



WATER  
MATTERS

[info@indice-consultores.pt](mailto:info@indice-consultores.pt)

[www.indice-consultores.pt](http://www.indice-consultores.pt)

[www.facebook.com/WaterMatters.PT/](https://www.facebook.com/WaterMatters.PT/)

GUIA BOAS PRÁTICAS PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA NO SETOR AGROPECUÁRIO



## GUIA BOAS PRÁTICAS PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA NO SETOR AGROPECUÁRIO



AMBIENTE

FUNDO  
AMBIENTAL



WATER  
MATTERS

## FICHA TÉCNICA

TÍTULO | Guia Boas Práticas Para o Uso Eficiente da Água no Setor Agropecuário

PROMOTOR | Índice ICT & Management

TEXTOS | (ESA-IPVC) Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

AUTORES | Maria Isabel Valín Sanjiao;  
Rodrigo Manuel Cordeiro Rodrigues Cardoso;  
Joaquim Orlando Lima Cerqueira;  
José Pedro Pinto de Araújo

EDIÇÃO | Índice ICT & Management

DESIGN E PAGINAÇÃO | Índice ICT & Management

IMPRESSÃO | Índice ICT & Management

ISBN | 978-989-20-9413-7

DATA PUBLICAÇÃO | Novembro 2018

PROJETO | Water Matters

COFINANCIAMENTO | Fundo Ambiental

CONTACTOS | Índice ICT & Management  
Av. Adelino Amaro da Costa,  
Lt.2 - 4º Piso - Escritório 4  
2419-001 Leiria  
Tel: +351 244 850 430  
leiria@indice-consultores.pt  
www.indice-consultores.pt

## Notas Curriculares dos Autores



**Rodrigo Manuel Cordeiro Rodrigues Cardoso**, formado como Técnico de Produção Agrícola (nível III), no ano 2014, pela Escola Profissional Agrícola e Desenvolvimento Rural de Ponte de Lima (EPADRPL), diplomado no Curso de Especialização Tecnológica de Mecanização e Tecnologia Agrária, no ano 2015, pela Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESA-IPVC) e licenciado em Agronomia, no ano 2018, pela mesma instituição. Integrou a equipa do projeto "TERRA ENO: Terroir e zonagem agro-ecológica como fator crítico de competitividade e inovação dos Vinhos Verdes". Programa Operacional Regional do Norte2020-Portugal 2020. Pertenceu três mandatos consecutivos à Associação de Estudantes da ESA-IPVC, dois dos quais como Presidente da Direção-Geral; pertenceu à Federação Académica do IPVC três mandatos consecutivos, dois deles como Vogal da Direção-Geral.



**Joaquim Orlando Lima Cerqueira**, licenciado em Engenharia Zootécnica pela Universidade dos Açores (1997), mestrado em Produção Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa (2006) e doutorado em Ciências Veterinárias pelo Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto (2013). Docente na ESA-IPVC desde o ano 2000 e coordenador do Curso Técnico Superior Profissional em Cuidados Veterinários. Membro integrado do Centro de Investigação em Ciência Animal e Veterinária (CECAV-UTAD) e Presidente do Conselho Fiscal da Associação Portuguesa de Engenharia Zootécnica. Responsável pela orientação de mais de 60 estágios de final de curso de licenciatura e 6 dissertações de mestrado. Colaborador de diversas revistas científicas internacionais, na revisão de artigos indexados e membro de comissões científicas em congressos nacionais e internacionais. Participação em projetos de investigação e desenvolvimento tecnológico (11) nas áreas da produção animal, raças autóctones e bem-estar animal. Possui várias publicações como autor e co-autor de livros (18), artigos em publicações indexadas (10), em revistas técnicas e atas de congressos científicos (105). Realizou um número significativo de comunicações orais por convite, livres e em póster (148) em diferentes eventos científicos. O interesse de investigação atual centra-se no bem-estar animal, nos sistemas de produção de ruminantes, técnicas de manejo e produção de raças autóctones e biotecnologias aplicadas à produção animal.



**Maria Isabel Valín Sanjiao**, licenciada em Engenharia Agronómica no ano 2000 pela Escola Politécnica Superior de Engenharia da Universidade de Santiago de Compostela (EPS - USC) e doutorada em Engenharia Agronómica em 2006 pela mesma universidade. Membro do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS) do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC). Docente desde 2002 na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESA-IPVC), lecionando unidades curriculares no âmbito das técnicas de rega e da gestão da água. Coordenadora do curso de Licenciatura em Agronomia. Membro de comissões científicas de congressos nacionais e internacionais. Participação em projetos de investigação e de apoio à comunidade na área da fruticultura e da viticultura. Autora e coautora de publicações científicas, designadamente capítulos de livros; artigos em revistas internacionais com arbitragem científica; artigos em atas de eventos internacionais e nacionais com arbitragem científica e comunicações em encontros de natureza técnico-científica. Desenvolve a sua atividade científica no domínio da gestão eficiente da água e nas relações água-solo-planta.



**José Pedro Pinto de Araújo**, licenciado em Ciências Agrárias - Produção Animal pela Universidade dos Açores em 1986, mestre em Tecnologias de Produção Animal pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro em 1996 e doutorado pela Universidade Santiago de Compostela em 2006. É professor adjunto na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESA-IPVC) ESA/IPVC e coordenador do Mestrado de Zootecnia da ESA-IPVC. Investigador integrado do Centro de Investigação de Montanha - CIMO. Membro da direção da Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais (SPREGA). Vogal da Comissão Nacional de Coordenação e Acompanhamento do Plano Nacional para os Recursos Genéticos Animais (RGAn). Participa em projetos internacionais e nacionais na área da produção animal e qualidade da carne. Mais de 110 artigos (publicações indexadas e com refere), 60 artigos técnicos, cerca de 170 comunicações em eventos científicos e técnicos e mais de 15 capítulos de livros/livros. Desenvolve a sua atividade de investigação nos recursos genéticos animais, agricultura biológica, qualidade da carne e bem-estar animal.

# Índice

1   Enquadramento .....	03
2   Água na produção forrageira .....	07
2.1 Enquadramento legislativo .....	08
2.2 Gestão e uso eficiente da água no setor agrícola .....	10
2.2.1 Principais culturas forrageiras em Portugal .....	10
2.3 Como regar? Métodos de Rega .....	11
2.3.1 Rega por superfície ou gravidade .....	12
2.3.2 Rega por aspersão .....	13
2.3.2.1 Aspersão .....	13
2.3.2.2 Canhão móvel .....	14
2.3.2.3 Rampas móveis .....	14
2.3.3 Rega Localizada .....	15
2.4 Quanto regar? Dotações de rega .....	16
2.4.1 Evapotranspiração cultural .....	16
2.4.2 Dotações de rega recomendadas .....	19
2.5 Quando regar? Tempo de rega .....	22
2.5.1 Tempo de rega .....	22
2.5.2 Períodos entre regas .....	22
2.6 Avaliação dos sistemas de rega .....	23
2.6.1 Cálculo dos indicadores de desempenho .....	23
Eficiência de aplicação .....	23
Uniformidade de aplicação .....	24
2.6.2 Monitorização da rega .....	26
2.6.2.1 Contadores volumétricos .....	27
2.6.2.2 Sondas e sensores .....	27
2.7 Certificado de regante .....	29
3   Uso eficiente da água na produção animal .....	33
3.1 Introdução .....	34
3.2 Requisitos legais globais .....	35
3.3 Parâmetros de qualidade da água .....	37
3.3.1 Parâmetros físico-químicos .....	37
3.3.1.1 Potencial hidrogeniónico (pH) .....	38
3.3.1.2 Temperatura .....	38
3.3.1.3 Condutividade .....	38
3.3.1.4 Cloretos .....	40
3.3.1.5 Outros parâmetros químicos .....	40
3.3.2 Parâmetros microbiológicos .....	40
3.4 Equipamentos e abeberamento dos animais .....	41
3.4.1 Bovinos .....	42
3.4.2 Suínos .....	43
3.4.3 Aves .....	45
3.4.4 Ovinos e caprinos .....	46
3.4.5 Equinos .....	47
3.4.6 Coelhos .....	48
4   Referências Bibliográficas .....	49

# Enquadramento

1

Rodrigo Cardoso (Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo - ESA-IPVC)

Maria Isabel Valín (Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo - ESA-IPVC e CISAS-Centro de investigação e desenvolvimento em sistemas agroalimentares e sustentabilidade)

O planeta Terra está constituído em grande parte por água, encontrando-se a maior parte nos oceanos (98%). Só uma pequena fração (menos de 3%) é água doce, presente a maior parte sob a forma de gelo e neve. Apenas uma fração muito pequena (cerca de 1%) de toda a água terrestre está diretamente disponível para utilização pelo homem e pelos outros seres vivos, sob a forma de lagos e rios, armazenada na atmosfera, no solo ou como componente dos mais diversos organismos (Figura 1.1).

