associada à rega por aspersão. No nosso País existem já muitas instalações deste tipo funcionando com o maior êxito.

Esta prática é, hoje em dia, o complemento lógico das explorações pecuárias (sobretudo das vacarias e pocilgas), pois tem a grande vantagem de simplificar extraordinariamente as tarefas dentro das respectivas instalações. Efectivamente, estas tarefas tornam-se assim mais fáceis, cómodas e asseadas, donde resulta uma melhoria notável das condições de trabalho do pessoal agrícola, uma vez que desaparecem quase totalmente os trabalhos mais penosos e desagradáveis, como são os relativos à remoção, transporte e distribuição das camas do gado e dos estrumes. Simultaneamente, consegue-se evitar a poluição das águas superficiais provocada por esses escurrimentos quando lançados directamente nas linhas de água.

Note-se que a fertirrigação orgânica não pode ser realizada com instalações de rega por aspersão de chuva lenta, nas quais seriam frequentes os entupimentos dos aspersores. Os melhores resultados obtêm-se com instalações de aspersão apropriadas para o efeito (com agitadores-misturadores nas fossas, bombas com rotor helicoidal, aspersores com agulheta de borracha, etc.).



Fertirrigação orgânica por aspersão.

Saliente-se que a fertilização orgânica pode também utilizar-se associada a qualquer dos métodos clássicos de rega e até à rega localizada. Pode ainda efectuar-se o transporte e distribuição dos chorumes por meio de **veículos-cisternas**, sistema muito usado no Norte da Europa e também entre nós, especialmente para os casos de explorações agrícolas constituídas por parcelas dispersas ou afastadas das instalações pecuárias.

3 — SISTEMAS DE REGA

Durante muitos séculos, o homem praticou a rega sem cuidados de maior, isto é, sem se preocupar em fornecer ao solo as dotações mais apropriadas e em escolher, para esse efeito, os momentos mais convenientes às circunstâncias em causa.

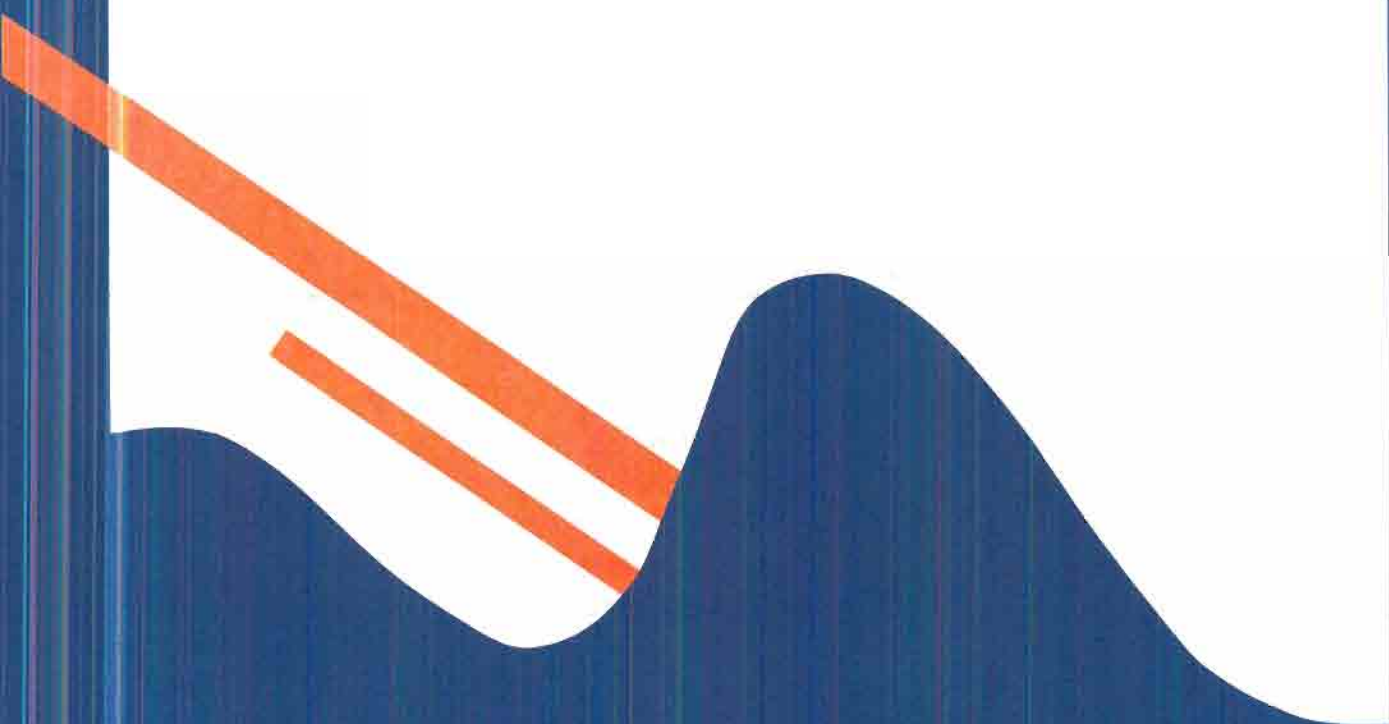
Actualmente, à medida que se vai verificando que as disponibilidades de água doce à superfície terrestre se tornam cada vez mais insuficientes para as crescentes necessidades do homem — em face das múltiplas utilizações do precioso líquido (consumos domésticos, industriais, agrícolas e pecuários, etc.) —, problema que se agrava com o aumento da poluição, não pode continuar a fazer-se como noutros tempos, ou seja, a realizar as regas de qualquer maneira.

Há que efectuá-las racionalmente, isto é, de modo a fornecer às plantas cultivadas as quantidades exactas de água de que estas precisam e a utilizar, para esse efeito, os momentos mais adequados.

Na rega não deve, pois, empregar-se água de menos, porque isso poderia prejudicar as culturas; nem de mais, o que, além de poder também afectar as plantas, daria origem a perdas de água por escoamento superficial ou por infiltração profunda e, conseqüentemente, à possível erosão do solo ou à lavagem e arrastamento dos respectivos nutrientes. Consegue-se, assim, empregando menos água do que antigamente, obter maiores e até melhores produções agrícolas.

Existem, como referimos, diversos sistemas de rega (cuja classificação apresentámos anteriormente), os quais, como é lógico, devem ser utilizados de acordo com as circunstâncias em causa, particularmente a natureza das culturas a beneficiar, a topografia e características do terreno a regar, etc.

Apresentamos seguidamente as características principais dos diversos sistemas de rega, suas vantagens e inconvenientes, dando especial relevo àqueles que nos parecem de maior interesse actual para os regadios nacionais.



3.1 — REGA POR ESCORRIMENTO

Neste método, a água escorre sobre o terreno, sob a forma de lençol, com espessura mais ou menos regular, infiltrando-se no solo enquanto dura esse escoamento.

Como mostra o quadro 1, este método tem diversos processos de rega, que a seguir se descrevem. Refira-se, desde já, que o processo das faixas é, entre todos, praticamente o único com verdadeiro interesse para a agricultura moderna, principalmente por permitir a integral mecanização das operações culturais.

3.1.1 — Regadeiras de nível

Neste processo, a distribuição da água é feita por meio de regadeiras seguindo aproximadamente as curvas de nível, donde a água transborda (à custa de esbarros, talhadouros, talhes, ou de qualquer outro sistema mais ou menos perfeito), escorrendo em lâmina delgada sobre o terreno até à regadeira seguinte, a cota inferior, que recupera a água eventualmente em excesso.

Emprega-se quase exclusivamente em terrenos acidentados, com declives de 2% a mais de 25% (de preferência entre 3% e 5%) e solos delgados, com culturas que revestem totalmente o solo (para evitar a erosão) e que não necessitam de grandes operações culturais entre a sementeira e a colheita, como é o caso dos prados e forragens, especialmente quando se trate de culturas vivazes (azevém, luzerna).

O processo das **regadeiras de nível** é, em princípio, bastante simples de pôr em execução e, portanto, relativamente económico, uma vez que normalmente dispensa a sistematização (**nivelação**) do terreno.

Em contrapartida, tem o inconveniente de dar origem a uma baixa eficiência de rega (perdas de água e fraca uniformidade de distribuição desta

ao solo), mesmo com um regante bastante experiente, e de necessitar de elevadas quantidades de mão-de-obra para a realização das regas. Finalmente, tem ainda o grave inconveniente de não possibilitar a mecanização das operações culturais.

O processo das regadeiras de nível, apesar dos inconvenientes apontados, tem bastante aplicação nas zonas montanhosas de vários países.

Em Portugal, emprega-se especialmente nas zonas acidentadas do Norte do País, na rega dos chamados **prados de ladeira**. Em grande parte dos casos utiliza-se, durante o Inverno, na **rega de lima** dos prados naturais (**lameiros**), com o objectivo de defender as plantas contra as baixas temperaturas dessa época do ano.

Note-se que esta modalidade, em que se rega durante todo o ano, consome elevadíssimos volumes de água por hectare, especialmente por causa dos caudais contínuos necessários durante o Inverno para se obter a protecção das forragens contra as baixas temperaturas.

Assim, chega a ser preciso um volume de mais de $200\,000\text{m}^3/\text{ha}$ por ano (sendo cerca de 5/6 deste volume consumido durante o período invernal).

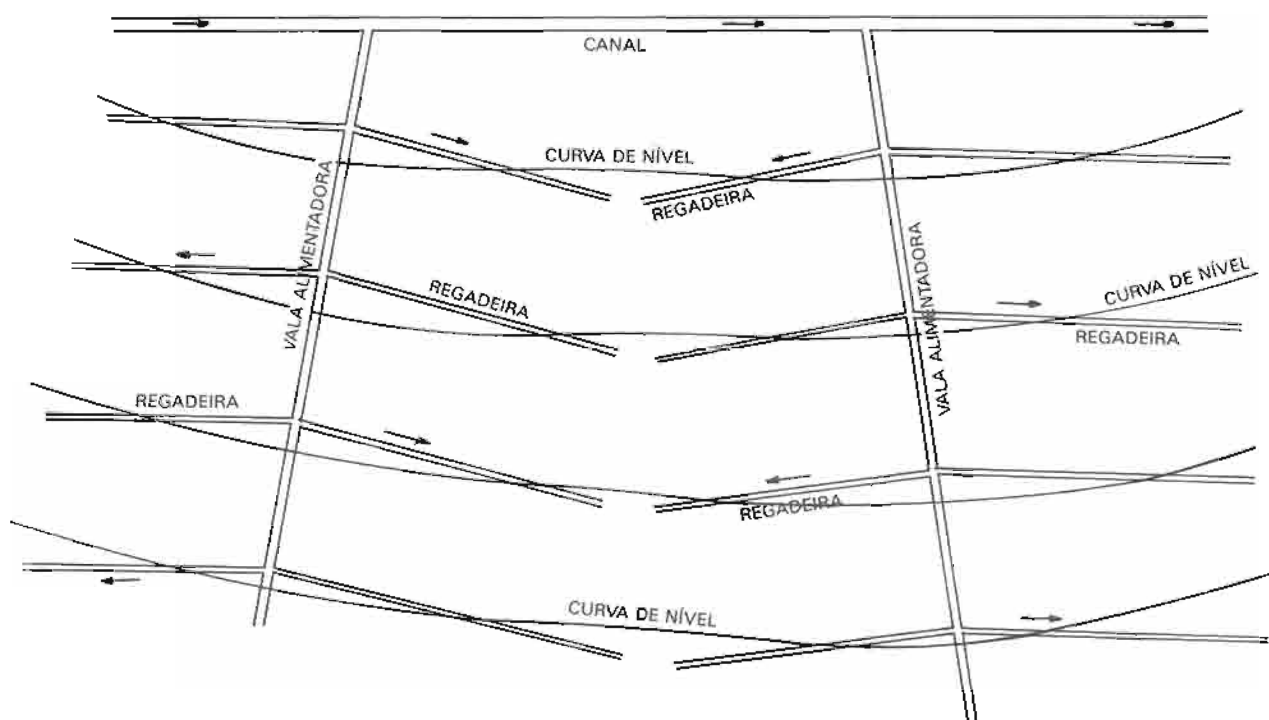


Fig. 1 — Esquema de um regadio com regadeiras de nível.

3.1.2 — Regadeiras inclinadas

Neste processo, também designado das **regadeiras em espiga**, as regadeiras ficam com uma apreciável inclinação relativamente às curvas de nível, seguindo quase as linhas de maior declive. O transbordamento da água para o terreno faz-se à custa de uma progressiva redução da secção das regadeiras.

Emprega-se quase exclusivamente em terrenos com declives inferiores a 2 % (só raramente se excedendo este limite), especialmente em regiões sub-húmidas (com precipitações anuais de 600 a 800 mm).

É também um processo pouco perfeito, sensivelmente com as mesmas vantagens e os mesmos inconvenientes do processo das regadeiras de nível.

O processo das **regadeiras inclinadas** tem actualmente uma utilização muito limitada a nível mundial. Em Portugal, tem também uma reduzidíssima utilização, limitada à rega de alguns prados de várzea.

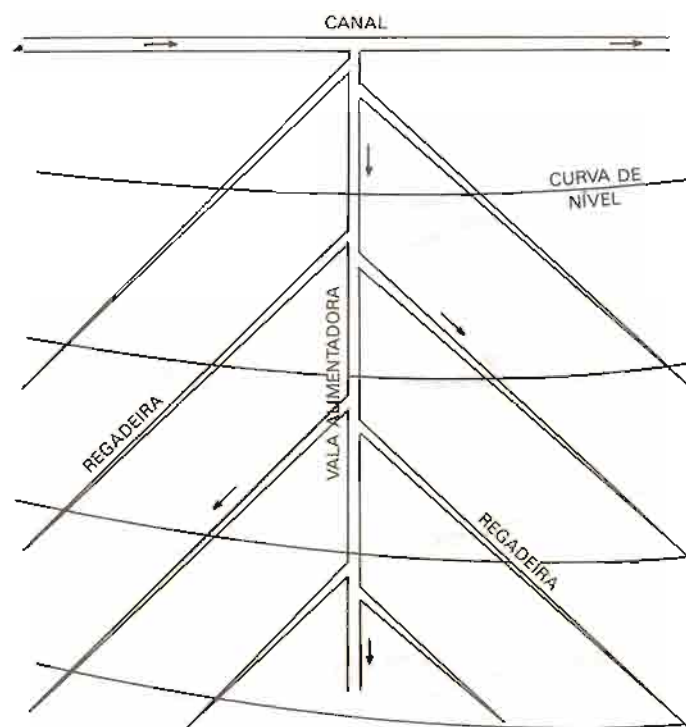


Fig. 2 — Esquema de regadeiras inclinadas.

3.1.3 — Planos inclinados

Neste processo, que se emprega quase exclusivamente em terrenos com declive superior a 0,8 % (de preferência entre 2 % e 4 %), a sistematização do terreno faz-se de modo que este fique constituído por uma série de planos inclinados sucessivos, fazendo-se a rega de cada um deles por meio de uma regadeira situada na sua parte superior, seguindo aproximadamente a curva de nível, de modo semelhante ao que se passa no processo das regadeiras de nível.

Em casos mais favoráveis, este processo permite uma certa economia de água, uma boa uniformidade de distribuição desta ao solo e também uma importante economia de mão-de-obra.

Tem, porém, o inconveniente de obrigar a uma armação do terreno extremamente cara e de não possibilitar a mecanização das operações culturais, a não ser quando os planos inclinados tenham dimensões relativamente grandes, como se fossem verdadeiras faixas.

Tem uma utilização hoje em dia relativamente reduzida no mundo. Não temos conhecimento da sua utilização no nosso País.