Chama-se água doce à água dos rios, lagos e à maioria dos lençóis subterrâneos, com uma salinidade próxima de zero. A água doce é proveniente de um processo de precipitação de chuva, granizo e neve ou ainda do degelo sendo que parte desta água está sob a forma de gelo ou neve, armazenada na Antártida e na Gronelândia.

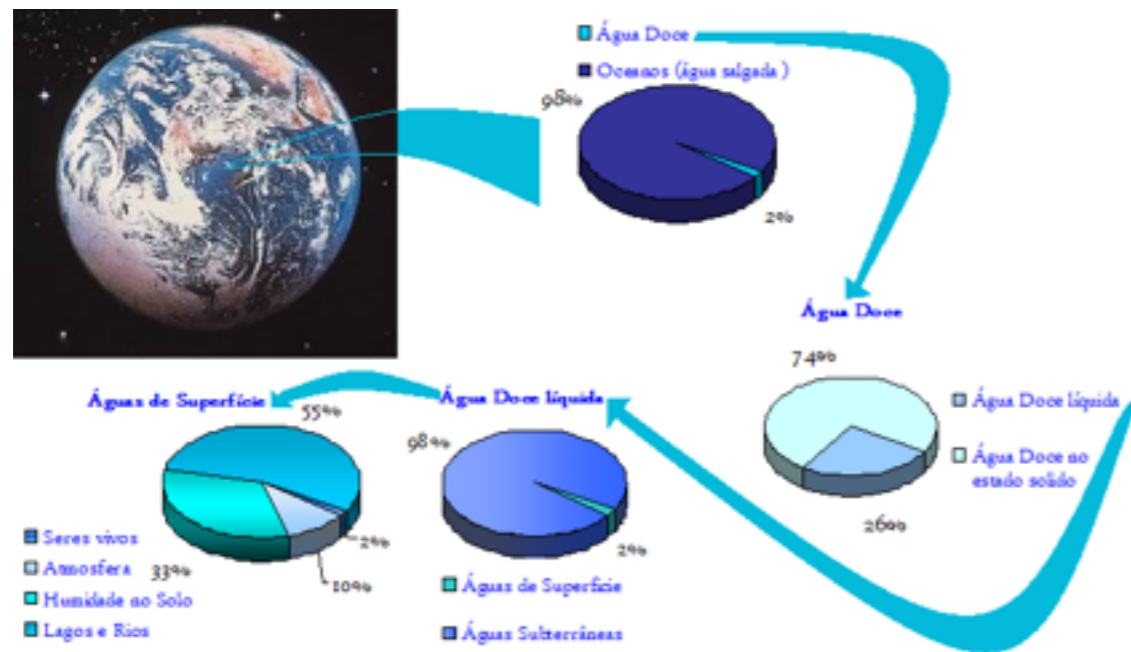


Figura 1.1 – Distribuição da água do planeta terra (Fonte: Snirh, 2018)

A produção de alimentos necessita de água doce não poluída. Nos países do sul de Europa, onde o clima se caracteriza por verões secos e quentes, a competição dos diferentes setores económicos pelo uso da água torna necessário realizar uma gestão sustentável do recurso, relacionando as disponibilidades hídricas de uma região com as suas necessidades. Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011) em Portugal Continental são utilizados, em média 20% dos recursos hídricos disponíveis, sendo o setor da agricultura o maior utilizador (75%), seguido da produção de energia (14%), do setor urbano (6%) e do setor industrial (4%) (Figura 1.2).

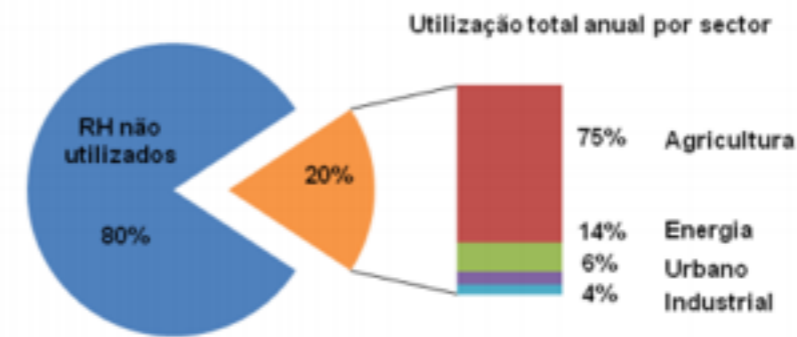


Figura 1.2 - Utilização total anual dos recursos hídricos em Portugal Continental e a sua distribuição por sector (fonte: INE, 2011)

Portugal apresenta uma distribuição irregular de precipitações ao longo do ano o que provoca significativas diferenças no volume de água armazenado nas diferentes bacias hidrográficas, nomeadamente entre o Norte e o Sul do país (Figura 1.3). O Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva tem vindo a aumentar os volumes armazenados numa zona tradicional de elevada escassez de água.

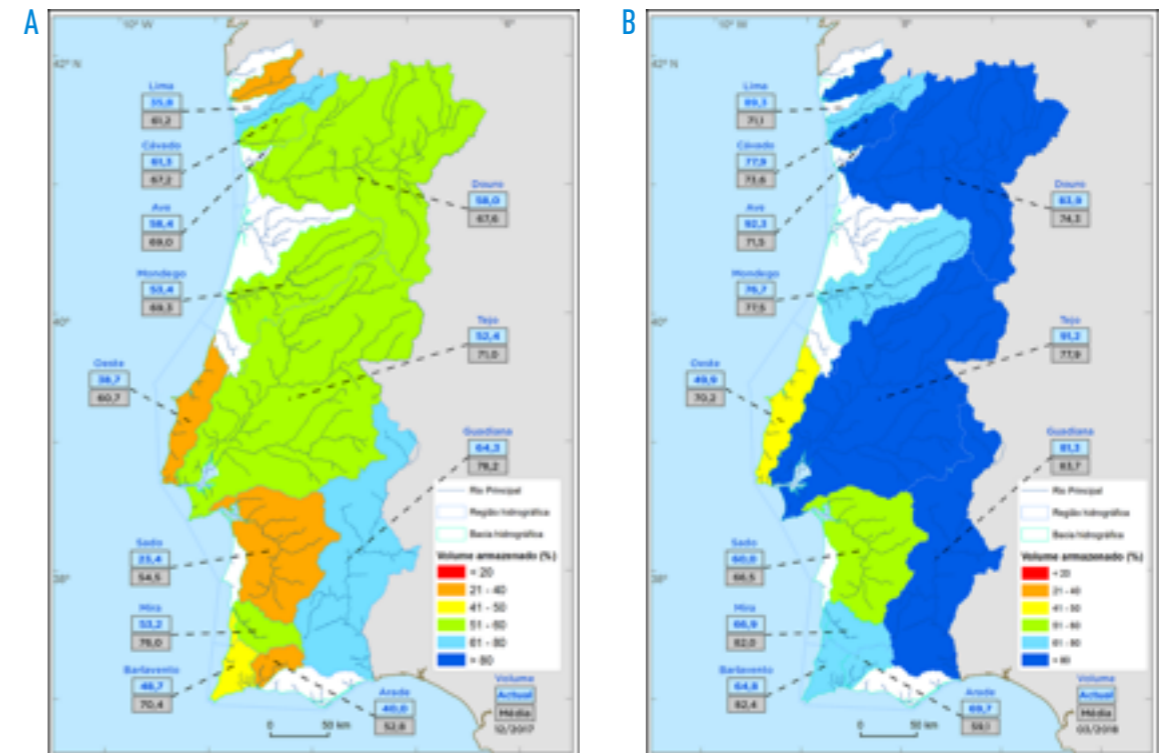


Figura 1.3 - Armazenamento das albufeiras em Portugal: a) dezembro de 2017; b) março 2018 (fonte: APA, 2018)

## Água na produção forrageira

2

Rodrigo Cardoso (Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo - ESA-IPVC)

Maria Isabel Valín (Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo - ESA-IPVC e CISAS-Centro de investigação e desenvolvimento em sistemas agroalimentares e sustentabilidade)

## 2.1. Enquadramento legislativo

Desde o início do presente século o planeamento e gestão dos recursos hídricos têm assumido uma importância cada vez maior nas políticas europeias e nacionais. A Diretiva Quadro da Água (DQA), Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, é o principal instrumento da Política da União Europeia relativa aos recursos hídricos. Estabelece um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. Foi transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água), alterada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho. Um importante instrumento de gestão é o Plano Nacional da Água (PNA) aprovado pelo Decreto-Lei n.º 76/2016 de 9 de novembro que estabelece as grandes opções da política nacional da água e os princípios e as regras de orientação dessa política a aplicar pelos Planos de Gestão de Regiões Hidrográficas (PGRH) e por outros instrumentos de planeamento para o período 2016-2021 (APA, 2018).