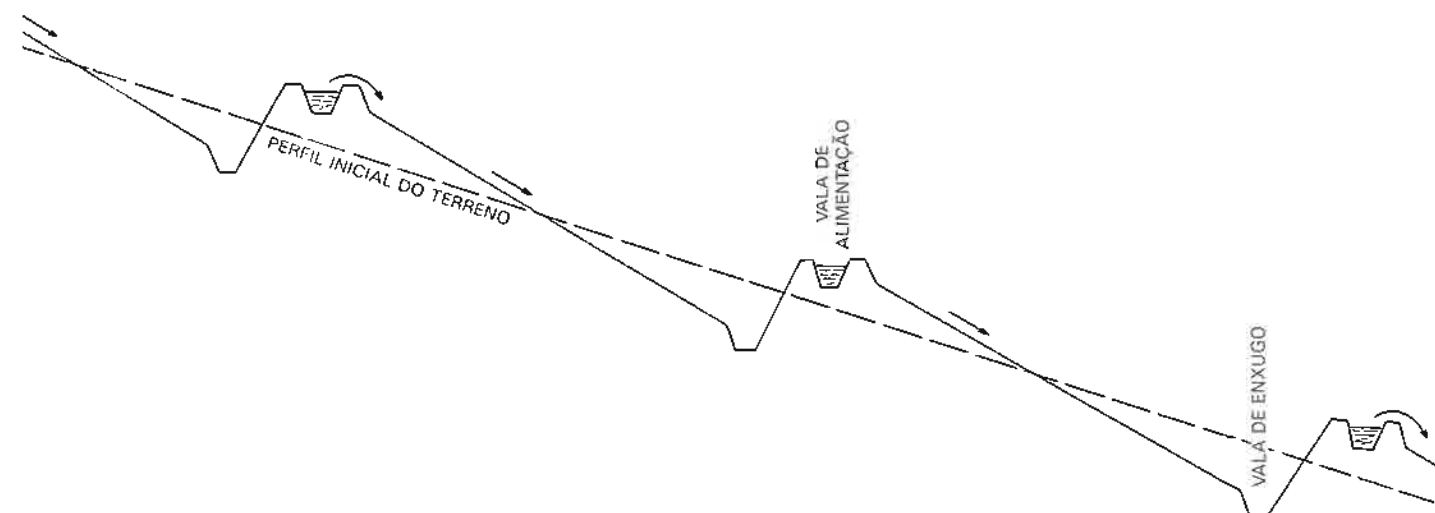


Fig. 3 — Esquema de uma armação em planos inclinados.

3.1.4 — Cavaletes

Neste processo, o terreno a beneficiar fica dividido numa série de planos inclinados, agrupados dois a dois, fazendo-se a rega por meio de regadeiras de nível passando pelas linhas de maior cota comuns a dois planos, as quais distribuem a água para um e outro lado.

Emprega-se quase exclusivamente com reduzidos declives originais, muito especialmente quando se trata de terrenos sensivelmente horizontais e com grandes dificuldades de drenagem, **problema que este processo permite resolver da melhor maneira.**

O **processo dos cavaletes** tem praticamente as mesmas vantagens e os mesmos inconvenientes do processo dos planos inclinados. Tem portanto reduzido interesse actual.

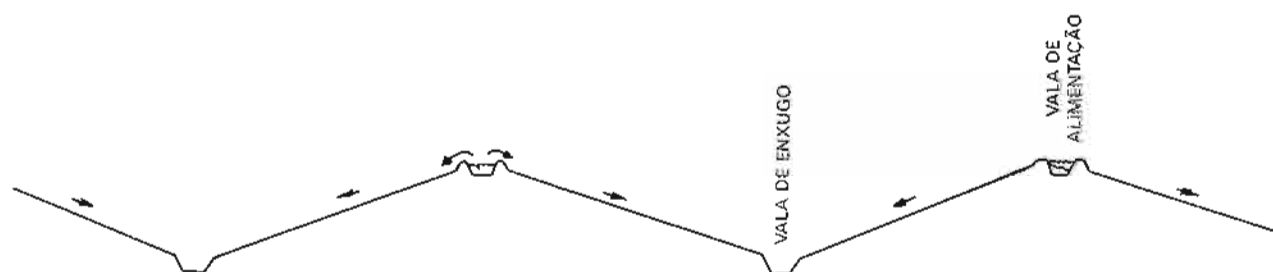
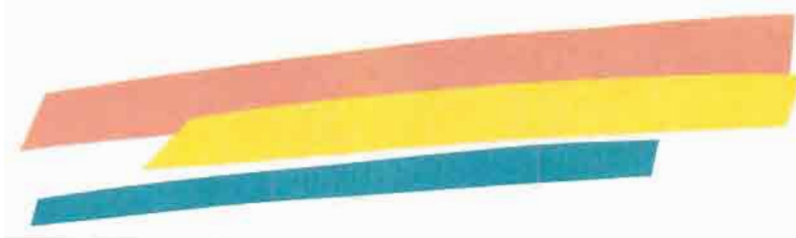


Fig. 4 — Esquema de uma armação em cavaletes.



3.1.5 — Faixas

Neste processo o terreno a regar fica dividido em **faixas** planas, tanto quanto possível rectangulares, geralmente com pequeno declive no sentido do maior comprimento.

As faixas são limitadas por muretes de terra capazes de reterem e guiarem o escoamento da água, fazendo-se a distribuição desta ao terreno a

partir de uma vala alimentadora situada na parte superior da faixa paralelamente à respectiva largura.

Na parte inferior existe geralmente uma vala de enxugo, para recolha das águas eventualmente em excesso (incluindo as pluviais), que podem ser utilizadas na rega de outras faixas a cotas inferiores.

A armação do terreno, que é fundamental, neste processo de rega, ser muito perfeita, resulta bastante cara. Para reduzir esse encargo, este sistema emprega-se especialmente em terrenos com reduzidos declives (de 0,15 % a 3 %, de preferência entre 0,2 % e 0,4 %) e já relativamente regularizados. A rega por faixas está, por isso, especialmente indicada para beneficiar terrenos de várzea, particularmente em solos profundos de textura média e bastante permeáveis.

Embora se possa utilizar praticamente em quase todas as culturas (com excepção do arroz), emprega-se principalmente com plantas que revestem totalmente o terreno (como sucede com a maior parte das forragens), ou que possuem raizame profundo (como é o caso dos pomares e das vinhas).

Pode, porém, utilizar-se satisfatoriamente noutros tipos de terreno (mesmo arenosos ou argilosos) e noutras culturas (de raizame superficial), desde que as faixas sejam adaptadas (com comprimento, largura, declive, caudal, etc.) às respectivas condições.

A rega por faixas tem a grande vantagem de proporcionar a integral mecanização das operações culturais.

Além disso, permite uma elevada economia de mão-de-obra desde que a derivação da água da vala alimentadora para o terreno se faça por uma forma automática (à custa, por exemplo, de sifões, válvulas, adufas, etc.).

Quando as faixas se encontram devidamente estabelecidas, com uma armação bastante perfeita, o processo tem ainda a vantagem de permitir uma boa eficiência de rega, com elevada uniformidade de distribuição da água ao terreno.

Para que o processo resulte devidamente funcional, as faixas devem ter o maior comprimento possível, ou seja, de 100 m a 120 m (em terrenos arenosos) até um máximo de 800 m (em solos argilosos) e larguras de 10 m a 50 m (menor nos terrenos soltos do que nos compactos).

O declive das faixas (no sentido do comprimento) deve estar compreendido entre 0,15 % e 0,4 % (por vezes mais). Transversalmente, as faixas não devem apresentar qualquer declive.

Para que a distribuição da água se faça uniformemente em toda a largura da faixa, esta deve ter, na sua parte superior, uma zona horizontal (patamar), com um comprimento aproximadamente igual à largura da faixa.

O processo das faixas, apesar das suas grandes vantagens, tem um emprego limitado a nível mundial. Utiliza-se principalmente nos Estados Unidos. Tem também uma certa utilização nalguns países mediterrânicos, como a França.

No nosso País, tem um emprego extremamente reduzido, praticamente limitado a alguns regadios mais evoluídos do Ribatejo.

Note-se, porém, que há bastantes regadios do Norte e Centro do País onde se utiliza, especialmente na beneficiação de milho, batata e outras hortícolas, um sistema de rega geralmente pouco perfeito que pode, até certo ponto, ser considerado como um processo intermédio entre o das faixas e o das regadeiras de nível.

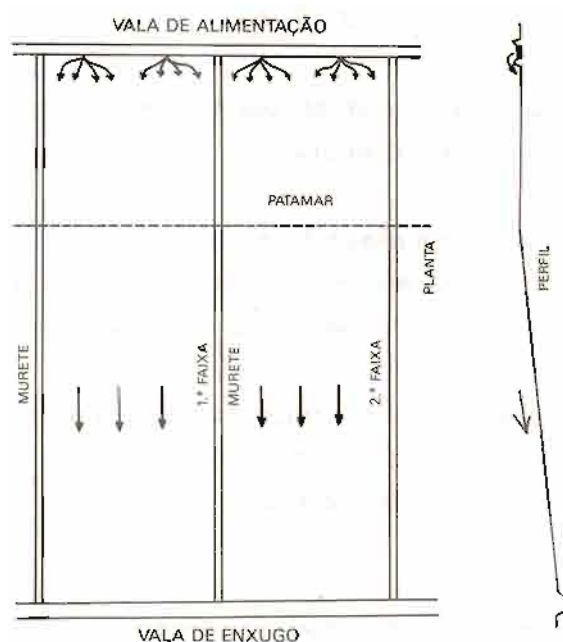


Fig. 5 — Esquema de um terreno armado em faixas.

3.2 — REGA POR SUBMERSÃO

No **método de rega por submersão** a água mantém-se parada, ou desloca-se muito lentamente sobre o terreno, enquanto se verifica a sua infiltração no solo.

Este método tem dois processos de rega, o dos canteiros e o das caldeiras.

3.2.1 — Processo dos canteiros

O **processo dos canteiros**, também designado dos **alagamentos**, baseia-se na divisão do terreno a regar numa série de compartimentos (**canteiros**) com o fundo plano, ou com reduzido declive, limitados por muretes ou valados de terra, que se enchem de água até à altura adequada, durante determinado tempo.

A submersão dos canteiros pode ser temporária ou permanente.

A **submersão temporária** verifica-se para a generalidade das culturas (como é o caso de algumas culturas hortícolas e forragens) apenas durante o tempo necessário para que a dotação de rega se infiltre na camada do solo que interessa à absorção radicular. Neste caso, convém que o fundo do canteiro tenha um pequeno declive que facilite o início da distribuição da água.

A **submersão permanente** é característica das culturas, como é o caso do arroz no nosso País, em que, como referimos anteriormente, a água, além de satisfazer as respectivas necessidades hídricas, tem também que realizar um efeito protector das plantas contra as baixas temperaturas, sobretudo das que se registam durante o período nocturno. Nesta modalidade, o fundo dos canteiros é tanto quanto possível horizontal.

O processo dos alagamentos, embora se possa utilizar em terrenos das mais variadas texturas, está especialmente indicado para os solos argilosos, normalmente pouco permeáveis e com boa capacidade de retenção para a água, que só com grande dificuldade podem ser beneficiados por outros sistemas de rega por gravidade.

Proporciona logicamente uma óptima satisfação das necessidades hídricas das culturas, mesmo das mais exigentes, embora normalmente à custa de elevadas quantidades de água, ou seja, de uma menor eficiência de rega.

O processo dos canteiros serve também para realizar as lavagens necessárias à recuperação de **solos salinos**, isto é, caracterizados por elevados teores de sódio na solução do solo. Sempre que possível, associa-se essa recuperação à rega de culturas mais resistentes à salinidade, como é o caso do arroz e da beterraba.

O processo tem a vantagem de geralmente permitir uma certa economia de mão-de-obra na realização das regas, sobretudo no caso da submersão permanente, a partir do momento em que toda a instalação se encontre devidamente montada e operacional, particularmente no que respeita ao fornecimento automático da água aos canteiros.

O processo dos canteiros tem o inconveniente de exigir uma armação muito cara, mesmo quando efectuada mecanicamente, que só é normalmente viável em terrenos com topografias mais favoráveis. Por isso, só tem geralmente justificação económica para culturas vivazes (como é o caso da luzerna), ou para culturas anuais que se repetem no mesmo terreno vários anos seguidos (como sucede com o arroz e algumas culturas hortícolas).

Saliente-se que os muros dos canteiros, além de darem origem a uma certa redução da área útil de cultivo, podem provocar algumas dificuldades à mecanização das operações culturais se os canteiros forem de dimensões reduzidas.



Canteiros de arroz, na zona de Coruche, em dimensões adequadas, permitindo que a maioria das operações se faça por meio de avião.

Por isso se procura, hoje em dia, que os canteiros sejam relativamente grandes (chegam a ter mais de 7,5 ha), ao ponto de muitas operações serem efectuadas de avião, o que é frequente suceder no nosso País.

O processo dos canteiros é talvez o mais simples sistema de rega e, por isso mesmo, muito provavelmente, o que o homem primitivo utilizou. É, ainda hoje, o processo mais empregado em todo o mundo. Em Portugal, para além do caso dos arrozais (cerca de 30 000 ha), emprega-se, ainda que em reduzida escala, com submersão temporária, em algumas culturas hortícolas (especialmente de explorações familiares) e forragens (sobretudo luzerna).

3.2.2 — Processo das caldeiras

O **processo das caldeiras** é, em rigor, um caso particular do processo dos canteiros quando aplicado às árvores de fruta e, em menor escala, às vinhas. Consiste na formação de pequenos canteiros, designados **caldeiras**, também limitados por pequenos muretes de terra, à volta de cada árvore.

Em certos casos, fazem-se caldeiras um pouco maiores, abrangendo duas ou mais (por vezes mais de quatro) árvores, que já são autênticos canteiros.

Em rigor, o processo das caldeiras é um sistema intermédio entre o método de rega por submersão e o método de rega por infiltração, uma vez que a água se infiltra lateralmente, a partir da caldeira, para a parte exterior desta, aumentando assim a área que no final fica humedecida.

As caldeiras são geralmente circulares, especialmente quando individuais, devendo, neste caso, corresponder aproximadamente à projecção da copa da árvore e portanto ir aumentando com a idade desta.

As caldeiras quadradas ou rectangulares são mais frequentes no caso de servirem mais do que uma árvore ou videira.

Os respectivos muretes podem ser feitos manualmente ou, de preferência, mecanicamente, ou pelo menos de forma semimecanizada.

Este processo adapta-se bastante bem aos terrenos mais impermeáveis, em que convém haver uma submersão na caldeira, mesmo que temporária, para que a água se infiltre devidamente no solo.

Em regra, não convém que a água contacte directamente com o tronco da árvore, porque isso pode facilitar o aparecimento de certas doenças, como é o caso da **gomose** nos citrinos.

Este inconveniente evita-se com a construção de um murete de protecção, no interior da caldeira, à volta do tronco de cada árvore. Nestas condições, quando se trata de uma caldeira circular, a zona submersa é uma coroa circular.

O processo tem a vantagem de proporcionar uma certa economia de água relativamente aos outros sistemas de rega por gravidade e de se poder adaptar a terrenos com declives elevados.

A respectiva armação é geralmente bastante simples e económica, não impedindo normalmente a mecanização das operações culturais. Em certos casos, pode acabar por ficar um pouco mais dispendiosa, por ter que ser periodicamente refeita, uma vez que as caldeiras são danificadas por algumas operações culturais quando efectuadas mecanicamente.