No âmbito das políticas dos recursos hídricos cabe destacar o Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) aprovado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005 no DR n.º124- I Série de 30 de junho, que apresenta 87 medidas para os três setores utilizadores da água, destacando-se, como prioritárias as seguintes medidas para o setor agrícola:

### A. Medidas Gerais:

- **Medida 51:** Melhoria da qualidade dos projetos - Obrigatoriedade de os projetos serem assinados por técnico credenciado;
- **Medida 52:** Reconversão dos métodos e tecnologias de rega - Substituição de métodos de rega por gravidade por rega de aspersão;
- **Medida 53:** Adequação dos volumes brutos de rega às necessidades hídricas das culturas - condução da rega - Medição de variáveis meteorológicas determinantes
- **Medida 54:** Adequação dos volumes brutos de rega às necessidades hídricas das culturas - condução da rega - Aplicação de técnicas para determinação de oportunidades de rega com base em indicadores de clima, solo ou plantas
- **Medida 55:** Utilização de sistema tarifário adequado - Introdução de tarifação por volume e escalões
- **Medida 56:** Redução dos volumes brutos de rega - Utilização de menor volume de água na rega por adequação da dotação de rega

### B. Sistemas de transporte e distribuição:

- **Medida 58:** Adequação dos procedimentos de operação de reservatórios - Gestão estratégica e operacional dos reservatórios com base em dados geográficos e necessidades de consumos
- **Medida 59:** Redução de perdas no transporte e na distribuição - Reabilitação e conservação de redes e canais para evitar fugas e perdas de água
- **Medida 60:** Adequação de procedimentos no transporte e na distribuição - Praticar uma gestão que permita ajustar o fornecimento de água à procura

- **Medida 61:** Adaptação de técnicas no transporte e distribuição - Modernizar as redes hidráulicas, equipando-as com dispositivos que permitam melhor gerir a água

### C. Rega por gravidade:

- **Medida 62:** Reconversão dos processos de fornecimento de água por sulcos, canteiros e faixas - Revestimento das regadeiras de terra ou sua substituição por tubos de PVC
- **Medida 63:** Adequação do dimensionamento de sistemas de rega por gravidade - Tem em conta uma boa relação entre o tipo de solo, o caudal disponível, o declive e o comprimento dos sulcos
- **Medida 64:** Adequação de procedimentos na rega por gravidade - Ajuste adequado dos tempos de fornecimento de água e nos caudais fornecidos

### D. Rega por aspersão:

- **Medida 65:** Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: utilização de cortinas de vento – sebes - Instalação de sebes impeditivas da ação do vento sobre os aspersores
- **Medida 66:** Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: controlo do escoamento superficial e erosão - Aumentar a capacidade de retenção superficial moldando covachos
- **Medida 67:** Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: rega em horário noturno - Dar eficiência à aplicação de água operando em períodos de menor velocidade do vento
- **Medida 68:** - Substituição do equipamento de aspersão fixa em regiões ventosas - Substituição de aspersores de inclinação normal por aspersores de jatos rasos
- **Medida 69:** Adequação de utilização de aspersão com canhões semoventes - Promover uma correta utilização e regulação dos canhões semoventes
- **Medida 70:** Adaptação ou - Substituição de equipamentos de aspersão móvel - Substituir ou reposicionar os sistemas de rega por aspersão inadequados ou obsoletos

### E. Rega localizada

- **Medida 71:** Adequação dos procedimentos na rega localizada - Ações de manutenção de uniformidade e eficiência dos sistemas de rega localizada
- **Medida 72:** Substituição do equipamento de acordo com a textura do solo - Substituição de emissores inadequados à rega localizada

Algumas das medidas supracitadas são apoiadas pelo Programa de Desenvolvimento Rural do Continente 2014-2020 (PDR2020), o qual visa o desenvolvimento rural, nomeadamente a melhoria da gestão dos recursos naturais e da proteção do solo, água, ar, biodiversidade e paisagem. Cabe destacar a medida 7.5 “Uso eficiente da água” (Portaria n.º 50/2015) na qual se realça a necessidade de diminuir os consumos anuais de água nas práticas de rega.

## 2.2 Gestão e uso eficiente da água no setor agrícola

### 2.2.1 Principais culturas forrageiras em Portugal

A cultura forrageira mais cultivada em Portugal continental, segundo o Instituto Nacional de Estatística, é o milho com uma área total de 78 427 ha (quadro 2.1). Na zona norte cultivam-se 40 481 ha, o que representa 65% da área de milho forrageiro de todo o país e uma produção de 1 568 768 toneladas. Nas regiões do Alentejo e do Algarve a principal cultura forrageira é a aveia.

**Quadro 2.1 – Principais culturas forrageiras em Portugal no ano 2017 (fonte: INE, 2018)**

	Superfície ocupada (ha)	Produção (t)	Principal cultura forrageira		
			Cultura	Área (ha)	Produção (t)
Portugal	146 193	3 740 347	Milho Forrageiro	8 427	2 784 637
Norte	58 428	1 810 339	Milho Forrageiro	40 481	1 568 768
Centro	49 403	841 887	Milho Forrageiro	21 802	586 260
Área Metropolitana de Lisboa	1 532	85 387	Milho Forrageiro	1 241	80 881
Alentejo	24 314	543 582	Aveia de Forragem	19 968	416 058
Algarve	1 978	40 313	Aveia de Forragem	1 895	36 818

Esta elevada área de milho forrageiro está relacionada com a elevada produção de leite, a zona norte é a maior produtora de leite de vaca do país, onde a forragem de milho é uma parte importante da alimentação dos animais produtores (Quadro 2.2).

**Quadro 2.2 – Produção de leite de vaca em Portugal para o ano de 2017 (INE, 2018)**

Localização geográfica (NUTS -2013) (1)	Produção de Leite (t) por Localização geográfica (NUTS-2013) e Tipo de leite; Anual	
	Período de referência dos dados - 2017	
	Tipo de leite	
	Total de leite t	Leite de vaca t
Portugal	2 020 763	1 921 207
Norte	741 860	727 082
Centro	252 597	224 272
Área Metropolitana de Lisboa	82 126	77 891
Alentejo	308 248	259 412
Algarve	2 583	339

Produção de leite (t) por localização geográfica (NUTS -2013) e Tipo de leite; Anual - INE, Estatísticas da produção animal

**Nota(s):** (1) Apartir de 1 de janeiro de 2015 entrou em vigor uma nova versão das NUTS (NUTS 2013). ao nível da NUTS II ocorreu apenas uma alteração de designação em "Lisboa" que passou a ser designada por "Área Metropolitana de Lisboa".

Perante esta realidade, associações de produtores de milho têm vindo a apontar como um dos fatores determinantes para a competitividade desta cultura a gestão eficiente da rega. Assim sendo, torna-se de especial importância responder às perguntas:

- Como regar?
- Quanto regar?
- Quando regar?

### 2.3 Como regar? Métodos de Rega

O principal objetivo da rega é fornecer às plantas a quantidade de água necessária para contrabalançar as perdas de água por evaporação direta do solo e por transpiração das plantas. A taxa a que essa água é fornecida é função das características dos solos, das condições climáticas, das características das plantas e do seu estado de desenvolvimento, da disponibilidade de água no solo e de outros fatores como a salinidade e fertilidade do solo e ainda o estado sanitário das plantas (Azevedo e Gonçalves, 2010).

Para a aplicação de água utilizam-se diferentes métodos de rega, designando-se por método de rega o conjunto de aspetos que caracterizam o modo como a água é aplicada às culturas e por sistema de rega o conjunto de equipamentos utilizados seguindo um determinado método. Os métodos de rega classificam-se em rega de superfície ou gravidade, rega por aspersão e rega localizada (Figura 2.1).



**Figura 2.1 – Métodos de rega utilizados em Portugal (fonte: Pereira, 2004)**

No Quadro 2.3 apresentam-se um conjunto de fatores que favorecem ou condicionam o método de rega a ser implementado numa cultura. Cabe destacar como principais fatores a disponibilidade de água, o tipo de solo, a sua capacidade de armazenamento e os custos da água e da mão-de-obra.



**Quadro 2.3 – Fatores que favorecem a escolha do método de rega (adaptado de Pereira e Trout, 1999)**

Fatores	Superfície	Aspersão	Localizada
Preço da água	Baixo	Médio	Alto
Fornecimento da água	Irregular	Regular	Contínuo
Disponibilidade da água	Abundante	Média	Limitada
Pureza da água	Não limitante	Sem sólidos	Elevada
Infiltrabilidade do solo	Baixa a média	Média a alta	Qualquer
Capacidade de Armazenamento do solo	Alta	Média a baixa	Não limitante
Topografia	Plana e uniforme	Relevo suave	Irregular
Sensibilidade ao déficit hídrico	Baixa	Moderada	Alta
Valor da produção	Baixo	Médio	Alto
Custo da mão-de-obra	Baixo	Médio	Alto
Custo da energia	Alto	Baixo	Moderado
Disponibilidade de capital	Baixo	Média a alta	Alta
Exigência em tecnologia	Limitada	Média a alta	Elevada

### 2.3.1 Rega por superfície ou gravidade

O método de rega por superfície subdivide-se em rega por alagamento, submersão, escoamento livre e infiltração por sulcos e faixas de rega. Neste método de rega, a água é conduzida por canais ou condutas até à parcela e depois distribuída através de comportas, automáticas ou manuais, sifões ou à enxada. Após a sua entrada, a água escoar-se-á, pela ação da gravidade, no sentido do maior ao menor declive.

Os principais problemas associados à rega de superfície são as perdas de água por percolação profunda, quando o solo apresenta uma textura arenosa e a velocidade de avanço da água é baixa, e por escorrimento no final da parcela, quando o solo apresenta uma textura argilosa e a água uma velocidade de avanço elevada. O problema da perda de água por percolação e escorrimento também está associado ao volume de água que é conduzido para a parcela. O caudal deve ser calculado e dimensionado consoante o tipo de solo e a inclinação da parcela. Para realizar este controlo podem ser utilizados tubos janelados, comportas ou dispositivos que permitem regulações consoante a dotação de rega necessária a aplicar na parcela (Figura 2.2).



**Figura 2.2 – Tubos com janelas utilizados para a rega de superfície no milho.**

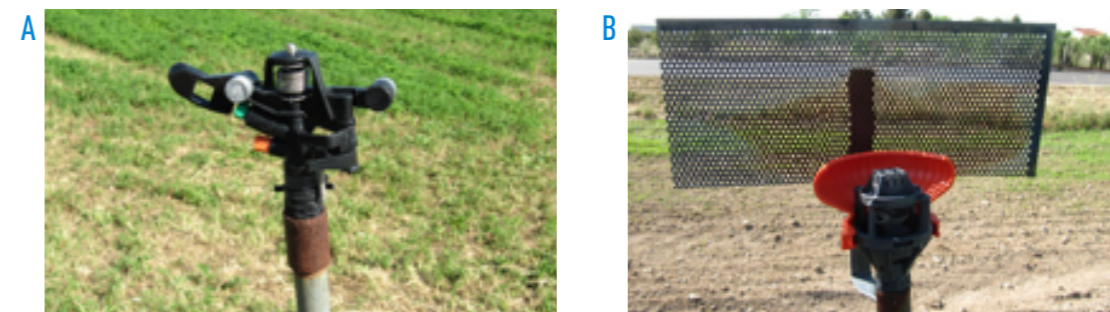
### 2.3.2 Rega por aspersão

Entendem-se por métodos de rega por aspersão todos os métodos que utilizam sistemas de alimentação sobre pressão para alimentar os emissores de água, como no caso dos canhões móveis, aspersores e rampas móveis, regando toda a superfície da parcela.

#### 2.3.2.1 Aspersão

Nos sistemas de rega por aspersão, a água é distribuída à parcela por meio de condutas sob pressão e pulverizada sobre a superfície do solo pelos aspersores. As modalidades de sistema de rega por aspersão podem ser divididas em sistemas estacionários ou móveis. Nos sistemas estacionários os aspersores permanecem na posição fixa, enquanto nos sistemas móveis os aspersores trabalham enquanto se movimentam ao longo de um percurso circular ou linear, como no caso do canhão e das rampas móveis. A grande característica da utilização deste método de rega é permitir a simulação da precipitação natural nas plantas e no solo.

O elemento chave neste sistema de rega é o aspersor. Existe uma ampla variedade de aspersores, embora os mais utilizados são os denominados aspersores de impacto (Figura 2.3). Estes aspersores variam o caudal em função do diâmetro dos bicos instalados e da pressão de funcionamento, estas variáveis influenciam o tamanho das gotas e consequentemente a deriva e as perdas por evaporação.



**Figura 2.3 – Aspersores a) rotativo de impacto com dois bocais b) difusor**

Nos sistemas de rega por aspersão é importante destacar que as gotas de grande tamanho tendem a compactar o solo ou a causar danos nas folhas, enquanto gotas de dimensão mais reduzida causam baixa uniformidade e eficiência, ao serem suscetíveis de ser arrastadas pelo vento fora da zona regada.

As propriedades físicas do solo, textura e estrutura, junto com o declive da parcela são de especial importância ao definir a quantidade de água a aplicar ao solo. No quadro 2.4 apresentam-se os valores máximos da taxa de aplicação em função da textura do solo e do declive.

**Quadro 2.4 – Taxas máximas de aplicação conforme a capacidade de infiltração do solo (fonte: Pereira, 2004)**

Perfil e textura do solo	Taxa máxima de aplicação (mm/h)				
	Declive (%)	0-5	5-8	8-12	12-16
Solo arenoso até 1,8m		50	38	25	13
Solo superficial arenoso sobre horizontes mais compactados		38	25	19	10
Solo areno-limoso até 1,8m		25	20	15	10
Solo superficial areno-limoso sobre horizontes mais compactados		19	13	10	8
Solo superficial franco-limoso até 1,8m		13	10	8	5
Solo superficial franco-limoso sobre horizontes mais compactados		8	6	4	2,5
Solo de textura pesada (limosos a argilosos)		4	2,5	2	1,5

Nos sistemas de aspersão de cobertura total, os aspersores devem apresentar uma sobreposição de 50% do diâmetro molhado, o que significa que um aspersor deve molhar o aspersor vizinho na rampa.

### 2.3.2.2 Canhão móvel

Os canhões móveis são equipamentos de rega que funcionam com pressões que variam entre os 4 bar e os 10 bar e caudais da ordem dos 20 a 170m<sup>3</sup>/h. Em cada posição, este sistema permite regar faixas de 100 m de largura e 500 m de comprimento (5 ha), variando a pluviometria entre os 5 e os 60 mm/h.



**Figura 2.4 – Enrolador de canhão móvel (fonte: Oliveira, 2011)**

Os canhões têm um setor circular entre 180 e 330 graus, sendo os mais utilizados os que variam entre os 220 e 270 graus, pois o perfil de distribuição nestes últimos é significativamente mais uniforme e permite que a deslocação da estrutura que suporta o canhão se desloque sempre em terreno seco. Os seus principais inconvenientes são a elevada pressão de serviço necessária no sistema e o grande tamanho da gota, pelo que pode resultar no aumento da erosão do solo e causar danos na parte aérea das plantas, para além de ser bastante afetada pela ação do vento. Tal como nos aspersores de impacto, nestes sistemas devem ser consultadas as informações do fabricante de modo a conseguir uma combinação de diâmetro do bico, pressão, raio, velocidade de recolha e caudal correta.

### 2.3.2.3 Rampas móveis

As rampas móveis são classificadas em rampas móveis pivotantes e rampas móveis de deslocamento linear (Figura 2.5). As rampas móveis pivotantes são vulgarmente denominadas por pivô de rega, chama-se assim pelo seu movimento circular à volta de um ponto central que recebe o nome de pivot. É um dos sistemas mais eficientes para regar, aplicar fertilizantes e herbicidas.