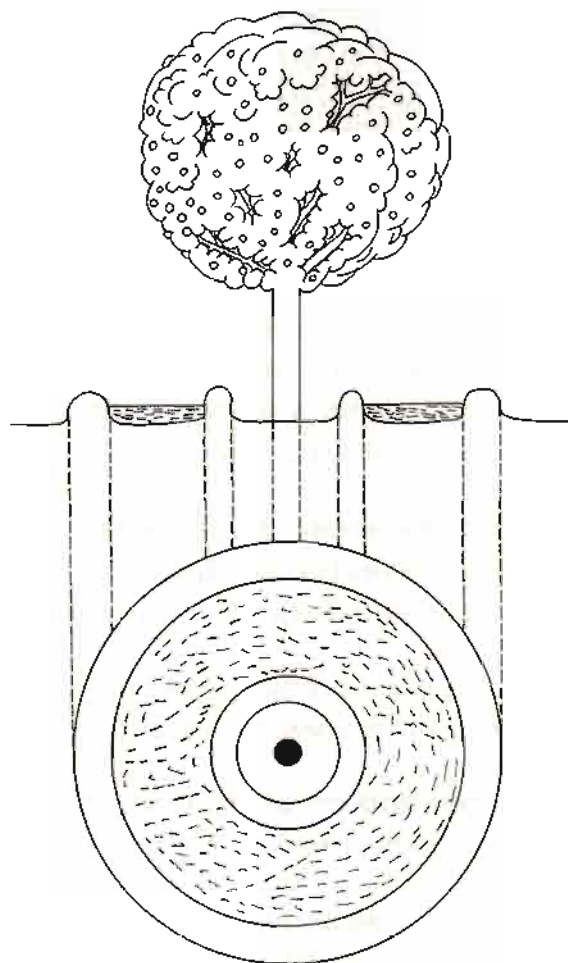


Fig. 6 — Esquema de uma caldeira circular.

Este processo implica, geralmente, o emprego de uma apreciável quantidade de mão-de-obra para a realização das regas, as quais só em casos mais perfeitos podem ser mecanizadas.

O processo das caldeiras tem bastante utilização a nível mundial, quase exclusivamente na beneficiação de árvores de fruta. Em Portugal, é um dos processos de rega com maior emprego, por ser a solução adoptada em grande parte dos nossos pomares regados. Actualmente, porém, está, pouco a pouco, a ser substituído pela rega localizada (miniaspersão e gota-a-gota).

3.3 — REGA POR INFILTRAÇÃO

No método de rega por infiltração a água chega ao contacto das raízes das plantas depois de atravessar o terreno, deslocando-se sobretudo lateralmente.

Este método tem três processos de rega fundamentais: **rega subterrânea, rega por sulcos e rega localizada (gota-a-gota e miniaspersão)**. Tratamos agora os dois primeiros processos, considerando depois, em separado, a rega localizada, dado o seu grande interesse actual.

3.3.1 — Rega subterrânea

Na **rega subterrânea** a água é fornecida ao solo, não superficialmente, como nos processos anteriores, mas a uma certa profundidade da superfície do terreno, donde, por capilaridade, se distribui pela espessura do solo ocupada pelo raizame das plantas.

Este processo conduz, logicamente, a uma elevada economia de água, em virtude de diminuir extraordinariamente as perdas de água por evaporação (sem prejudicar a transpiração das culturas). Tem ainda a vantagem de geralmente proporcionar uma grande economia de mão-de-obra.

Dados os elevados custos de primeiro investimento que geralmente implica, sempre que possível associa-se este processo de rega ao enxugo (drenagem) do mesmo terreno, bivalência que pode ser obtida à custa de dispositivos adequados (comportas, válvulas, etc.).

A rega subterrânea pode ser realizada à custa de valas abertas (ou valas cegas) ou por meio de tubagens enterradas ou ainda por sistemas mistos, constituídos simultaneamente por valas e tubos.

Estas tubagens eram antigamente formadas por manilhas cerâmicas (justapostas com uma pequena fresta entre manilhas consecutivas). Actualmente utilizam-se quase exclusivamente tubagens de plástico (com perfurações adequadas).

Na modalidade em que se empregam apenas **valas abertas** (sistema frequentemente denominado por **subirrigação** ou por **infiltração ascendente**), torna-se fundamental que a superfície do terreno seja aproximadamente paralela ao nível do lençol freático, portanto praticamente horizontal, o que é bastante limitativo da sua adopção.

Esta modalidade baseia-se na constituição de uma rede de valas abertas alimentadoras, geralmente com uma profundidade entre 0,60 m e 1,00 m, onde se faz permanecer a água a um nível que permita, por infiltração lateral, manter o nível freático em todo o terreno a uma profundidade de acordo com as dimensões do sistema radicular das plantas.

Esta modalidade adapta-se a grande número de culturas, como prados, forragens e à maioria das culturas hortícolas, mas é imprópria para plantas com raizame profundo, como é o caso da **luzerna**, algumas culturas hortícolas e praticamente todas as árvores de fruta (especialmente citrinos).

Tem ainda o inconveniente de as valas abertas darem origem a uma certa compartimentação do terreno, que pode prejudicar a realização de algumas operações culturais (o que não se verifica com as valas cegas).

As **valas** podem ser **complementadas com tubagens enterradas** (com adequadas saídas para aquelas), o que geralmente permite um mais perfeito controlo da humidade do solo, na espessura radicular, em todo o terreno. Essas tubagens instalam-se geralmente a uma profundidade de cerca de 0,75 m, para que as lavouras as não prejudiquem.

Na modalidade constituída **exclusivamente por tubagens** já não se torna limitante a topografia do terreno. Por outro lado, este sistema pode utilizar-se praticamente com todas as culturas, incluindo pomares.

Esta modalidade é a que geralmente permite obter a maior economia de água e de mão-de-obra, embora à custa de mais elevados dispêndios de primeiro investimento.

O processo de rega subterrânea é, em princípio, o mais perfeito sistema de rega. Infelizmente, porém, além do inconveniente do seu custo, a maioria das tentativas levadas a efeito no sentido da sua maior divulgação tem falhado, pois, em rigor, só é viável para terrenos de textura uniforme e permeabilidade apropriada para que a água se desloque, tanto vertical como sobretudo horizontalmente, a toda a zona do solo que interessa à absorção radicular, facto que geralmente só sucede em terrenos turfosos ou pelo menos muito ricos em matéria orgânica.

Por este facto, apesar das suas inegáveis vantagens (principalmente no respeitante a economia de água e de mão-de-obra), a sua utilização tem sido, e continua a ser, bastante restrita a nível mundial (por causa do seu elevado custo e das limitações que tem o seu emprego), muito embora, desde há mais de um século, diversos investigadores tenham dedicado os maiores esforços na procura da sua melhor solução.

Salvo alguns casos especiais (geralmente associados à drenagem), pode dizer-se que a sua utilização (particularmente com tubagens enterradas) se verifica principalmente na beneficiação de alguns campos desportivos (futebol, rãguebi, etc.).

Em Portugal, temos apenas conhecimento da existência da modalidade constituída por valas abertas (que permitem elevar artificialmente o nível do lençol freático), em alguns terrenos arenosos do Litoral Norte do País.



Fig. 7 — Esquema de rega subterrânea com valas abertas e tubagens enterradas.

3.3.2 — Rega por sulcos

No **processo dos sulcos**, as plantas são cultivadas em **leiras** ou **cama-lhões**, limitados por sulcos ou regos, geralmente com pequeno declive e paralelos entre si, através dos quais se faz correr a água que, por infiltração lateral e vertical, se distribui pela zona do solo onde se localiza o raizame vegetal.

Este processo adapta-se quase exclusivamente a culturas semeadas ou plantadas em linhas, como é o caso do milho, algodão, beterraba sacarina, cana-de-açúcar, tabaco e praticamente todas as culturas hortícolas ou horto-industriais (tomate, melão, pimento, feijão, etc.) e até pomares e vinhas.

Muito embora possa utilizar-se em terrenos das mais variadas texturas (com excepção dos muito arenosos ou muito argilosos), está especialmente indicado para os solos de textura média (desde os franco-arenosos aos franco-argilosos).

O processo dos sulcos tem a vantagem de poder empregar-se em terrenos bastante declivosos (até 25 %), e mesmo com topografias relativamente irregulares, desde que se faça a respectiva armação apropriadamente, que nos terrenos mais acidentados pode incluir a formação de terraços (**patamares**).

Em regra, o processo dos sulcos (tal como o das caldeiras) conduz a uma certa economia de água relativamente aos outros processos de rega por gravidade, mas a uniformidade de distribuição da água não é geralmente muito elevada.

Em muitos casos, pode não se humedecer a totalidade do terreno, dando origem a uma espécie de rega localizada.

O processo dos sulcos permite a mecanização das operações culturais e uma importante economia de mão-de-obra, desde que a armação do terreno seja feita adequadamente e o fornecimento da água aos sulcos se realize de forma automática (por meio de sifões, tubos perfurados, etc.), de modo semelhante ao que sucede no processo das faixas.

Como é evidente, tal como neste processo, também no caso dos sulcos importa que estes tenham o maior comprimento possível para que a rega resulte verdadeiramente funcional.

O comprimento dos sulcos pode ir até máximos de 100m a 120m em terrenos arenosos e de cerca de 800m em solos argilosos. Em contrapartida, o declive deve ser maior nos terrenos ligeiros do que nos compactos; varia geralmente de 0,15 % a 0,30 %, com um limite máximo de 2 % a 3 %.

O espaçamento entre sulcos deve ser cuidadosamente determinado para que fique assegurado o conveniente humedecimento da zona radicular das plantas. Esse espaçamento depende, como é evidente, fundamentalmente da textura do solo e da natureza das culturas.

Em regra, faz-se coincidir com a distância entre filas de plantas, que normalmente está compreendida entre 0,70m e 1,10m, com excepção dos pomares e vinhas e outras culturas de maiores compassos.

Quando há duas filas de plantas entre dois sulcos consecutivos, o que é frequente suceder (especialmente em viveiros), a distância entre estes raramente pode ser inferior a 1,0m.

A distância entre sulcos está, porém, estreitamente dependente da textura do terreno. Assim, em solos arenosos, essa distância não deve, em princípio, exceder 0,50m, para ficar assegurado o adequado humedecimento da zona onde se situa o raizame das plantas; nos argilosos pode ir até 1,20m, desde que o declive dos sulcos seja suficientemente reduzido para que a água tenha tempo de se infiltrar devidamente.

A distância entre sulcos pode ter que ser ainda acertada com as características da maquinaria a empregar nas diversas operações culturais, especialmente de colheita.

Os sulcos devem, de preferência, ser rectilíneos, sendo ideal que a sua direcção seja paralela a uma das linhas do terreno a beneficiar, para maior simplicidade do esquema de rega.

Em terrenos acidentados, para manter o declive dos sulcos abaixo do limite máximo admissível para as condições em causa, pode aumentar-se os respectivos comprimentos, para a mesma diferença de nível, traçando-os em zigue-zague ou sinuosamente.

Em terrenos acidentados mais irregulares e «tortos», onde se torne inviável a respectiva sistematização de modo a obterem-se sulcos sensivelmente rectilíneos e com declive uniforme, pode traçar-se os regos segundo as curvas de nível, ou seja, com declive nulo ou muitíssimo reduzido.

Esta modalidade, designada por **sulcos de nível**, que em boa verdade dá origem a uma submersão parcial, emprega-se especialmente em pomares e em culturas hortícolas.

O processo de rega por sulcos adapta-se ao aproveitamento de caudais muito variados, uma vez que permite ajustar o débito disponível com o número de sulcos a regar de cada vez.

O caudal a fornecer a cada sulco deve ser cuidadosamente calculado para se obter uma aceitável uniformidade de distribuição de água, sem se verificarem perdas.

Em regra, os melhores resultados obtêm-se fazendo entrar de início, em cada sulco, o maior caudal que ele pode receber sem se verificarem transbordamentos e erosão dos bordos do sulco (**caudal de ataque**).

Por outro lado, considera-se geralmente que a água deverá atingir o final dos sulcos em cerca de um quarto do tempo necessário para que se infiltre toda a dotação prevista, a qual é principalmente função da textura do solo e da natureza da cultura beneficiada.

Logo que a água se aproxima da parte final dos sulcos, para evitar as perdas que resultariam do facto da água passar além das extremidades dos sulcos, torna-se necessário ajustar o caudal que entra em cada um deles.

Como é lógico, esse ajustamento é, em regra, constituído por uma redução progressiva desse caudal, uma vez que este deve passar a ser apenas o correspondente à taxa de infiltração da água ao longo do sulco (incluindo as perdas por evaporação), que, por sua vez, se vai reduzindo com o tempo (**caudal de manutenção**).

No caso de se utilizarem sifões, essa redução do caudal torna-se extremamente fácil de obter. Para isso, basta apenas reduzir o número de sifões que abastece cada sulco.

O processo dos sulcos encontra-se muito divulgado no mundo, sendo, depois do dos canteiros, o sistema mais empregado.

Em Portugal, é o processo de rega mais utilizado, a grande distância de qualquer outro, uma vez que ocupa a maior parte dos nossos 720 mil hectares regados, isto principalmente por se empregar na cultura do milho, que é a cultura mais regada do País. É ainda utilizado nas culturas do tomate, melão, tabaco, batata, pimento, feijão e quase todas as outras culturas hortícolas.

Note-se, porém, que este processo de rega é, de um modo geral, empregado em Portugal de uma forma extremamente deficiente, com sulcos com declives exagerados (mesmo superiores a 3 %) e comprimentos bastante reduzidos (frequentemente menos de 10 m), especialmente no caso das culturas hortícolas de pequenas explorações familiares, onde o problema da economia de mão-de-obra não é fundamental.

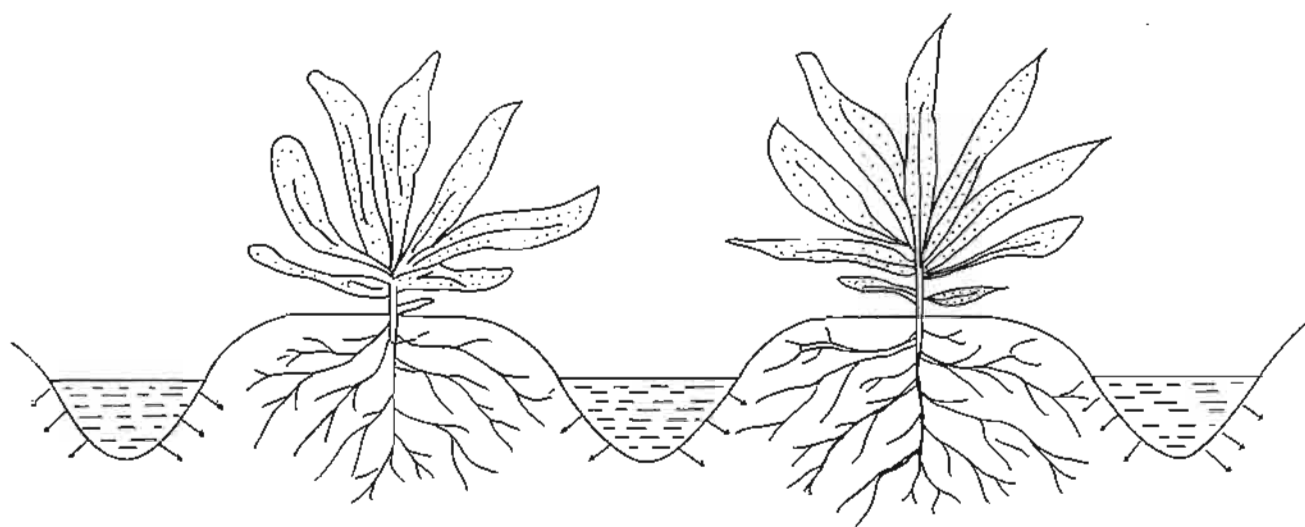


Fig. 8 — Esquema de rega por sulcos.