**Figura 2.5 – Rampa móvel pivotante**

A característica mais importante das rampas móveis pivotantes é a sua capacidade para distribuir a água uniformemente, através de emissores, devidamente dimensionados, instalados ao longo dos lanços do sistema. O diâmetro dos bicos varia relativamente à distância a que estão do centro do sistema. Os mais afastados do centro têm um caudal maior dado que devem regar uma superfície superior. Os aspersores ou emissores podem estar situados por cima da tubagem principal ou por baixo através de condutas de descida para evitar a perda de água por evaporação. No entanto, quanto mais próximo os emissores se encontram do solo ou da cultura, menor será a área molhada, aumentando a pluviometria do sistema e o risco de escoamento superficial (Figura 2.5). Estes sistemas, atendendo à elevada área regada, permitem adaptar a pluviometria à taxa de infiltração do terreno diminuindo a escorrência superficial.

### 2.3.3 Rega Localizada

A rega localizada consiste em aplicar água e fertilizantes junto do sistema radicular das plantas. Desta forma as regas devem ser frequentes, aplicando a quantidade de água relativa às necessidades hídricas da cultura. A poupança de água destes sistemas é acompanhada pela poupança de energia. A principal vantagem deste sistema, para além da já referida, é a possibilidade de instalação em qualquer tipo de terreno, tanto ao nível da topografia, como da textura e a elevada eficiência na aplicação de água (Figura 2.6).



**Figura 2.6 – Rega localizada na cultura do milho**

A principal desvantagem do sistema é o elevado custo da instalação e os cuidados necessários com a qualidade da água para evitar problemas de obstrução dos emissores. Nos últimos anos têm aparecido novas soluções técnicas ao nível dos equipamentos e acessórios que ajudam a evitar estes problemas quer ao nível dos emissores, quer ao nível dos sistemas de filtragem.

Um sistema de rega localizada deve incluir:

- Equipamento de controlo: constituído por diversas electroválvulas, manómetros, contador volumétrico e outras sondas e sensores de monitorização.
- Cabeçal de rega: Constituído por electroválvulas, filtro de areia, filtro de lamelas ou discos, manómetros para controlo de pressões e contador volumétrico (Figura 2.7). Nos casos em que a qualidade da água o justifique devem ser instalados filtros hidrociclão cuja função é a de remover partículas em suspensão com peso específico maior que a água. Os filtros de areia são essenciais para diminuir cargas microbianas da água assim como areia fina. Por último, a instalação de filtros de malha ou lamelas é efetuada em série ou em paralelo, dependendo do diâmetro de bico do emissor, mas sempre após o filtro de areia.



**Figura 2.7 – Cabeçal de rega composto por filtro de areia e filtro de lamelas**

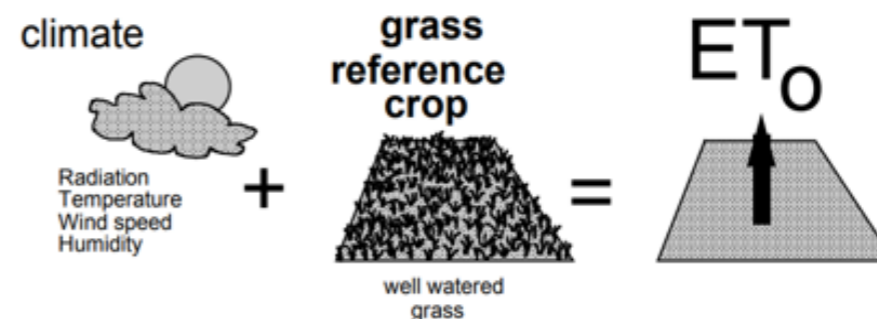
- Rede de distribuição: condutas e tubos de PVC que transportam a água até aos emissores. A rede de distribuição é essencial porque se for dimensionada de forma incorreta pode provocar restrições no funcionamento do sistema. Além disso, o material para este tipo de sistemas de rega é de elevado custo, pelo que é preferível efetuar um dimensionamento com as tubagens e acessórios adequados para as distâncias e pressões de trabalho. Um sistema está bem dimensionado quando a diferença de caudal entre emissores num setor de rega não excede 10 % do caudal nominal. Em termos práticos isso pressupõe que a diferença de pressão, entre o início e o final de um setor de rega não deve ser superior a 20 % do valor da pressão à entrada do setor de rega.
- Emissores: atendendo a sua localização na rampa, podem ser: i) integrados na tubagem, com a mesma distância entre eles e o mesmo caudal; e ii) colocados na tubagem externamente com diferentes compassos. Para locais com variações de declive devem ser instalados emissores autocompensantes, os quais permitem manter as variações de caudal dentro das especificações do fabricante, independentemente da variação da pressão de trabalho ao longo do sistema.

## 2.4 Quanto regar? Dotações de rega

Atendendo ao uso eficiente da água na agricultura é importante determinar a quantidade de água necessária para satisfazer os processos de evaporação direta do solo e de transpiração da planta. As necessidades de água das plantas podem ser estimadas por medição direta das variações do teor de água no solo (balanço hídrico do solo) ou pelos métodos indiretos através de parâmetros climáticos. Os métodos indiretos são os mais usados e baseiam-se no cálculo da evapotranspiração de referência e cultural ( $ET_0$  e  $ET_c$ ,  $mm\ dia^{-1}$ ).

### 2.4.1 Evapotranspiração cultural

O principal objetivo da rega é fornecer às plantas a quantidade de água necessária para satisfazer as necessidades de evaporação direta do solo e de transpiração da parte aérea. A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) pode ser definida como a evapotranspiração de um relvado, de altura uniforme (0,12m), em crescimento ativo, cobrindo totalmente a superfície do solo (Figura 2.8).



**Figura 2.8 – Representação esquemática do cálculo da evapotranspiração de referência (fonte: Allen et al., 1998)**

A evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ) representa a evapotranspiração da cultura em estudo (Figura 2.9). O Instituto Português da Meteorologia e da Água (IPMA) fornece dados diários de  $ET_0$  para todos os concelhos do País. Os valores da  $ET_0$  e da  $ET_c$  relacionam-se através do coeficiente cultural ( $K_c$ ).

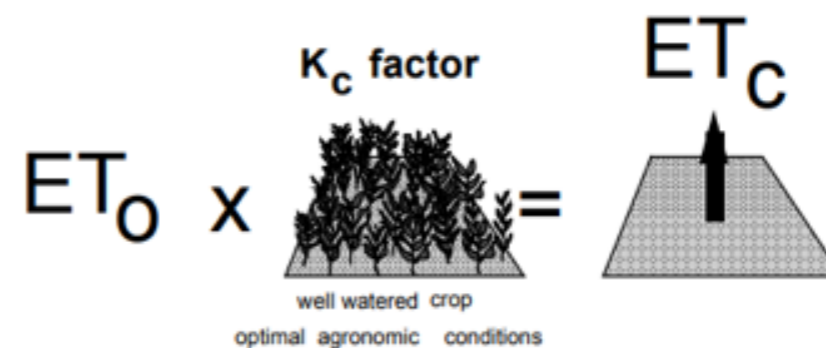
$$\text{Eq 2.1} \quad K_c = \frac{ET_c}{ET_0}$$

Onde:

$ET_c$  - evapotranspiração da cultura [ $mm\ d^{-1}$ ]

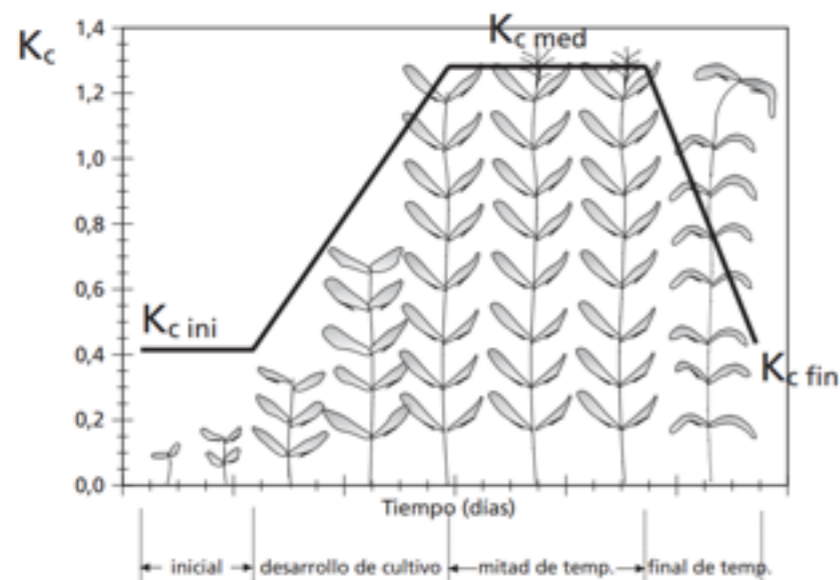
$K_c$  - coeficiente da cultura [adimensional]

$ET_0$  - evapotranspiração da cultura de referência [ $mm\ d^{-1}$ ]



**Figura 2.9 – Representação gráfica do cálculo da evapotranspiração da cultura (fonte: Allen et al., 1998)**

Os coeficientes culturais são específicos para uma dada cultura e um determinado estado fenológico. Na figura 2.10 apresenta-se a curva dos  $K_c$  ao longo do ciclo cultural. Após a sementeira de culturas anuais ou depois do aparecimento das primeiras folhas, o valor de  $K_c$  é pequeno, geralmente menor que 0,4 ( $K_{c_{ini}}$ ). O  $K_c$  começa a aumentar quando se inicia o desenvolvimento rápido da planta, até atingir o valor máximo, ( $K_{c_{med}}$ ). Durante a fase final da campanha, à medida que as folhas da planta começam a envelhecer e ocorre a senescência devido aos processos naturais, o  $K_c$  diminui até alcançar um valor mínimo ( $K_{c_{fin}}$ ).



**Figura 2.10 – Variação do Kc em função do estágio fenológico da cultura (fonte: Allen et al., 1998)**

No quadro 2.5 apresentam-se os valores de Kc para as culturas forrageiras mais significativas para a região mediterrânica, de acordo com a FAO.

**Quadro 2.5 – Valores de Kc para culturas da região mediterrânica (fonte: Allen et al., 1998)**

Cultura	Kc inicial	Kc intermédio	Kc final	Altura da cultura (m)
Beterraba	0,35	1,20	0,70	0,50
Soja	0,40	1,15	0,50	0,50-1,00
Cevada	0,30	1,15	0,25	1,00
Aveia	0,30	1,15	0,25	1,00
Trigo	0,30	1,15	0,25	1,00
Milho	0,30	1,20	0,6	2,2
Sorgo forragem	0,30	1,20	1,05	2,00-4,00
Luzerna	0,40	0,95	0,90	0,70
Bemuda	0,55	1,00	0,85	0,35
Trevo-de-alexandria	0,40	0,90	0,85	0,60
Azevém	0,95	1,00	1,05	0,30
Erva do sudão	0,50	0,95	0,95	1,20
Pastagem com pastoreio em rotação	0,40	1,05	0,85	0,15-0,30
Pastagem com pastoreio extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10

## 2.4.2 Dotações de rega recomendadas

As dotações de rega recomendadas para as culturas forrageiras são tabeladas pela DGADR (Direção-Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural). Contudo, os regantes para usufruir de apoios necessitam de utilizar as tabelas descritas nos Quadros 2.6, 2.7 e 2.8, representando valores anuais recomendados, com uma redução na casa dos 7,5% em cada cultura.

É de especial importância conhecer o ciclo cultural das culturas forrageiras e dar especial atenção aos momentos críticos de alta sensibilidade das culturas, por exemplo no milho existem três momentos chave de alta sensibilidade ao défice hídrico, que influenciam a produção final:

- Início da floração e desenvolvimento da inflorescência
- Período de Fertilização
- Enchimento do grão

**Quadro 2.6 – Dotações de rega recomendada para as culturas forrageiras da região sul - Ribatejo, Alentejo e Algarve <sup>(1)</sup> (fonte: DGADR, 2018)**

Cultura Regada	Aspersão m³/ha.ano	Canhão m³/ha.ano	Pivô m³/ha.ano	Micro-Aspersão m³/ha.ano	Gota-a-Gota m³/ha.ano	Rega Subterrânea m³/ha.ano
Aveia	2 414	2 414	2 253		2 112	1 988
Azevém	2 900	2 900	2 707			2 388
Beterraba	10 745	10 745	10 028		9 400	8 849
Centeio	2 937	2 937	2 741		2 570	2 419
Cevada	2 937	2 937	2 741		2 570	2 419
Colza	2 871	2 871	2 680			2 365
Consociações anuais e outras culturas forrageiras	11 180	11 180	10 435			9 207
Couve	6 482	6 482	6 050	5 672	5 672	5 338
Ervilhaca	2 629	2 629	2 453	2 300	2 300	2 165
Luzerna	12 640	12 640	11 797	11 060		10 409
Milho	10 896	10 896	10 169		9 534	8 973
Nabo	939	939	877	822	822	774
Outras leguminosas forrageiras	2 629	2 629	2 453			2 165
Prados temporários (pastoreio)	11 180	11 180	10 435			9 207
Serradela <sup>(2)</sup>	2 629	2 629	2 453			2 165
Soja	9 574	9 574	8 935		8 377	7 884
Sorgo	8 830	8 830	8 241		7 726	7 272
Tremocilha	2 629	2 629	2 453			2 165
Trevo	2 629	2 629	2 453			2 165
Trigo	3 438	3 438	3 209		3 008	2 831
Triticale	3 438	3 438	3 209		3 008	2 831

**Quadro 2.7 – Dotações de rega recomendada para as culturas forrageiras da Região Litoral Norte e Centro (1) (fonte: DGADR, 2018)**

Cultura Regada	Aspersão m³/ha.ano	Canhão m³/ha.ano	Pivô m³/ha.ano	Micro- Aspersão m³/ha.ano	Gota-a- Gota m³/ha.ano	Rega Subterrânea m³/ha.ano
Aveia	1 104	1 104	1 031		966	909
Azevém	1 629	1 629	1 520			1 341
Beterraba	7 423	7 423	6 928		6 500	6 113
Centeio	1 729	1 729	1 614		1 513	1 424
Cevada	1 729	1 729	1 614		1 513	1 424
Colza	1 690	1 690	1 577			1 391
Consociações anuais e outras culturas forrageiras	7 197	7 197	6 717			5 927
Couve	4 365	4 365	4 074	3 820	3 820	3 595
Ervilhaca	1 726	1 726	1 611	1 510	1 510	1 421
Luzerna	9 405	9 405	8 778	8 230		7 745
Milho	7 822	7 822	7 301		6 845	6 442
Nabo	774	774	722	677	677	637
Outras leguminosas forrageiras	1 726	1 726	1 611			1 421
Prados temporários (pastoreio)	7 197	7 197	6 717			5 927
Serradela <sup>(2)</sup>	1 726	1 726	1 611			1 421
Soja	6 952	6 952	6 489		6 083	5 725
Sorgo	5 903	5 903	5 509		5 165	4 861
Tremocilha	1 726	1 726	1 611			1 421
Trevo	1 726	1 726	1 611			1 421
Trigo	2 034	2 034	1 898		1 779	1 675
Triticale	2 034	2 034	1 898		1 779	1 675

**Quadro 2.8 – Dotações de rega recomendada para as culturas forrageiras da Região Interior Norte e Centro (1) (fonte: DGADR, 2018)**

Cultura Regada	Aspersão m³/ha.ano	Canhão m³/ha.ano	Pivô m³/ha.ano	Micro- Aspersão m³/ha.ano	Gota-a- Gota m³/ha.ano	Rega Subterrânea m³/ha.ano
Aveia	2 311	2 311	2 157		2 022	1 903
Azevém	2 657	2 657	2 480			2 188
Beterraba	10 037	10 037	9 367		8 788	8 265
Centeio	3 025	3 025	2 824		2 647	2 491
Cevada	3 025	3 025	2 824		2 647	2 491
Colza	2 982	2 982	2 783			2 456
Consociações anuais e outras culturas forrageiras	9 855	9 855	9 198			8 116
Couve	6 137	6 137	5 727	5 369	5 369	5 054
Ervilhaca	2 623	2 623	2 448	2 448	2 295	2 160
Luzerna	11 613	11 613	10 838	10 838		9 563
Milho	9 163	9 163	8 552		8 018	7 546
Nabo	917	917	856	856	802	755
Outras leguminosas forrageiras	2 623	2 623	2 448			2 160
Prados temporários (pastoreio)	9 855	9 855	9 198			8 116
Serradela <sup>(2)</sup>	2 623	2 623	2 448			2 160
Soja	8 407	8 407	7 846		7 356	6 923
Sorgo	8 174	8 174	7 629		7 152	6 731
Tremocilha	2 623	2 623	2 448			2 160
Trevo	2 623	2 623	2 448			2 160
Trigo	3 424	3 424	3 196		2 996	2 820
Triticale	3 424	3 424	3 196		2 996	2 820

**Notas:**

(1) -Valores calculados para a Estação Meteorológica de Mirandela (IPMA), para o ano do percentil 80.