3.4 — REGA LOCALIZADA (MINIASPERSÃO E GOTA-A-GOTA)

Neste sistema de rega, também denominado **microirrigação**, humedece-se apenas uma parte do solo, que logicamente deve corresponder à zona ocupada pelas raízes das plantas cultivadas.

Embora outros processos de rega (caldeiras, subterrâneo e sulcos) tenham também frequentemente estas características, considera-se geralmente que a **rega localizada** inclui apenas o conjunto de modalidades em que existe uma rede de distribuição fixa (permanente ou temporariamente), com a água sob pressão, permitindo fornecimentos hídricos contínuos ou frequentes em determinados locais do terreno, apropriados em relação à posição das plantas, de modo que o humedecimento se faça só numa parte do solo.

A água é distribuída ao terreno por meio de dispositivos apropriados (**emissores**), instalados a intervalos regulares nas tubagens de distribuição. Estas tubagens (habitualmente designadas por **rampas**) são geralmente de plástico (polietileno) e colocadas à superfície do terreno, ou enterradas parcial ou totalmente a pequena profundidade.

A pressão com que a água passa nas condutas é relativamente baixa (0,15 a 2 atm), ou seja, inferior à correspondente à rega por aspersão normal.

Existem dois tipos fundamentais de rega localizada, conforme as características dos emissores empregues e o modo como se faz o humedecimento do solo.

• Rega gota-a-gota

Nesta modalidade — também designada por rega por **gotejamento** ou por **gotejo** — a água é fornecida a **pontos** do terreno (geralmente à superfície deste), a partir dos quais se difunde até uma certa profundidade.

Para o efeito, utilizam-se dispositivos fornecendo caudais de 2 a 12 l/h cada um, que se designam por **gotejadores**, muito embora só se verifique uma verdadeira gota-a-gota para os caudais menores.

• Miniaspersão

Nesta modalidade, a água é fornecida a pequenas superfícies do terreno (circulares ou sectores circulares) por intermédio de pequenos aspersores (geralmente de plástico do tipo estático de cabeça); estes aparelhos, denominados **miniaspersores** (microaspersores, «minidifuseurs», «micro-jects», «micro-sprinklers», etc.), distribuem um caudal entre 20 e 150 l/h cada um.

A área beneficiada por rega localizada (gota-a-gota e miniaspersão) em todo o mundo, que em 1974 era apenas de cerca de 85 000 ha, é já de alguns milhões de hectares.

Actualmente, os países onde a rega localizada tem mais emprego são os Estados Unidos (sobretudo na Califórnia), a grande distância de qualquer outro, a Austrália, a África do Sul, Israel e o México.

Com áreas mais ou menos importantes temos a Espanha (sobretudo na região de Almeria e nas Canárias), Reino Unido, França (principalmente na Córsega), Nova Zelândia, Canadá, Chipre, Holanda, Itália, Grécia, Alemanha, Brasil, Argentina, Porto Rico, Índia, Japão, Honduras, Panamá, Equador, Chile, Tunísia, Argélia, etc.

Saliente-se especialmente o caso da vizinha Espanha (particularmente por causa da região de Almeria), que é hoje em dia o primeiro país europeu em rega localizada, para o que contribui decisivamente o material produzido pela indústria espanhola da especialidade.

A rega localizada está também a ter grande divulgação no nosso País, onde deve ocupar actualmente uma área já de alguns milhares de hectares, na sua maior parte no Algarve e, em menor escala, no Ribatejo, Oeste, Península de Setúbal, Alentejo, Vale do Douro, etc. Por enquanto predomina a gota-a-gota, mas nota-se um interesse crescente pela miniaspersão.



Miniaspersor em funcionamento junto de uma laranjeira jovem (com o caule protegido por causa da gomose).

A rega localizada pode utilizar-se praticamente em todas as culturas, com excepção do arroz, embora, por razões económicas, se empregue quase exclusivamente naquelas cujas produções sejam relativamente bem valorizadas nos mercados, como é o caso, principalmente, dos pomares (que representam a maior parte daquela área) e das culturas hortícolas, sobretudo em agricultura protegida (estufas, túneis, etc.)

Entre as árvores de fruta, utiliza-se especialmente em citrinos, macieiras, pereiras, pessegueiros, cerejeiras, bananeiras, abacates, «kiwis» e mesmo de frutos secos (amendoeiras, noqueiras, aveleiras, etc.), além de oliveiras, palmeiras, etc.

A rega localizada é também muito frequente em vinhas, culturas hortícolas (tomate, pimento, feijão-verde, morango, alcachofra, alface, melão, pepino, beringela, etc.), flores (cravos, crisântemos, rosas, etc.), viveiros, tabaco, ananás, framboesa, algodão e até em milho e cana-de-açúcar. É também muito utilizada em plantas em vaso (sobretudo em agricultura protegida).

No nosso País, emprega-se principalmente em pomares, especialmente de citrinos (laranjeiras), de pomóideas (macieiras e pereiras), de prunóideas (pessegueiros e damasqueiros), de frutos secos (amendoeiras, noqueiras, etc.), vinhas, oliveiras, etc. Tem ainda largo emprego em quase todas as culturas hortícolas, sobretudo quando em agricultura protegida (estufas, túneis, etc.).



Rega gota-a-gota numa vinha em Salvaterra de Magos

Note-se que frequentemente se trata de instalações mal projectadas ou montadas, funcionando de forma mais ou menos deficiente.

Em contrapartida, há no País já algumas instalações notáveis, que não deixam nada a dever às melhores estrangeiras.

3.4.1 — Vantagens da rega localizada

A rega localizada tem as seguintes vantagens:

- **Economia de água**

É esta, sem dúvida nenhuma, a principal vantagem da rega localizada, que assume uma importância cada vez maior, em virtude da contínua redução das disponibilidades de água doce à superfície terrestre, dia a dia mais insuficientes para as crescentes necessidades do homem, em face das múltiplas utilizações do precioso líquido (consumos domésticos, industriais, agrícolas e pecuários, etc.), problema que se agrava com o aumento da poluição.

Esta economia é devida fundamentalmente à redução quase total das perdas por evaporação (a evapotranspiração da cultura reduz-se quase exclusivamente à transpiração) e ao mais rigoroso controlo das dotações fornecidas ao solo possibilitado por este processo de rega.

A rega localizada é, portanto, o processo que permite a mais alta eficiência de rega (normalmente da ordem dos 90 %), o que possibilita um melhor aproveitamento das disponibilidades hídricas existentes em cada caso, mesmo que se trate de caudais reduzidos.

- **Possibilidade de emprego em todos os tipos de terreno**

Este processo de rega pode, efectivamente, empregar-se praticamente em todos os tipos de terrenos, mesmo bastante acidentados e com topografia irregular, sem necessidade de qualquer sistematização do solo.

Por outro lado, adapta-se a todos os tipos de textura, desde os solos mais grosseiros aos mais argilosos, em qualquer caso sem se prejudicar a respectiva estrutura. Nos solos argilosos evita totalmente o empapamento e a formação de **crosta** à superfície do terreno, consequente da rega, desde que a instalação seja devidamente estudada para as circunstâncias em causa (em caso de necessidade, o seu funcionamento pode ser intermitente).

Finalmente, a rega localizada permite também o cultivo em solos pouco profundos ou mesmo muito pobres, uma vez que torna possível, por fertirrigação, o fornecimento dos nutrientes necessários às culturas, quase como se se tratasse de uma autêntica **cultura hidropónica**.

• **Economia de mão-de-obra**

Como as respectivas instalações funcionam sempre como se fossem fixas, a rega localizada permite uma grande economia de mão-de-obra na realização das regas, até porque envolve geralmente reduzidos trabalhos de conservação.

Essa economia é maior nas instalações mais perfeitas, chegando a ser de quase 100 % nas automáticas. A tendência é, aliás, cada vez mais, no sentido da automatização das instalações de rega localizada, modalidade que estas possibilitam da melhor maneira.

• **Permite utilizar águas com elevados teores salinos**

Este processo permite empregar na rega águas com elevados teores salinos, que não seriam possíveis de aproveitar com outros sistemas de rega.

Esta vantagem toma, em regra, especial importância nas zonas áridas, onde as reduzidas disponibilidades hídricas são, normalmente, constituídas por águas com elevada quantidade de sódio ou de outros catiões.

• **Permite a fertirrigação mineral**

Como referimos anteriormente, as instalações de rega localizada possibilitam a realização da fertirrigação, ou seja, efectuar a fertilização do solo

simultaneamente com a rega, misturando na água os adubos químicos necessários às culturas, o que normalmente se traduz por uma certa economia de fertilizantes.

A fertirrigação mineral é, aliás, uma operação que deve estar sempre associada à rega localizada, uma vez que se torna conveniente compensar o menor desenvolvimento do raizame das plantas, a que este processo normalmente dá origem (que se reflecte num menor volume de solo interessando a absorção radicular), com um fornecimento suplementar de nutrientes às culturas, mesmo quando se trate de terrenos com elevada fertilidade natural.

Saliente-se que a fertirrigação pode incluir o fornecimento de alguns nutrientes secundários e oligoelementos, entre os quais o ferro, o que evita totalmente o aparecimento da **clorose**.

• Melhoria quantitativa e qualitativa das produções

A rega localizada, em virtude do mais rigoroso controlo das quantidades de água fornecidas ao terreno, permite manter a humidade do solo dentro dos teores óptimos para o desenvolvimento das culturas, isto é, sem ultrapassar a **capacidade de campo**, o que poderia originar a asfixia radicular, nem reduzir a mesma para valores excessivamente baixos, que prejudicariam a produção vegetal.

Quer dizer, com a rega localizada não se verificam as oscilações na humidade do solo que caracterizam os outros sistemas de rega (a não ser quando se trate de instalações de rega por aspersão totalmente fixas).

Por outro lado, evitando passar além da capacidade de campo, permite um certo arejamento do solo, extremamente favorável para o raizame vegetal e para a vida microbiana do solo, ao mesmo tempo que mantém a temperatura deste sensivelmente constante, sem ultrapassar determinados limites.

Todas estas acções favoráveis da rega localizada reflectem-se em melhores condições de vida para as culturas, que, geralmente, se traduzem numa melhoria, não só quantitativa como também qualitativa, da produção vegetal, muito particularmente quando se trate de fruta ou de produtos hortícolas.

• **Maior facilidade de realização das operações culturais**

Mesmo com as instalações de rega localizada em funcionamento, torna-se normalmente possível realizar as operações culturais necessárias, uma vez que o terreno fica seco entre as filas de plantas e não empapado, facto que prejudicaria a passagem da maquinaria agrícola, sobretudo da mais pesada.

Note-se que, com este processo de rega, se reduzem nitidamente algumas dessas operações culturais, como sucede, por exemplo, com as mondas, uma vez que, não se humedecendo o terreno entre as filas de plantas, as infestantes não se desenvolvem nessas zonas.

Também se verifica uma nítida diminuição de certas doenças das plantas, por efeito de não se provocar um ambiente favorável ao desenvolvimento de alguns microrganismos patogénicos, nomeadamente de natureza criptogâmica, como sucede em certas culturas baixas quando beneficiadas por outros processos de rega, o que se traduz normalmente por uma economia de pesticidas.

Este facto é saliente mesmo em relação à rega por aspersão, que, como se sabe, facilita o desenvolvimento de algumas pragas das culturas. Isto verifica-se sobretudo na agricultura protegida (em estufas, túneis, etc.), onde a rega localizada não provoca estes inconvenientes, o que pode ser determinante para a adopção deste método de rega para ambientes controlados.

• **Pode empregar-se em qualquer momento**

As instalações de rega localizada podem funcionar em quaisquer condições climáticas, ou seja, mesmo com vento forte ou temperaturas extremas (altas ou baixas), sem quaisquer inconvenientes ou limitações. Há, pois, neste aspecto, uma nítida vantagem sobre a rega por aspersão, cujas limitações nas regiões ventosas são conhecidas.

Podem inclusivamente funcionar à noite, aumentando-se assim o tempo útil diário de funcionamento, que, em caso de necessidade, pode chegar a ser de quase 24 horas.

Em consequência deste facto, torna-se possível aproveitar menores caudais disponíveis (como os que são característicos dos fornecimentos contínuos), ao contrário do que sucede com outros métodos de rega.

 • **Maior facilidade de emprego na agricultura protegida**

Tal como já referimos anteriormente, este processo de rega está especialmente indicado para o caso das culturas em ambientes protegidos (estufas, túneis, etc.).

Saliente-se o caso dos túneis, onde é extremamente difícil empregar outros sistemas de rega sem ser a rega localizada.

 • **Menores consumos de energia**

Finalmente, refira-se o menor consumo de energia possibilitado pela rega localizada relativamente à rega por aspersão normal, consequente das menores pressões da água que exige, facto, hoje em dia, de crescente importância, em face das carências mundiais de energia.

Inclusivamente, a rega localizada pode aproveitar, com mais facilidade, disponibilidades hídricas a cotas pouco superiores às do terreno a beneficiar, sem necessidade de se recorrer a bombagem.

3.4.2 — Inconvenientes e limitações da rega localizada

 • **Custos elevados**

É um facto que os custos de primeiro investimento resultantes da aplicação deste processo de rega, isto é, correspondentes às despesas de aquisição e montagem das instalações, são sempre relativamente elevadas.

Estes custos dependem principalmente da densidade da rede de tubagens necessária, que, como é evidente, é, por sua vez, função das distâncias entre linhas de plantas. Consequentemente, são, de um modo geral, mais elevadas para as culturas hortícolas (especialmente com entrelinhas pouco afastadas) do que para os pomares.

As despesas de funcionamento são também um pouco elevadas, embora geralmente inferiores às da rega por aspersão.

Em qualquer caso, este problema só deve ser analisado em conjunto com todos os factores em causa, através de um adequado estudo económico.

Em regra, porém, pode dizer-se que este processo de rega tem a devida justificação económica para culturas cujas produções tenham boa valorização nos mercados, como é o caso dos pomares, vinhas, primores e outras culturas hortícolas (especialmente quando em agricultura protegida), etc.

• Entupimentos

É este, sem dúvida nenhuma, um dos principais inconvenientes da rega localizada, que, em geral, se regista especialmente na modalidade gota-a-gota.

Efectivamente, os gotejadores têm tendência a entupirem-se com certa frequência, por efeito de impurezas ou de precipitados produzidos nas águas, ou do desenvolvimento de algas, etc.

Este inconveniente que, em regra, tem muito menos gravidade no caso da miniaspersão, pode em grande parte atenuar-se, ou mesmo resolver-se completamente, pela adequada filtração da água, à custa de filtros apropriados para o efeito.

• Menor utilização do solo

É um facto que, como referimos anteriormente, a rega localizada reduz o desenvolvimento radicular das plantas à zona normalmente humedecida pela rega, o que, se não tem inconveniente de maior em terrenos pobres, dado o efeito complementar realizado pela fertirrigação, já é saliente em terrenos melhores, onde não se tira todo o partido possível da fertilidade natural do solo. Assim sucede, por exemplo, nos melhores terrenos da Campina de Faro, onde a rega localizada se encontra bastante divulgada.

• Desenvolvimento de infestantes nas linhas

A rega localizada se, por um lado, impede, ou pelo menos dificulta grandemente, o desenvolvimento de infestantes entre as filas de plantas, em virtude do não humedecimento dessas zonas, tem, em contrapartida, o inconveniente de proporcionar um desenvolvimento excepcional de ervas daninhas junto das tubagens com os emissores, em consequência da humidade que regularmente origina nestas partes do terreno.

Em consequência deste facto, há geralmente necessidade de maiores trabalhos, nestas zonas, para destruição dessas infestantes.