(2) -Determinado por analogia de Outras Leguminosas Forrageiras

## 2.5 Quando regar? Tempo de rega

Conhecidas as necessidades de água para a cultura, deve ser definido o intervalo entre regas. Tomando em atenção:

- A capacidade máxima do solo para armazenar água, se for aplicada a quantidade total de água necessária de uma única vez, uma parte pode sofrer percolação para as camadas mais profundas do solo, ou perder-se por escoamento e sair do alcance da cultura.
- O nível de humidade do solo, abaixo do qual não se deve descer para que a cultura não entre em stress hídrico.

### 2.5.1 Tempo de rega

Na rega por aspersão estacionária, o conjunto de aspersores e condutas define um setor. O tempo de rega por posição é o tempo em que os aspersores completam a rega nessa posição e, depende do caudal e da dotação de rega (Azevedo, 2010):

$$\text{Eq 2.2} \quad \text{Tempo de rega} = \frac{\text{Dotação de rega (mm)}}{\text{Taxa de aplicação (mm h}^{-1}\text{)}} \text{ (horas)}$$

No sistema de rega por canhão móvel e enrolador o tempo de rega está associado à velocidade linear do aspersor. Uma vez calculada a velocidade de deslocamento, pode-se calcular o tempo de rega para cada faixa.

Nos sistemas gota-a-gota, o tempo de rega é calculado em função do caudal dos gotejadores, do número de gotejadores por metro quadrado e da dotação de rega pretendida, equação 2.3 (Azevedo, 2010).

$$\text{Eq 2.3} \quad \text{Tempo de rega} = \frac{\text{Dotação de rega (mm)}}{\text{n}^\circ \text{ de gotejadores por m}^2 \times \text{caudal do gotejador (L h}^{-1}\text{)}} \text{ (horas)}$$

### 2.5.2 Períodos entre regas

O tempo entre períodos de rega depende essencialmente do tipo de solo e da quantidade de água que o solo consegue armazenar e disponibilizar às plantas e pode ser calculado através da razão entre a dotação útil de rega e a  $ET_c$ , equação 2.4:

$$\text{Eq 2.4} \quad \text{Intervalo entre regas (dias)} = \frac{\text{Dotação útil de rega (em mm)}}{\text{Evapotranspiração cultural (mm/dia)}}$$

Uma vez conhecido o intervalo entre regas e o tempo de rega, é aconselhável ter em conta as condições ambientais mais favoráveis e o menor custo energético. Assim:

- No caso de ser utilizada energia elétrica, devem realizar-se regas quando o custo da eletricidade seja mais baixo;
- Na rega por aspersão, a eficiência e a uniformidade de aplicação diminuem se for efetuada rega com ventos ou elevada insolação. Devem-se evitar períodos do dia em que o sol se encontra nas posições mais verticais, em zonas com elevada exposição solar e elevada insolação;

- No caso de ventos fortes, deve ser diminuído o caudal dos aspersores e aumentado o tempo de rega;
- Precipitações superiores a 4-5 mm devem ser descontadas na quantidade de água a ser aplicada na rega.
- A pluviometria do sistema, não deve superar a capacidade de infiltração do solo, a fim de evitar escoamentos superficiais.

## 2.6 Avaliação dos sistemas de rega

A avaliação dos sistemas de rega consiste na análise do sistema através de técnicas baseadas em medições de campo que permitam compreender o seu funcionamento e detetar os problemas existentes, com a finalidade de aconselhar o agricultor a tomar as medidas mais oportunas na melhoria da gestão da rega, tendo como objetivo:

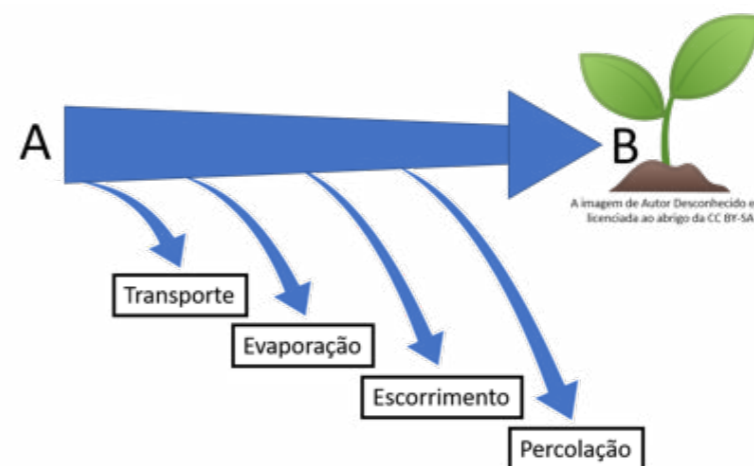
- Caracterizar quantitativamente e qualitativamente as práticas de gestão da rega
- Identificar os principais problemas
- Estimar valores máximos da eficácia do sistema
- Definir estratégias alternativas que otimizem os fatores água, mão-de-obra, energia e capital

A primeira fase resume-se a compreender o que é a eficácia de aplicação e a uniformidade de aplicação.

### 2.6.1 Cálculo dos indicadores de desempenho

#### Eficiência de aplicação

Do volume total de água destinado à rega que sai de um determinado ponto de abastecimento, nem toda vai ser aproveitada pelas plantas, pois, por várias razões, uma parte dela não alcançará seu destino. A relação entre essas duas quantidades de água (aquele que sai do ponto de abastecimento e aquela que realmente permite tirar proveito pelas plantas) é o que é denominada de eficiência de aplicação. Expressa-se por uma percentagem. Por exemplo, uma eficiência de 75% indica que do total de água, apenas 75% serão aproveitados pelas plantas. Os restantes 25% terão destinos diferentes, Figura 2.11 (Badillo, M.F, 2009).



**Figura 2.11 – Perdas da distribuição na utilização de água para regadio. A- Fonte de abastecimento, B - Planta, destino da água. Eficiência de aplicação = B/A**

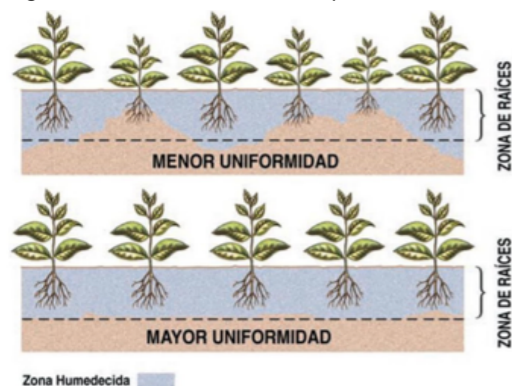
A eficiência de aplicação é uma característica de cada instalação e é influenciada pelo sistema de rega, o desenho, a manutenção e a sua gestão. Em geral, a eficiência dos sistemas de rega localizada é de 85-95%, das rampas pivotantes entre 80 e 90%, na rega por aspersão entre 65 e 85%, e a rega por gravidade apresenta eficiências de 30 a 70%. No quadro 2.9 apresentam-se os principais fatores que influenciam a eficiência do desempenho dos sistemas de rega (Badillo, M.F, 2009).

**Quadro 2.9 – Fatores que influenciam a eficiência de rega (fonte: Oliveira, I. 2003)**

REGA DE SUPERFÍCIE	REGA POR ASPERSÃO	REGA LOCALIZADA
Ao Nível da Execução do Projecto	Ao Nível da Execução do Projecto	Ao Nível da Execução do Projecto
Caudal Comprimento do sulco, faixa ou bacia Rugosidade Nivelamento Infiltração Forma do sulco, faixa ou bacia	Pressão no aspersor Variação da pressão no sistema Espaçamento entre aspersores Caudal do aspersor Diâmetro molhado pelo aspersor Forma de Distribuição da água Vento Pluvimetria Infiltração Escoamento superficial	Pressão no emissor Variação da pressão no sistema Característica do emissor (caudal - pressão) Susceptibilidade do emissor à variação de caudal Coeficiente de variação tecnológica do emissor Susceptibilidade do emissor ao entupimento Adequação da filtragem Condutividade hidráulica do solo
Ao Nível da Gestão da Rega	Ao Nível da Gestão da Rega	Ao Nível da Gestão da Rega
Duração da rega Manutenção do nivelamento Humidade do solo na altura da rega	Manutenção do sistema Humidade do solo na altura da rega Duração da rega Controlo do escoamento	Manutenção do sistema Humidade do solo na altura da rega Duração da rega Controlo do escoamento

**Uniformidade de aplicação**

A uniformidade de aplicação refere-se ao facto de que a água distribuída deve atingir todos os pontos, de igual forma, de toda a parcela irrigada. Uma boa uniformidade garante que todas as plantas são bem regadas, sem existir um excesso de água em algumas e noutras verificar-se deficiência na irrigação, certificando-se então o desenvolvimento homogéneo da cultura e a sua máxima capacidade produtiva. A uniformidade de aplicação é uma característica própria de cada instalação e parcela e pode ser estimada por medições de campo. Por exemplo, um coeficiente de uniformidade de 80% indicaria que 80% da área da parcela recebe a quantia de água desejada, enquanto os restantes 20% da área foram regados em maior ou menor quantidade, como representado pela figura 2.12 (Badillo, M.F, 2009).