• Impossibilidade de combater as geadas

As instalações de rega localizada não podem ser empregadas na defesa das plantas contra as baixas temperaturas, nomeadamente contra as geadas, ao contrário do que sucede com as instalações de rega por aspersão, que podem ser expressamente projectadas também para esse efeito.

Este facto pode prejudicar a utilização da rega localizada, em favor da rega por aspersão, nas regiões onde haja ocorrência de geadas.

Note-se, porém, que, com a modalidade de rega localizada por miniaspersão, se pode obter um certo efeito contra as geadas, por vezes suficiente nas regiões onde as temperaturas não sejam excessivamente baixas.

• Dificuldade de realização da fertirrigação orgânica e de distribuição de adubos fosfatados

As instalações de rega localizada não se coadunam bem à realização da **fertirrigação orgânica**, isto é, à distribuição dos escorrimentos provenientes das instalações pecuárias (dejectos sólidos e líquidos dos animais e águas de lavagem misturados na água de rega) como sucede com as instalações de rega por aspersão preparadas para essa finalidade.

Isto principalmente em razão da maior facilidade em se verificarem entupimentos nos emissores, em particular nos gotejadores.

Ultimamente, porém, à custa do emprego de soluções adequadas (filtros e emissores apropriados para o efeito), este problema foi em grande

parte resolvido, o que permitiu obter instalações de rega localizada funcionando razoavelmente com aqueles escoamentos e mesmo com águas residuais provenientes de esgotos domésticos ou industriais.

Em certos casos, torna-se também algo difícil a realização da fertirrigação mineral com adubos fosfatados, geralmente pouco solúveis para esse efeito. Esta dificuldade é, aliás, comum à fertirrigação mineral por aspersão.

■ • **Acumulação de sais nas zonas áridas**

A acumulação de sais no solo, em consequência do emprego de águas com elevados teores salinos distribuídos por este processo de rega, exige que aqueles sais sejam periodicamente lavados pelas águas pluviais, ou por **pré-regas primaveris** abundantes, o que pode ser impossível em regiões áridas, onde as precipitações são reduzidas e as poucas disponibilidades hídricas geralmente constituídas por águas com elevadas quantidades de sais.

Consequentemente, o emprego da rega localizada em regiões com estas características não se pode fazer indefinidamente, se não houver possibilidade de realizar aquelas lavagens.

3.5 — **REGA POR ASPERSÃO**

Na rega por aspersão, a água é fornecida ao solo sob a forma de chuva, por meio de aparelhos (**aspersores**) distribuindo um caudal superior a 500 l/h cada um (até mais de 100 m³/h).

3.5.1 – Vantagens da rega por aspersão

Este método de rega tem as seguintes vantagens:

- dispensa a armação do terreno necessária ao emprego dos métodos de rega por gravidade;
- permite regular com certo rigor a quantidade de água fornecida ao solo em cada rega;
- possibilita uma boa uniformidade de distribuição da água ao terreno;
- permite uma importante economia de água relativamente aos processos de rega por gravidade;
- evita a erosão eventualmente provocada pela rega;
- conduz a um total aproveitamento do terreno;
- possibilita uma importante economia de mão-de-obra relativamente a outros processos de rega;
- origina melhor aquecimento e arejamento da água de rega;
- dá frequentemente origem a uma melhoria quantitativa e qualitativa das produções agrícolas;
- as instalações têm uma grande polivalência, pois, além da rega propriamente dita (**rega de humedecimento**), podem realizar também a defesa das plantas contra as geadas, os tratamentos fitossanitários, a fertirrigação mineral ou orgânica, etc.

3.5.2 – Inconvenientes e limitações da rega por aspersão

A rega por aspersão tem, em contrapartida, os seguintes inconvenientes ou limitações:

- custos das instalações e despesas de funcionamento relativamente elevados;
- distribuição irregular por efeito de vento forte;
- favorece o desenvolvimento de algumas doenças das plantas;
- pode provocar um certo calcamento do solo;
- impossibilidade de empregar águas com elevados teores salinos.

3.5.3 – Classificações dos aspersores, das instalações de rega por aspersão

Apresentamos nos quadros juntos as classificações dos aspersores (quadro 2), dos aspersores rotativos (quadro 3) e das instalações de rega por aspersão (quadro 4).

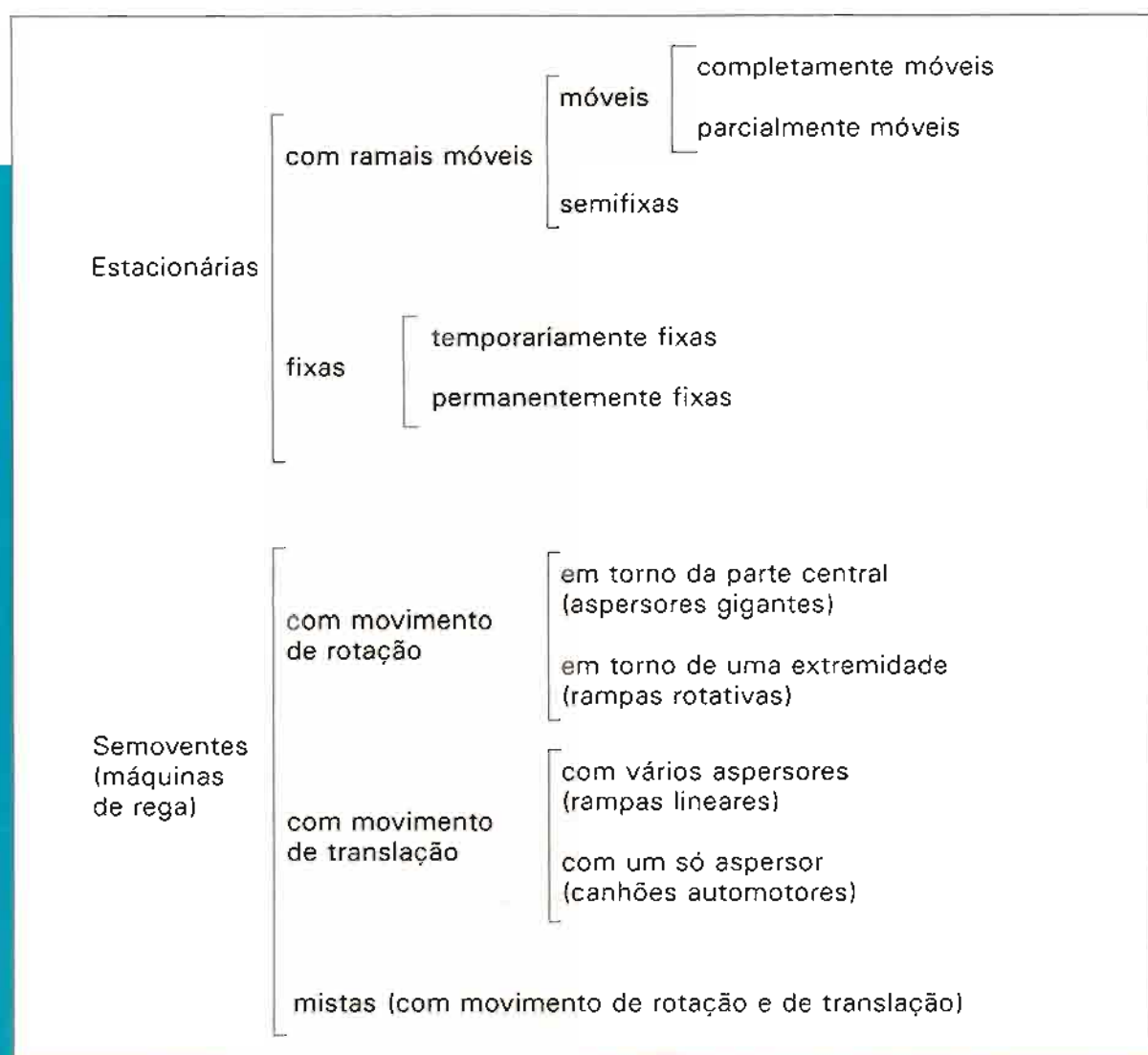
Quadro 2 – Classificação dos aspersores

Aspersores	estáticos	de cabeça de tubo perfurado
	rotativos	em torno de eixo horizontal (oscilantes)
		de leque de tubo perfurado
		em torno de eixo vertical
		de rotação contínua ou alternativa (sector) de rotação exclusivamente contínua
	outros tipos (semoventes, etc.)	

Quadro 3 – Classificação dos aspersores rotativos

a) quanto ao número de jactos	de 1 só jacto de 2 jactos de mais de 2 jactos
b) quanto à inclinação das agulhetas	jacto de inclinação normal (27° a 32°) jacto de inclinação entre 15° e 27° jacto raso (4° a 15°)
c) quanto à pressão de funcionamento	baixa pressão (menos de $2,5 \text{ kg/cm}^2$) média pressão ($2,5$ a 5 kg/cm^2) alta pressão (mais de 5 kg/cm^2)
d) quanto ao alcance do jacto	pequeno alcance (até 12 m) médio alcance (12 a 25 m) grande alcance (mais de 25 m)
e) quanto à intensidade de precipitação	chuva lenta (até 5 mm/h) média intensidade (5 a 15 mm/h) grande intensidade (mais de 15 mm/h)

Quadro 4 — Classificação das instalações de rega por aspersão



Os aspersores que quase exclusivamente se empregam na grande cultura são os rotativos em torno do eixo vertical, com rotação contínua (por vezes também com rotação alternativa), geralmente designados apenas por **aspersores rotativos**.

Dentro destes, os mais utilizados são os de um ou dois jactos, de inclinação normal, média pressão, médio alcance e de média intensidade de precipitação ou de **chuva lenta**.

Actualmente, estão também a empregar-se bastante os aspersores de alta pressão e grande alcance, particularmente no caso dos canhões automotores.

As instalações parcialmente móveis (com o grupo motor-bomba fixo e toda a tubagem móvel) e sobretudo as completamente móveis (com todo o material móvel, incluindo o grupo motor-bomba) são, de longe, as mais baratas, mas têm o inconveniente de normalmente exigirem uma apreciável quantidade de mão-de-obra para mudança das tubagens e aspersores de umas posições para outras. Por isso, estão a cair em desuso, a não ser para os casos em que se utilizam em regas de socorro ou de complemento.

Exceptuam-se, no entanto, alguns tipos de instalações móveis mais funcionais, como sejam as que possuem os aspersores sobre «trenós» (de preferência com tubos de plástico maleável enroláveis automaticamente em tambores), as que possuem tubagens susceptíveis de serem rebocadas de uma posição para outra (com os aspersores incorporados) por meio de tractor («drag-line», «pull-type», «end-tow», «tow-line», etc.), as que têm tubagens constituindo o eixo de rodas de grandes dimensões («side-roll»), etc.

O ideal são as instalações fixas (onde não há necessidade de efectuar mudanças de ramais móveis), quer do tipo temporariamente fixo («**solid-set**»), vulgarmente designadas de **cobertura total** (em que as tubagens, embora móveis, ficam dispostas sobre o terreno durante toda a época de rega, só mudando eventualmente para outra parcela depois da colheita), quer do tipo **permanentemente fixo** (com todas as tubagens geralmente enterradas).

Estas instalações são as mais funcionais de todas, exigindo um mínimo de mão-de-obra. Em casos mais perfeitos, são totalmente automáticas.

Têm, porém, o inconveniente de obrigarem a elevados custos de primeiro investimento, custos que são ainda maiores no caso de instalações automáticas.

As instalações **semi-fixas** têm logicamente vantagens e custos intermédios entre os correspondentes às instalações móveis e às fixas.

Finalmente, temos as instalações **semoventes**, vulgarmente designadas por **máquinas de rega**, que se deslocam automaticamente sobre o terreno enquanto distribuem a dotação de rega, não necessitando, portanto, de mudanças manuais de tubagens e de aspersores de umas posições para outras. São, por isso, de um modo geral, também bastante funcionais (as de alguns tipos mais do que outras).

Além da economia de mão-de-obra que proporcionam, têm ainda a vantagem de poderem regar perfeitamente durante o período nocturno, em virtude do seu funcionamento automático, aumentando assim significativamente o período diário de rega que, em teoria, pode chegar a ser de quase 24 horas.

Consequentemente, em igualdade de caudal, regam maiores áreas do que as instalações estacionárias, o que reduz os respectivos encargos.

Algumas instalações semoventes obrigam a maiores consumos de energia, em virtude das maiores pressões a que normalmente funcionam. Este inconveniente é sobretudo saliente no caso dos **canhões automotores**, que exigem geralmente pressões entre 5 e 10 kg/cm² (e ainda mais elevadas).

Este inconveniente já não se verifica com outras instalações semoventes, como é o caso das **rampas rotativas** («center-pivot») e **rampas lineares**, que actualmente têm a vantagem de poderem funcionar a pressões relativamente baixas (da ordem dos 2 kg/cm²).

As máquinas de rega, com excepção de alguns modelos de menores dimensões, são especialmente viáveis para regadios com maiores áreas e terrenos relativamente regularizados. Este facto é mais importante no caso das rampas rotativas («center-pivot») e lineares, aspersores gigantes («booms»), canhões automotores de maiores dimensões, etc..



Rega por aspersão, com um «center-pivot» no Alentejo.

A rega por aspersão é, sem dúvida nenhuma, o método de rega que nas últimas quatro décadas mais se tem difundido em todo o mundo, onde ocupa actualmente uma área de mais de 35 milhões de hectares, principalmente nos Estados Unidos, União Soviética, Itália, França, Austrália, etc.

Da referida área, mais de 6 milhões de hectares correspondem a instalações semoventes, as quais, nos últimos anos, têm-se divulgado bastante em diversos países. São sobretudo salientes os casos das rampas rotativas («center-pivot») nos Estados Unidos, Canadá, Espanha, França, etc., das máquinas DD100-M (com vários aspersores e movimento de translação) na União Soviética e Bulgária e dos canhões automotores um pouco por todo o mundo.

A rega por aspersão é empregada em quase todas as culturas, muito especialmente em milho, forragens, algodão, cana-de-açúcar, beterraba sacarina, pomares, vinhas e muitas culturas hortícolas e horto-industriais.



A cultura do milho no Vale do Tejo com rega por «center-pivot».

Este método de rega tem-se também difundido bastante nos últimos anos em Portugal, onde deve ocupar já cerca de 60 mil hectares (em 720 mil hectares regados).

No País existem instalações praticamente de todos os tipos, incluindo as semoventes. Nos últimos anos tem-se verificado uma espécie de «corrida» a estas últimas, primeiramente aos canhões automotores (de que existem já algumas centenas em funcionamento) e actualmente às rampas rotativas (também já em grande número no País) e lineares, para todos os terrenos onde elas sejam viáveis.

Hoje em dia, a aspersão sofre uma grande concorrência da rega localizada, especialmente no caso de pomares, vinhas, culturas hortícolas (sobretudo em agricultura protegida), etc.

3.6 — INTERESSE ACTUAL DOS DIVERSOS SISTEMAS DE REGA EM PORTUGAL

Com base nas considerações apresentadas anteriormente, analisemos agora o interesse actual dos diversos sistemas de rega no nosso País.

3.6.1 — Regadeiras de nível

O processo das regadeiras de nível, mau grado os inconvenientes que lhe apontámos, continua a ter certo interesse em Portugal, uma vez que é normalmente o único possível, dentro dos sistemas de rega por gravidade, para beneficiar terrenos acidentados cuja sistematização não é viável (por razões técnicas ou económicas).

Estão neste caso muitos prados naturais das zonas montanhosas do Norte do País, particularmente nos casos em que há disponibilidades hídricas suficientemente elevadas para permitir beneficiá-los com a rega de lima durante o Inverno.

Numa agricultura moderna, este processo de rega deve, porém, ser evitado, em virtude de não possibilitar a mecanização das operações culturais.

3.6.2 — Regadeiras inclinadas

Este processo não tem actualmente qualquer interesse em Portugal, em virtude da sua utilização estar praticamente limitada aos chamados **prados de várzea**, onde é possível empregar, com vantagem, outros sistemas de rega mais perfeitos (como o escoamento por faixas, a rega por aspersão, etc.), permitindo a mecanização das operações culturais.

3.6.3 — Planos inclinados e cavaletes

Estes dois processos não têm também actualmente qualquer interesse no nosso País, em virtude dos inconvenientes que lhes apontámos (armação caríssima e impossibilidade de mecanização das operações culturais).

Exceptua-se, quando muito, o processo dos **cavaletes**, principalmente para o caso de talhões experimentais ou de terrenos com graves problemas de drenagem, particularmente tratando-se de pequenas explorações familiares, onde não seja fundamental a economia de mão-de-obra.

3.6.4 — Faixas

A rega por **faixas** é, sem dúvida nenhuma, o único processo, dentro do método de rega por escoamento, que tem verdadeiro interesse para a agricultura moderna, em virtude de possibilitar a integral mecanização das operações culturais.

Além disso, como referimos anteriormente, uma vez devidamente estabelecido, este processo permite uma boa uniformidade de distribuição da água e uma importante economia de mão-de-obra na realização das regas, desde que o fornecimento da água das valas alimentadoras às faixas se faça automaticamente.

A rega por faixas tem, por isso, na nossa opinião, muito interesse para os regadios portugueses. O seu emprego está, porém, geralmente limitado a condições topográficas mais favoráveis, ou seja, a terrenos pouco declivosos, ou relativamente regularizados, como é o caso dos terrenos de várzea ou de lezíria, onde a respectiva sistematização seja tecnicamente possível e menos onerosa.

Finalmente, refira-se que, muito embora permita, nos casos mais perfeitos, uma apreciável eficiência de rega, dentro dos processos de rega por gravidade, a sua utilização está um pouco condicionada aos casos em que a economia de água não seja factor fundamental.

3.6.5 — Canteiros

O processo dos **canteiros** tem, e terá sempre, muito interesse em Portugal por ser a única solução possível para o caso da cultura do arroz.

Tem ainda certo interesse para algumas culturas hortícolas e forrageiras (especialmente a luzerna), desde que existam boas disponibilidades hídricas para a rega. Não se verificando estas condições, é preferível beneficiar essas culturas por outros sistemas de rega (faixas, aspersão, sulcos, etc.).

De qualquer modo, é um processo que, além dos elevados caudais que exige, obriga a uma armação do terreno extremamente cara e, por isso, só se torna viável em zonas com topografia mais favorável (várzeas, algumas encostas, etc.).

3.6.6 — Caldeiras

O processo das **caldeiras**, por corresponder a uma armação relativamente económica, permitir uma certa economia de água e possibilitar a mecanização das operações culturais, continua a ter inegável interesse no nosso País, para o caso da rega das árvores de fruta e, em menor escala, das vinhas.

Neste momento, porém, tem nestas utilizações uma forte concorrência da rega localizada, sobretudo nas zonas com menores disponibilidades hídricas (como o Algarve).

3.6.7 — Rega subterrânea

Em virtude dos inconvenientes e limitações que lhe apontámos, este processo de rega não tem qualquer interesse prático, no nosso País, a nível da grande cultura.

Apenas lhe vemos alguma viabilidade na beneficiação de relvados de campos desportivos (com a modalidade constituída exclusivamente por

tubagens enterradas) e na rega de terrenos arenosos do Litoral Norte do País, onde se emprega a modalidade baseada em valas abertas, que permitem elevar artificialmente o nível do lençol freático.

3.6.8 — Sulcos

O processo dos **sulcos** é, como referimos, o mais utilizado em Portugal, a grande distância de qualquer outro, muito embora seja normalmente empregado de forma extremamente deficiente (sulcos irregulares ou com declive excessivo e comprimentos relativamente reduzidos).



Rega por sulcos (com o emprego de sifões) na cultura do girassol.



Alimentação de sulcos por meio de uma manga de plástico com orifícios calibrados.

O seu interesse não deverá diminuir no futuro, antes poderá aumentar para o caso das culturas semeadas ou plantadas em linhas (milho, batata, tabaco, melão, tomate, pimento e quase todas as outras culturas hortícolas ou horto-industriais), desde que passe a ser utilizado convenientemente, isto é, com adequadas armações (declive, comprimento e traçado dos sulcos, etc.) e fornecimento automático da água das valas alimentadoras para os sulcos (por meio de sifões, tubagens perfuradas, etc.).

Só assim o processo se torna devidamente funcional, permitindo obter as vantagens que lhe apontámos (economia de água e de mão-de-obra, mecanização das operações culturais, etc.)

3.6.9 — Rega localizada

Em Portugal, a **rega localizada** tem um interesse que se pode considerar muito grande desde que limitado aos casos que referimos anteriormente, ou seja, fundamentalmente às culturas mais ricas, que justifiquem economicamente os elevados encargos a que o seu emprego geralmente conduz.

Esse interesse aumenta extraordinariamente quando as disponibilidades hídricas para a rega são limitadas, tornando-se necessário obter a maior economia de água possível, ou quando se trate de águas com elevados teores salinos.

É, por exemplo, saliente o interesse da **miniaspersão** nos pomares, particularmente das árvores mais exigentes, como é o caso dos laranjais do Algarve, onde, para mais, as limitadas disponibilidades hídricas existentes são geralmente constituídas por águas de deficiente qualidade.

Esta modalidade de rega localizada pode ter ainda inteira justificação para muitas outras culturas, especialmente hortícolas (mesmo em estufas).

O interesse da **rega gôta-a-gôta** não é, porém, menor, uma vez que se encontram praticamente resolvidos os problemas que resultam dos riscos de entupimento dos gotejadores (salvo com águas de pior qualidade) e da maior melindrosidade das instalações.

Por isso, esta modalidade de rega localizada tem actualmente inteira viabilidade em muitos regadios do nosso País, particularmente em culturas hortícolas e florícolas (sobretudo quando em estufa e túneis), vinhas (especialmente de uva de mesa) e mesmo em pomares (principalmente quando em palmeta ou se trata de árvores ainda jovens).

3.6.10 — Rega por aspersão

Na nossa opinião, a **rega por aspersão** tem, em Portugal, um interesse ainda maior do que a rega localizada, em virtude da sua utilização muito mais generalizada, pois praticamente apenas para o caso do arroz o seu emprego não é viável.

Este método de rega está indicado principalmente para o caso de culturas extensivas, como prados, forragens, culturas horto-industriais, etc., muito particularmente quando se pretende evitar a sistematização do terreno e obter uma certa economia de água e de mão-de-obra relativamente aos processos de rega por gravidade.

Apesar da forte concorrência que lhe faz hoje em dia a miniaspersão (mais do que a gota-a-gota), a rega por aspersão continua a ter interesse em muitos pomares, vinhas, culturas hortícolas, etc., muito particularmente nos casos em que se pretenda tirar também partido da sua notável polivalência (protecção das plantas contra as geadas, realização dos tratamentos fitossanitários, fertirrigação mineral e orgânica, etc.).

Em qualquer caso, deve sempre optar-se por instalações o mais funcionais possível (o que geralmente está bem longe de suceder), pois só estas têm verdadeira viabilidade na agricultura moderna.

Entre estas instalações, refiram-se as dos seguintes tipos:

- 1.º — Dentro das instalações com ramais móveis (completamente e parcialmente móveis):
 - as instalações de chuva lenta (de preferência com **ramais suplementares de espera**);
 - as instalações com os aspersores sobre «trenós» e tubos de plástico (de preferência enroláveis em tambores);
 - as instalações com as tubagens móveis susceptíveis de serem rebocadas ou arrastadas por tractor («drag-line», «pull-type», «end-tow», etc.);
 - as instalações em que as tubagens móveis constituem o eixo de rodas de grandes dimensões («side-roll»).
- 2.º — Dentro das instalações fixas:
 - as instalações temporariamente fixas, quer de cobertura total (onde há apenas mudança dos aspersores) quer de cobertura integral (sem mudança de aspersores);

- as instalações permanentemente fixas (geralmente com todas as tubagens enterradas ou, no caso de alguns pomares e vinhas, colocadas fixamente sobre as árvores ou videiras).

3.º — Dentro das instalações **semoventes** (máquinas de rega):

- as rampas rotativas («center-pivot»);
- as rampas lineares;
- os aspersores gigantes («booms»);
- os aspersores gigantes com movimento simultaneamente de rotação e de translação.

Finalmente, algumas considerações sobre o inconveniente da rega por aspersão provocar geralmente maiores consumos de energia do que os outros métodos de rega.

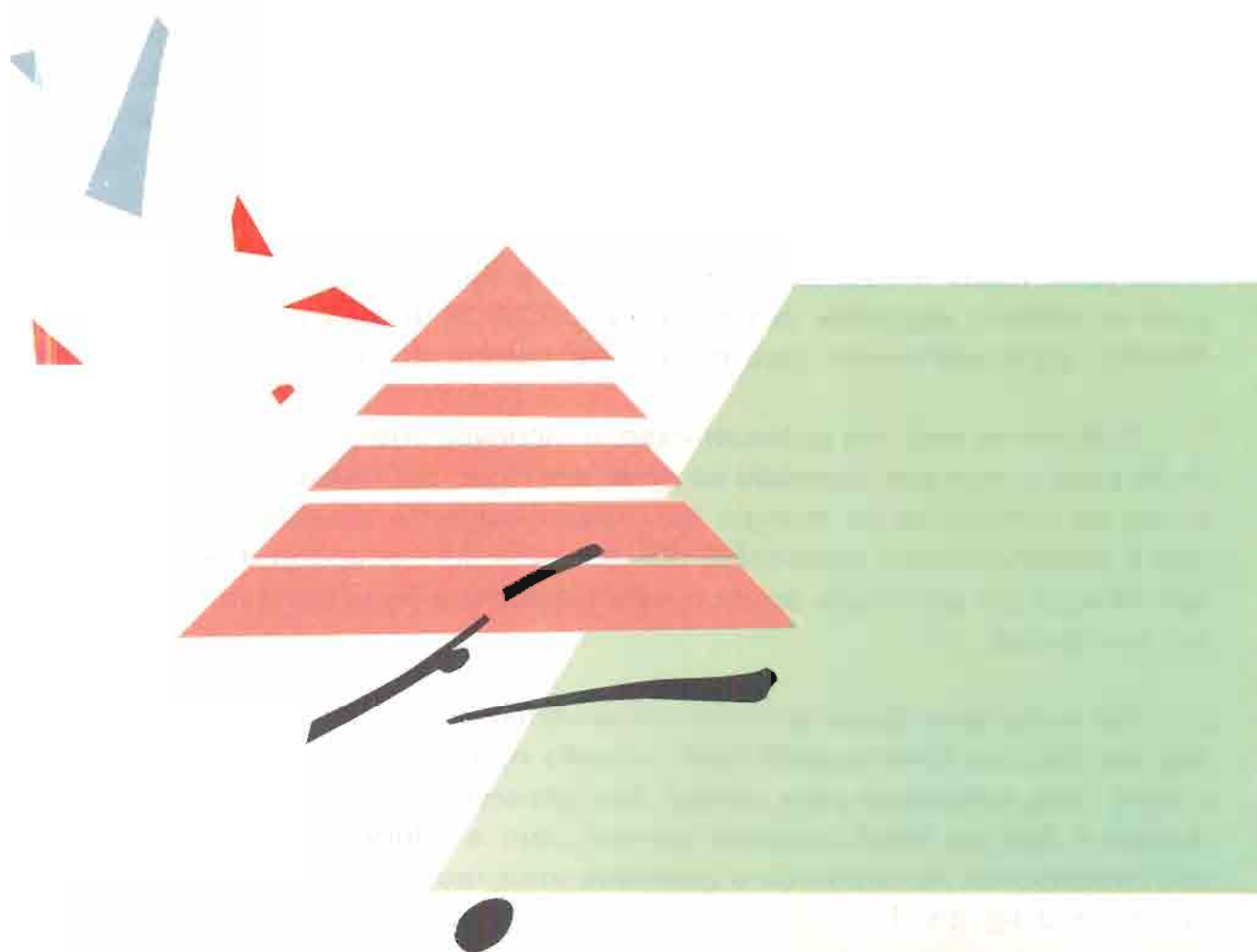
Este facto é sobretudo saliente no caso dos canhões automotores que, em regra, exigem pressões de funcionamento entre 5 e 10 kg/cm². Por isso mesmo, não nos parece que estas máquinas de rega tenham grande viabilidade na agricultura do futuro, ao contrário do que sucede com as rampas rotativas («center-pivot») e lineares, cujos consumos de energia são bastante limitados, dadas as menores pressões a que funcionam.

Por isso, estas máquinas de rega estão a ter um interesse crescente para os nossos regadios, em todos os locais onde sejam possíveis de instalar, particularmente para o caso da cultura do milho.

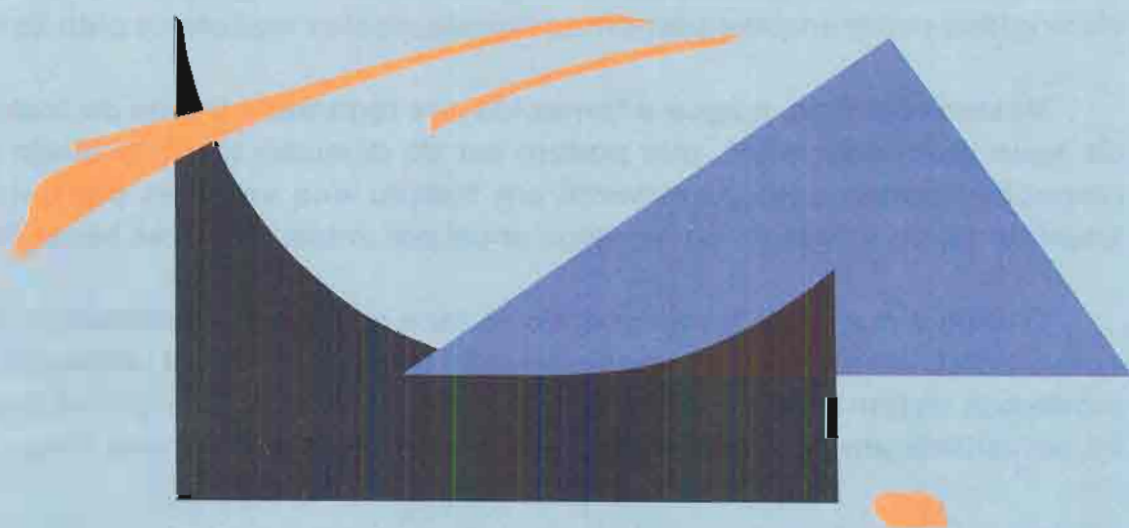
Saliente-se que, em qualquer caso, o inconveniente que estamos referindo para a rega por aspersão só deve, em rigor, ser analisado tendo em conta os consumos de energia (por vezes bastante elevados) necessários à sistematização (nivelção) dos terrenos para adopção dos processos de rega por gravidade (onde frequentemente a água tem também que ser bombada).

Por outro lado, trata-se de um inconveniente que não existe no caso das instalações funcionando com pressão natural (em que a água está a uma cota suficiente para chegar aos aspersores com a pressão adequada) e que se torna possível atenuar com a adopção de instalações com aspersores funcionando a pressões mais reduzidas (não excedendo cerca de 3 kg/cm²).

De qualquer modo, somos de opinião que sempre que se disponha de um caudal suficiente, a cota conveniente para que a rega se faça por gravidade, e se trate de terrenos relativamente regularizados, cuja sistematização não seja muito onerosa, será sempre de pôr a hipótese de adoptar um dos processos clássicos de rega, como o das faixas, o dos sulcos, o dos canteiros (para o caso do arroz) ou o das caldeiras (para os pomares e vinhas).



4 — ÁGUA DE REGA



4.1 — APROVEITAMENTO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS EXISTENTES

A **água de rega** pode ser obtida a partir da realização de empreendimentos hidroagrícolas colectivos (particulares ou estatais) ou de obras de rega de carácter individual.

4.1.1 — Regadios colectivos

No nosso País, os regadios colectivos existentes são, com raras excepções, praticamente apenas os correspondentes aos **perímetros de rega** abrangidos pelos empreendimentos hidroagrícolas realizados pelo Estado.

Nestes regadios, a água é fornecida aos regantes através de **tomadas de água (bocas de rega)**, que podem ser de diversos tipos, fazendo-se o respectivo pagamento geralmente em função dos volumes consumidos anualmente ou à base de um encargo anual por unidade de área beneficiada.

O ideal é que esse fornecimento se faça através de tomadas de água apropriadas, com a água já com a pressão suficiente para a utilização dos modernos sistemas de rega (aspersão e rega localizada), o que infelizmente só se verifica em alguns perímetros mais modernos do nosso País.

4.1.2 — Regadios individuais

No caso dos regadios particulares, a água necessária para o efeito pode ser obtida a partir do aproveitamento das águas superficiais (quase sempre de cursos de água) ou de águas subterrâneas.

No primeiro caso, quando o **caudal de estiagem** do curso de água em questão é maior do que o **caudal de ponta** necessário para satisfazer as exigências das culturas durante os períodos mais críticos (normalmente em Julho ou Agosto), opta-se pela realização de uma derivação, solução que, em regra, é a mais económica.

A derivação pode ser efectuada à custa da construção de um **açude**. O caso mais frequente é, porém, o de recorrer-se a uma simples **bombagem**, dispensando a construção do açude. Esta solução, com menores custos de primeiro investimento, mas maiores despesas de funcionamento, tem a vantagem de poder assim fornecer-se a água ao regadio já com a pressão necessária ao emprego daqueles sistemas de rega.

Quando, porém, o caudal de estiagem é inferior ao caudal de ponta, tem que realizar-se a chamada **inversão estacional**, ou seja, optar pela construção de uma albufeira, solução geralmente muito mais cara.

O ideal será ter **albufeiras colinares**, isto é, localizadas a cotas suficientes para a obtenção da pressão mais conveniente sem necessidade de bombagem, o que se torna especialmente possível no Norte do País.

Para o cálculo da capacidade de armazenamento de uma albufeira não interessa o caudal de ponta mas o volume anual de água necessário ao regadio, que, como é evidente, deve definir a capacidade útil daquela.

Saliente-se que, enquanto o caudal de ponta é função do período crítico, ou, melhor, do período de maiores exigências das plantas, o volume anual é função das necessidades globais das culturas durante toda a época de rega.

O aproveitamento das águas subterrâneas pode ser feito por meio de **poços ordinários, furos artesianos** ou de **minas**.

Neste caso, deve prever-se a localização da origem hídrica tanto quanto possível no centro de gravidade do regadio, para se diminuir os encargos com as condutas — problema que se complica bastante quando se trata de albufeiras ou derivações, cuja localização está, acima de tudo, dependente da posição do curso de água.

No caso de águas subterrâneas, é geralmente muito pouco provável obter a pressão da água naturalmente, isto é, sem recorrer a uma bombagem. Apenas nos casos, muito pouco frequentes, de **minas** ou **poços ordi-**

nários adequadamente localizados, ou de alguns furos repuxantes, isso será eventualmente possível.

As águas subterrâneas encontram-se, frequentemente, a grande profundidade, o que pode exigir soluções especiais para a bombagem (electro-bombas submersíveis, bombas de eixo vertical, etc.).

Por outro lado, têm geralmente teores de oxigénio dissolvido e temperaturas relativamente baixas. A rega por aspersão tem, como se referiu anteriormente, a vantagem de aumentar o teor de oxigénio dissolvido e a temperatura da água, e atenuar, assim, esses inconvenientes.

Note-se que, em regra, a temperatura das águas subterrâneas só é inferior à do ar durante o Verão, sucedendo o contrário durante o Inverno, especialmente durante a noite, o que ajuda a contribuir para a defesa das plantas contra as geadas quando se utiliza a rega por aspersão com esse objectivo.

4.2 — QUALIDADE DA ÁGUA

Além da temperatura e do teor de oxigénio dissolvido, características já anteriormente referidas, interessa sobretudo conhecer a composição química da água e a quantidade e natureza das substâncias em suspensão (terra, matéria orgânica, etc.), o que pode implicar soluções especiais para os correspondentes regadios.

Quanto às substâncias dissolvidas, a qualidade da água é definida fundamentalmente pela natureza e quantidade de sais existentes e pelo respectivo pH, elementos estes que são determinados em laboratório da especialidade.

Em regra, quando se utilizam os processos clássicos de rega, a maior parte das culturas são já afectadas por águas com teores de sais dissolvidos superiores a 0,6 g/l.

Se a drenagem e a «lessivagem» do solo são suficientes, pode geralmente ir-se até teores de 1,5 g/l, ou mesmo 2 g/l, com regas frequentes, para aumentar essa «lessivagem».

Só as plantas mais resistentes, como é o caso do arroz, cevada, beterraba sacarina e algumas forragens, podem aguentar salinidades mais elevadas, por vezes até 3 a 5 g/l.

Note-se que, como as plantas são mais afectadas pela **concentração total de sais** do que por um determinado sal isoladamente, é preferível definir a salinidade a partir da **condutividade eléctrica** da água, expressa normalmente em mmhos/cm, grandeza também avaliada em adequados laboratórios.

Nesta ordem de ideias, pode dizer-se que águas com condutividade eléctrica superior a 0,75 mmhos/cm são já pouco convenientes para as culturas mais sensíveis, quando se utilizam os processos clássicos de rega, enquanto que com a rega localizada, especialmente a gota-a-gota, se pode beneficiar muitas culturas, mesmo hortícolas, com águas com condutividade até 3 a 4 mmhos/cm.

As águas salinas tornam-se especialmente inconvenientes quando distribuídas por instalações de aspersão por cima das plantas, o que pode originar queimaduras nas respectivas folhas, facto extremamente saliente em culturas mais sensíveis, como são os pomares, nomeadamente os de citrinos.

É por essa razão que no Algarve, onde as águas subterrâneas apresentam frequentemente elevados teores de sódio, os laranjais, quando regados por aspersão, são-no por baixo das copas das árvores.

Com a rega localizada, estes inconvenientes já se não verificam, em virtude de se manter a humidade do solo sempre relativamente elevada, ou seja, nas vizinhanças da capacidade de campo (mas sem a ultrapassar).

Efectivamente, como a **tensão total** que as raízes das plantas podem suportar é — desprezando as tensões gravitacional e a devida às pressões exteriores — praticamente igual à soma da **tensão osmótica** (devida aos sais dissolvidos) com a **tensão capilar** (devida às forças de atracção entre as partículas de terra e a água), para a mesma tensão total, se a humidade do solo for elevada, torna-se reduzida a tensão capilar e, portanto, pode ser maior a tensão osmótica, ou, o que é o mesmo, a concentração de sais da solução do solo, sem se prejudicar a absorção radicular.

Note-se que com a rega por aspersão, particularmente com instalações fixas, pode obter-se o mesmo efeito, uma vez que se torna também possível a realização de regas frequentes (que, como se referiu, no caso dos pomares, devem ser efectuadas por baixo das copas das árvores).

Por outro lado, e isto não é o menos importante, enquanto que com os outros sistemas de rega os sais ficam mais ou menos uniformemente distribuídos por toda a solução do solo, na rega localizada, por efeito da diferente tensão osmótica entre o bordo da bolsa húmida e a parte seca do solo, os sais têm tendência a acumular-se principalmente na periferia dessa bolsa, facto que é extremamente saliente no caso dos «bolbos» originados pelos gotejadores.

Além deste deslocamento dos sais para a periferia da zona humedecida, há também um movimento vertical para a superfície do solo, por efeito da evaporação.

Quer dizer, em consequência deste movimento dos sais, que se verifica também noutros tipos de rega localizada sem ser a gota-a-gota, ou seja, com bolsas humedecidas bastante maiores, as zonas onde se situam os sistemas radiculares das culturas ficam, assim, isentas ou, pelo menos, sem sais em excesso.

Quando se utilizam águas salinas, é frequente observarem-se sais acumulados à superfície do terreno, tal como aliás sucede, por vezes, no processo dos sulcos.

Em regra, estes sais são eliminados por infiltração profunda, pelas águas pluviais, ou por meio de regas abundantes realizadas por qualquer processo (mesmo por aspersão), antes das sementeiras ou plantações.

A resolução deste problema pode, porém, como referimos, tornar-se muito difícil, se não impossível, em zonas áridas, onde as disponibilidades hídricas são limitadas (e geralmente salinas) e as chuvas insuficientes para o efeito pretendido.

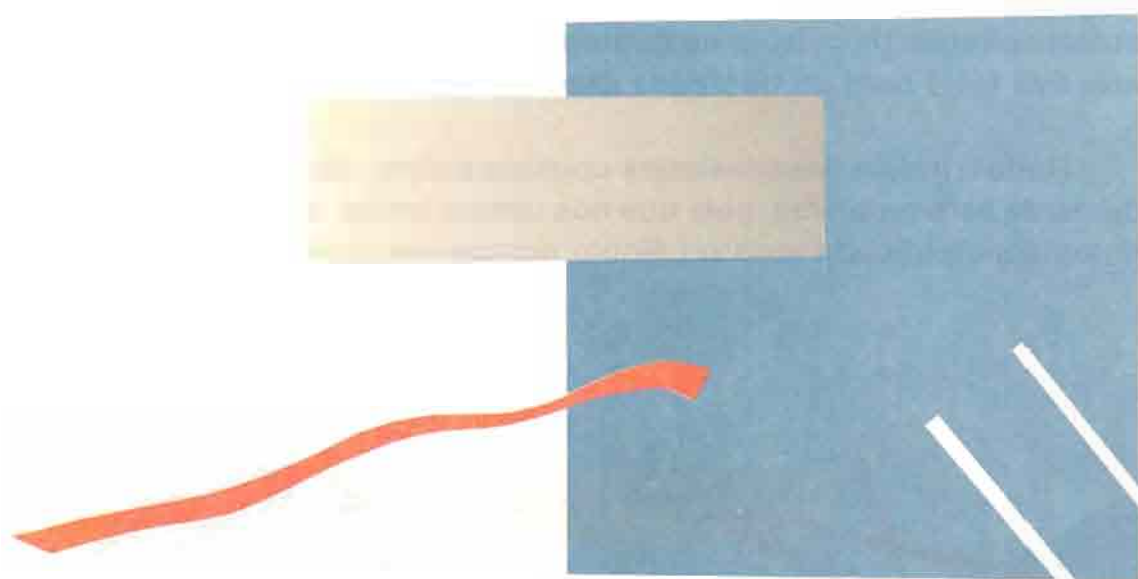
Note-se que, no caso dos solos salinos, isto é, com elevado teor de sódio na solução do solo, os efeitos da salinidade são também minimizados pela rega localizada, desde que se mantenha a humidade do solo próxima da capacidade de campo. Tudo se passa praticamente da mesma forma que com as águas salinas.

No caso dos solos salinos, em consequência da absorção realizada pelas raízes, pode verificar-se uma deslocação dos sais da periferia para a zona radicular, o que pode prejudicar as culturas. Por isso, é necessário manter a humidade do solo sempre acima de determinado limite. Nesse sentido, pode controlar-se essa humidade por meio de **tensiómetros**, que são uns aparelhos relativamente simples, do maior interesse em qualquer regadio.

Note-se que as plantas são selectivas na absorção dos sais existentes na solução do solo, o que, só por si, pode dar origem à acumulação de alguns catiões tóxicos junto do raizame (prejudicial a este), como sucede principalmente com o sódio. O próprio cálcio pode dificultar a absorção de outros elementos, como o fósforo e o potássio.

Quando as chuvas são fracas, como sucede nas zonas áridas, e apenas tendem a infiltrar os sais acumulados à superfície na zona radicular, facto que pode ser gravemente inconveniente para as culturas, resolve-se o problema, complementando a acção da chuva, pondo a instalação de rega a funcionar enquanto chove, para que aquela zona fique saturada e portando liberta dos sais em excesso, uma vez que estes se deslocam para a periferia da zona humedecida.

Em qualquer caso, é sempre conveniente um adequado controlo do teor de sais na solução do solo, quer por meio de análise directa quer por medição da respectiva condutibilidade eléctrica.



5 — NECESSIDADES HÍDRICAS DAS CULTURAS

As necessidades hídricas das culturas de um regadio são fundamentalmente de dois tipos:

- a) **Necessidades de ponta**, isto é, relativas à fase de maiores exigências hídricas, que, entre nós, se verifica geralmente durante o mês de Julho ou de Agosto; avaliam-se em mm/mês [$(\text{m}^3/\text{dia})/\text{ha}$] ou $(\text{l/s})/\text{ha}$.
- b) **Necessidades anuais**, ou seja, correspondentes a toda a época de rega, que, no Continente, decorre normalmente de Abril/Maio a Setembro/Outubro; exprimem-se em mm ou m^3/ha .

Estas necessidades são habitualmente determinadas a partir de balanços hidrológicos do solo das culturas a beneficiar pelo regadio.

Estes balanços devem ser elaborados com base nos valores da evapotranspiração da cultura ou culturas em causa e da soma da precipitação efectiva (útil) com as dotações úteis de rega necessárias.

Dada a índole das presentes considerações, não é possível tratar devidamente este problema, pelo que nos vamos limitar a apresentar uma metodologia simplificada para o cálculo dessas necessidades.

5.1 — DOTAÇÃO DE REGA

A **dotação de rega** é, como se referiu anteriormente, a quantidade (volume) de água a distribuir, por unidade de área de terreno, em cada rega; avalia-se em m^3/ha ou, no caso de rega por aspersão, em milímetros ($1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3/\text{ha} = 1 \text{ l/m}^2$). Depende fundamentalmente das características do terreno, das culturas a beneficiar e do método de rega utilizado.

A dotação de rega deve ser calculada, para cada caso concreto, em função das condições em causa. Eis a sequência desse cálculo:

$$U = z u d$$

U — **capacidade utilizável do solo** (em mm) **correspondente à profundidade z** ;

z — **profundidade efectiva de rega** (mm), função da profundidade do raizame das plantas e do modo como se processa a respectiva absorção;

u — **capacidade utilizável do solo** (% em peso seco de solo), diferença entre a capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento;

d — **densidade relativa média aparente** da terra seca.

Por outro lado, deve ser:

$$h_u = U p$$

h_u — **dotação útil de rega** (mm), isto é, sem incluir as perdas de água durante a rega;

p — **coeficiente facilmente utilizável** (adimensional), definido por:

$$p = \frac{u_f}{U}$$

onde u_f é a **capacidade facilmente utilizável do solo** que, por sua vez, é dada por:

$$u_f = C_c - T_c$$

C_c — **capacidade de campo** (% em peso seco)

T_c — **teor crítico cultural** (% em peso seco), que é o estado de humedecimento do solo (compreendido entre o coeficiente de emurchecimento C_e e a capacidade de campo C_c) abaixo do qual as plantas começam a ser afectadas no seu desenvolvimento, o que se reflecte na respectiva produção.

O valor de p está geralmente compreendido entre 0,30 e 0,70 (normalmente de 0,40 a 0,50), sendo maior nos solos arenosos (do que nos argilosos) e nas culturas mais resistentes à secura (é, por exemplo, maior no sorgo do que no milho).

Finalmente:

$$h_r = \frac{h_u}{e_r}$$

h_r — **dotação real de rega** (mm ou m³/ha);

e_r — **eficiência de rega**, ou seja, o coeficiente que tem em conta as perdas de água durante a rega (por infiltração profunda, escoamento superficial, evaporação das regadeiras, etc.).

O valor de e_r depende sobretudo do método de rega utilizado e da maior ou menor perfeição em que este é empregado; é, em regra, de 60 % a 85 % na rega por aspersão (função sobretudo do tipo de instalação) e de 30% a 70% nos métodos clássicos de rega (nestes depende principalmente da sistematização do terreno e da perícia do regante). Na rega localizada, pode atingir valores superiores a 90%, especialmente no caso da gota-a-gota.

Os valores das constantes físicas do solo (C_c , C_e e d) são determinados, em laboratórios da especialidade, a partir de amostras devidamente representativas dos solos a beneficiar com o regadio.

Os valores de z e de p são fundamentalmente função da cultura a regar e, em menor escala, da natureza do terreno.

Exemplo de determinação da dotação de rega:

Dados:

$$C_c = 22,1\%$$

$$C_e = 10,2\%$$

$$d = 1,40$$

$$z = 0,60 \text{ m} = 600 \text{ mm}$$

$$p = 0,40$$

$$e_r = 0,80 \text{ (rega por aspersão)}$$

Cálculos:

$$u = C_c - C_e = 22,1 - 10,2 = 11,9\% = 0,119$$

$$U = zud = 600 \times 0,119 \times 1,40 = 100 \text{ mm}$$

$$h_u = Up = 100 \times 0,40 = 40 \text{ mm}$$

$$h_r = \frac{h_u}{e_r} = \frac{40}{0,80} = 50 \text{ mm (500 m}^3\text{/ha)}$$

No caso de se tratar de um sistema de rega por gravidade, com $e_r = 50\%$, seria:

$$h_r = \frac{h_u}{e_r} = \frac{40}{0,50} = 80 \text{ mm (800 m}^3\text{/ha)}$$

No quadro 5, apresentamos os valores médios aproximados das dotações de rega. Estes elementos devem, porém, ser considerados com algumas reservas, pois, em rigor, só o cálculo da dotação, efectuado como se referiu, permite determinar os valores mais convenientes deste parâmetro a adoptar para cada caso concreto.

Quadro 5 — Valores médios aproximados das dotações de rega
(Valores em m³/ha e mm)

Culturas	Terreno	Solos arenosos	Solos de textura média	Solos argilosos
DE RAIZAME SUPERFICIAL (aipo, alface, cebola, couves, espinafre, morango, rabanete, etc.)		200 m ³ /ha (20 mm)	300 m ³ /ha (30 mm)	350 m ³ /ha (35 mm)
DE RAIZAME MÉDIO (amendoim, batata, beterraba, cenoura, ervilha, feijão, nabo, pimento, melão, milho, pepino, tabaco, tomate, etc.)		350 m ³ /ha (35 mm)	500 m ³ /ha (50 mm)	600 m ³ /ha (60 mm)
DE RAIZAME PROFUNDO (algodão, cártamo, citrinos, espargo, girassol, linho, lúpulo, luzerna, prunóideas, pomóideas, etc.)		500 m ³ /ha (50 mm)	600 m ³ /ha (60 mm)	700 m ³ /ha (70 mm)

Nota: Os valores apresentados correspondem fundamentalmente ao emprego do método de rega por aspersão (com uma eficiência de rega da ordem dos 80%). Para os sistemas de rega por gravidade, haverá que considerar valores mais elevados, de acordo com as respectivas eficiências.

5.2 — INTERVALO DE TEMPO ENTRE REGAS

A **programação das regas** (número de regas e respectivos intervalos de tempo) só pode ser correctamente realizada a partir da elaboração dos balanços hidrológicos do solo anteriormente referidos.

Simplificadamente, pode efectuar-se o cálculo de **intervalo de tempo** D (em dias) entre duas regas consecutivas, correspondentes à dotação útil h_u , do seguinte modo:

$$D = \frac{h_u + P_e}{E_c}$$

P_e (mm) — precipitação útil ou efectiva absorvida pelo solo durante o intervalo D ;

E_c (mm/dia) — evapotranspiração média da cultura beneficiada durante o mesmo intervalo.

Em geral, para o cálculo dos regadios, o que fundamentalmente interessa é o **menor intervalo de tempo entre regas**, o qual, como é evidente, se verifica durante a fase mais crítica do ano, isto é, mais seca. Ora, nessa fase, no nosso País, é praticamente sempre $P_e = 0$ (ou seja, não há qualquer chuva útil) e portanto:

$$D = \frac{h_u}{E_c}$$

Por outro lado, é:

$$E_c = E_p K_c$$

E_p (mm/dia) — evapotranspiração potencial no intervalo de tempo considerado;

K_c (adimensional) — coeficiente cultural das plantas do mesmo intervalo.

Os valores médios mensais de E_p , para os diversos locais do nosso País, podem ser fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Para o mês mais crítico do nosso País (quase sempre Julho), o valor médio de E_p varia geralmente entre cerca de 4 mm/dia (como, por exemplo, no Minho) e mais de 7 mm/dia (Algarve).

Os valores de K_c , para as culturas mais importantes (e respectivos estados vegetativos), constam de tabelas apresentadas em livros da especialidade. Em regra, para as fases mais críticas das culturas (que, para a maioria das plantas, corresponde à fase da floração e início da formação dos frutos, conforme mostra o quadro 6) varia geralmente entre cerca de 0,8 a 0,9 (para as culturas menos exigentes) e 0,95 a 1,2 (para as mais exigentes).

Exemplo de cálculo do menor intervalo entre regas

Dados:

Cultura de milho, com $K_c = 1,10$ para a fase mais crítica; $E_p = 6$ mm/dia e $h_u = 40$ mm (tal como no exemplo anterior)

Cálculo:

$$E_c = E_p K_c = 6,0 \times 1,1 = 6,6 \text{ mm/dia}$$

$$D = \frac{h_u}{E_c} = \frac{40}{6,6} = 6 \text{ dias}$$

Quadro 6 — Fases mais críticas das culturas

Culturas	Fases de maior sensibilidade (por ordem decrescente de intensidade)
Algodão	Floração e formação das cápsulas.
Amendoim	Floração e formação da produção, particularmente durante o crescimento das vagens.
Ananás	Todo o período de crescimento vegetativo.
Arroz	Fase de desenvolvimento das espigas e floração > período vegetativo e colheita.
Banana	Praticamente todo o ciclo da cultura, mas particularmente durante a primeira parte da fase vegetativa, floração e formação da produção.
Batata	Início do desenvolvimento dos tubérculos, formação da produção > primeira fase do período vegetativo e colheita.
Beterraba sacarina	Primeiro mês após a emergência.
Cana-de-açúcar	Período vegetativo, particularmente durante a fase de rebentação e de intenso crescimento dos colmos > fase de maturação.
Cártamo	Formação das sementes e floração > período vegetativo.
Cebola	Engrossamento dos bolbos, particularmente durante a fase de rápido crescimento destes > período vegetativo (para a produção de semente é a floração a fase mais crítica).
Couve	Fase final de intenso crescimento e colheita.
Ervilha	Floração e formação da produção > período vegetativo e colheita (para a ervilha seca).
Feijão	Floração e crescimento das vagens (o período vegetativo não é sensível quando seguido de regas suficientes).
Girassol	Floração > formação da produção > última fase do período vegetativo, particularmente durante o desenvolvimento dos capítulos.
Laranjeira	Floração e formação dos frutos > engrossamento dos frutos.
Limoeiro	Floração e formação dos frutos > engrossamento dos frutos (a floração pode ser muito favorecida quando precedida por uma maior humidade do solo).
Luzerna	Um pouco antes dos cortes (para a produção de semente a fase crítica é a floração).
Melancia	Floração e crescimento dos frutos > período vegetativo, particularmente durante o intenso crescimento.
Milho	Floração > crescimento dos grãos (a floração é especialmente sensível se anteriormente não houver qualquer défice hídrico).
Oliveira	Um pouco antes da floração e formação da produção, particularmente durante a fase de endurecimento dos caroços.
Pimento	Praticamente todo o ciclo da cultura, mas particularmente um pouco antes do início da floração.
Soja	Formação da produção e floração, particularmente durante o desenvolvimento das vagens.
Sorgo	Floração e formação da produção > período vegetativo (este é menos sensível quando lhe seguem regas abundantes).
Tabaco	Período de intenso crescimento (depois de atingir a altura do joelho de uma pessoa) > formação da produção e colheita.
Tomate	Floração > formação dos frutos > período vegetativo, particularmente durante e um pouco antes da transplantação.
Trigo	Floração > formação das espigas > período vegetativo.
Vinha	Período vegetativo, particularmente durante a fase de intenso crescimento e floração > crescimento dos bagos.

(Adaptado de DOORENBOS e KASSAN)

5.3 — NECESSIDADES HÍDRICAS DE PONTA

Estas necessidades correspondem logicamente à fase mais crítica do regadio, que, para a maioria das culturas, no nosso País, se verifica no mês de Julho.

Estas necessidades são função do número de regas a realizar nessa fase, respectivas dotações e dos tempos úteis de rega (mensal ou semanal e diário).

Assim, por exemplo, admitindo que se tornava necessário efectuar um total de 4 regas de 50 m³/ha cada (valor da dotação real do primeiro exemplo), durante o mês em causa, e que se regaria utilmente apenas durante 24 dias/mês (para não se trabalhar aos domingos e parte dos sábados) e 16 h/dia, o **caudal projecto** Q_p do regadio, correspondente às necessidades hídricas de ponta, seria:

$$Q_p = \frac{4 \times 500}{24 \times 16} = 5,21 \text{ (m}^3\text{/h)/dia} = 1,45 \text{ (l/s)/ha}$$

5.4 — NECESSIDADES HÍDRICAS ANUAIS

Estas necessidades são as correspondentes à totalidade da época de rega. São, portanto, função do número total de regas a efectuar anualmente, que só é possível determinar, com rigor, através dos balanços hidrológicos anteriormente referidos.

Admitindo, como exemplo, que, num dado regadio, seriam precisas anualmente 12 regas de 50 mm cada (500 m³/ha), as necessidades anuais V (que definiriam a capacidade útil da albufeira eventualmente a construir) seriam:

$$V = 12 \times 500 = 6000 \text{ m}^3\text{/ha}$$

Para uma orientação de ordem geral, apresentamos, no quadro 7, as necessidades hídricas anuais médias das culturas mais importantes dos regadios nacionais. Estes valores devem também ser considerados com algumas reservas, pois representam apenas valores médios aproximados, a serem rectificados por um cálculo rigoroso baseado em todos os factores em causa.

Por outro lado, os referidos valores correspondem apenas ao ano médio e, por isso, são um pouco inferiores ou superiores aos valores reais, conforme os anos sejam, respectivamente mais secos ou mais húmidos. Saliente-se, a propósito, que as irregularidades climáticas que se registam de uns anos para outros são, de um modo geral, maiores nas regiões mais húmidas (como é o caso do Norte do País) do que nas mais secas (Sul do território).

Quadro 7 — Necessidades hídricas anuais médias das culturas regadas em algumas regiões do Continente

(Valores aproximados em m³/ha)

Localização do regadio	Região do Continente			
	Entre Douro e Minho	Vale do Mondego	Vale do Tejo	Sul do Alentejo e Algarve
Culturas				
Vinha, olival, noqueira, pomóideas e prunóideas	2 000	2 500	3 000	3 500
Feijão (grão), amendoim, couves, pimento, cântamo e girassol	2 500	3 500	4 000	4 500
Feijão-verde, batata, ervilha, cebola, sorgo, melão, melancia e milho-forragem	3 000	4 000	5 000	5 500
Tabaco, tomate, algodão, beterraba sacarina, citrinos e milho-grão	3 500	4 500	5 500	6 000
Luzerna	4 000	5 000	6 000	7 000
Arroz	—	25 000	18 000	12 000

Nota — Os valores apresentados respeitam fundamentalmente ao emprego do método de rega por aspersão. Os valores correspondentes aos sistemas de rega por gravidade são um pouco mais elevados. Em contrapartida, os valores serão menores para a rega localizada, especialmente para o caso da gota-a-gota.

BIBLIOGRAFIA

- AYERS, R. S. e D. W. WESTCOT — *Calidad del agua para la agricultura*. FAO, Riego y Drenage, n.º 29; Roma, 1976
- BELTRÃO, José — *A rega gota a gota*. Livr. Clássica Editora; Lisboa, 1975
- BOOHER, L. J. — *L'irrigation de surface*. Coll. FAO, Progrès et mise en valeur — Agriculture, n.º 95 Roma, 1979
- CLÉMENT, R. e A. GALAND — *Irrigation par aspersion et réseaux collectives de distribution sous pression*. Edit. Eyrolles; Paris, 1979.
- DOORENBOS, J. e W. O. PRUITT — *Crop water requirements*. FAO, Irrig. and Drainage, n.º 24; Roma, 1977
- DOORENBOS, J. e A. H. KASSAN — *Yield response to water*. FAO, Irrig. and Drainage, n.º 33; Roma, 1979
- KELLER, J. e D. KARMELI — *Trickle irrigation design*. Rain Bird Sprinkler; Glendora, USA, 1975
- MAYER, RUY — *A técnica do regadio*. Col. «A Terra e o Homem»; Lisboa, 1945
- MILLAR, Agustin — *Drenagem de terras agrícolas*. Ed. McGraw-Hill; São Paulo, 1978
- OLLITA, António — *Os métodos de irrigação*. Livr. Nobel; São Paulo, 1980
- PEREIRA, L. António — *Gestão da rega do arroz*. Instituto Superior de Agronomia; Lisboa, 1989.
- PEREIRA, L. Santos e Colaboradores — *Estudo técnico-experimental das necessidades hídricas das culturas*. Relat. Final do Projecto JNICT; Lisboa, 1986.
- PEREIRA, L. Santos e Colaboradores — *Estudo de gestão da água de rega*. Relat. Final do Projecto INIC; Lisboa, 1987.
- PIZARRO, Fernando — *Riegos localizados de alta frecuencia*. Ed. Mundi-Prensa; Madrid, 1987
- POMPA, P. Gomez — *Técnica y tecnologia del riego por aspersión*. Serv. Publicaciones Agrarias; Madrid, 1981
- RAPOSO, J. Rasquilho — *A rega por aspersão*. Livr. Clássica Editora; Lisboa, 1980
- RAPOSO, J. Rasquilho — *Necessidades hídricas das plantas*. Instituto Superior de Agronomia; Lisboa, 1987.
- RAPOSO, J. Rasquilho — *Rega por gravidade*. Instituto Superior de Agronomia; Lisboa, 1988
- ROLLAND, Lionel — *La mecanisation de l'irrigation par aspersion*. FAO, Irrig. et Drainage, n.º 35; Roma, 1980
- SAN JUAN, J. H. — *Riego por goteo*. Edic. Mundi-Prensa; Madrid, 1981
- TABUADA, Manuel A. — *Modelação bi-dimensional da infiltração na rega por gravidade*. Tese de Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, I. Superior Técnico; Lisboa, 1986.
- TIBAU, Arthur — *Técnicas modernas de irrigação*. Livr. Nobel; São Paulo, 1979
- VERMEIREN, I e G. A. JOBLING — *Localized irrigation, design, installation, operation, evaluation*. FAO, Irrig. and Drainage, n.º 36; Roma, 1980

CADERNOS DE DIVULGAÇÃO

N.º 1 — COSTA, *Fernando Ventura Mendes da* — A Contabilidade e Gestão na Empresa Agrícola, 1989