**Figura 2.12 – Efeitos de diferentes uniformidades de rega (fonte: Avila et al., 2004).**

A uniformidade de aplicação para sistemas de aspersão é normalmente verificada através de ensaios com colocação de recipientes (pluviómetros) com uma determinada disposição, contruindo uma grelha no máximo de 3 por 3 metros (pode variar dependendo se o sistema é de aspersão por canhão móvel ou rampas), deixar o sistema regar normalmente e no final do tempo predefinido quantificar a água existente, em cada recipiente (Figura 2.13).



**Figura 2.13 – Recipientes colocados em cultura com sistema de rega por aspersão**

No caso da rega gota-a-gota, a avaliação da uniformidade dos sistemas baseia-se na medição do caudal debitado pelas rampas por metro linear, verificando-se se as especificações dos emissores, segundo o fabricante, estão de acordo com os dados obtidos nos ensaios (Figura 2.14).



**Figura 2.14 – Avaliação de um sistema de rega localizada**

No Quadro 2.10 apresentam-se em resumo alguns dos principais fatores que influenciam a uniformidade do desempenho dos sistemas de rega, será sobre eles que a avaliação dos sistemas se deve debruçar.

**Quadro 2.10 – Fatores que influenciam a uniformidade de rega (fonte: Oliveira, I. 2003)**

REGA DE SUPERFÍCIE	REGA POR ASPERSÃO	REGA LOCALIZADA
Ao Nível da Execução do Projecto	Ao Nível da Execução do Projecto	Ao Nível da Execução do Projecto
Caudal Comprimento do sulco, faixa ou bacia Rugosidade Declive Nivelamento Infiltração Forma do sulco, faixa ou bacia	Pressão no aspersor Variação da pressão no sistema Espaçamento entre aspersores Caudal do aspersor Diâmetro molhado pelo aspersor Forma de Distribuição da água Vento	Pressão no emissor Variação da pressão no sistema Característica do emissor (caudal - pressão) Susceptibilidade do emissor à variação de caudal Coeficiente de variação tecnológica do emissor Susceptibilidade do emissor ao entupimento Adequação da filtragem
Ao Nível da Gestão da Rega	Ao Nível da Gestão da Rega	Ao Nível da Gestão da Rega
Duração da rega Manutenção do nivelamento	Manutenção do sistema	Manutenção do sistema

Além da singularidade própria de cada sistema de rega existe uma lista mínima de procedimentos que devem ser realizados:

- Realizar, anualmente, uma revisão às instalações de irrigação.
- Não tolerar a mais mínima fuga nas condutas de transporte ou junções de tubos.
- Limpar devidamente os elementos filtrantes. Além do entupimento dos emissores, uma limpeza deficiente implica uma perda acentuada de pressão na rede do sistema de rega e, conseqüentemente, variações não previstas no caudal pretendido.
- Garantir o correto funcionamento dos manómetros. A instalação deve funcionar à pressão para a qual foi desenhada, resultando em uniformidade de irrigação.
- Limpar os emissores: os gotejadores podem ser limpos através da injeção de agentes limpadores no sistema de irrigação. Os aspersores e tubagens de pivôs são limpos individualmente, tendo o cuidado de utilizar produtos pouco agressivos para os bicos.
- Substituir os emissores, sempre que necessário, por outra unidade de características similares. Por norma, não se utilizam emissores com características diferentes na mesma instalação.
- Registrar todas as intervenções e outra informação adicional no caderno de rega.

[Badillo, M.F, 2009]

**2.6.2 Monitorização da rega**

O agricultor ou técnico responsável deverá realizar, pelo menos uma vez por ano, uma análise da qualidade da água de rega. Esta análise deve ser realizada em todos os pontos de captação da exploração (poços, depósitos, etc). A análise tem que ser realizada num laboratório autorizado, e nesta devem constar dados relativos ao pH, teor de sais, nitratos e cloretos, além de informação bacteriológica e prova concreta de que não existem resíduos contaminantes, como o caso dos metais pesados, que se acumulam nos tecidos dos seres vivos.

Durante o acompanhamento do desenvolvimento de uma cultura, é útil manter um caderno de rega atualizado, o qual não é mais do que um historial, onde se pode apontar sistematicamente, todas as informações relevantes sobre a rega de uma parcela. O caderno de rega deve incluir:

- Características do solo: profundidade útil para as raízes da cultura instalada, velocidade de infiltração, capacidade de campo, ponto de emurchecimento e quantidade de água útil existente no solo.
- Datas dos diferentes estados fenológicos da cultura
- Teores de água no solo para cada fase do desenvolvimento fenológico
- Previsão de regas: data, hora e duração
- Regas efetuadas: se existem variações em relação ao que foi planificado inicialmente
- Precipitações
- Observações: incidentes, avarias, operações de manutenção de instalações ou equipamento. (Badillo, M.F, 2009).

Para a obtenção de dados é necessário a utilização de sensores de humidade do solo, estações meteorológicas e medidores de volume de água utilizada em cada parcela. São cada vez mais ferramentas de controlo indispensáveis e obrigatórias para regantes de Classe A e B.

**2.6.2.1 Contadores volumétricos**

Todas as parcelas necessitam ter um medidor de caudal instalado para calcular a utilização anual total de água (Figura 2.15). A instalação destes contadores volumétricos permite controlar se a utilização real corresponde ao que foi planificado inicialmente no plano de rega e é indispensável para o agricultor usufruir de apoios pela prática de rega em regime mais sustentável.



**Figura 2.15 – Contador volumétrico eletrónico**

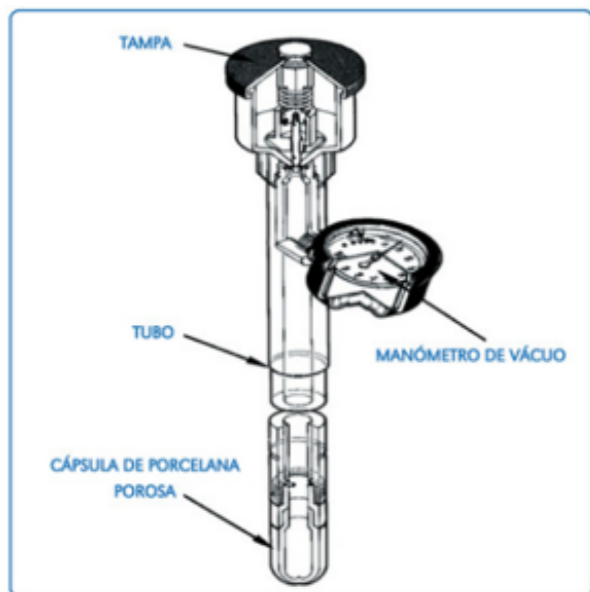
**2.6.2.2 Sondas e sensores**

Tradicionalmente, a experiência do agricultor ou do técnico era baseada na observação direta da cultura e da condição do solo, tomando assim a decisão de quanto e quando regar. Na última década, desenvolveram-se uma grande variedade de sensores que permitem medir o teor de água no solo de forma contínua e direta. A instalação de sensores numa parcela serve como referência objetiva para a planificação da rega (Badillo, M.F, 2009).

Os sensores de clima proporcionam dados climáticos de temperatura, humidade relativa, exposição solar, velocidade e direção do vento e precipitação, instalando-se numa estação meteorológica.



Existem vários tipos de sensores de solo, podendo obter variadas informações acerca da humidade, temperatura, salinidade e condutividade elétrica em diversas profundidades. Os sensores mais utilizados, sem tecnologia de ponta e com um funcionamento mais analógico, são os tensiómetros (Figura 2.16), que informam sobre excessos de água no solo, défice de água no solo e ainda qual o momento ideal para regar. O tensiómetro não mede humidade do solo, senão a força com que a água é retida no solo. Quanto maior for a leitura maior é o défice de água no solo.



**Figura 2.16 – esquema de um tensiómetro (fonte: Fabião, M., 2003)**

Os sensores baseados no método de bloco de gesso (conhecidas por sondas watermark) são compostos por um material molhável e poroso, medindo posteriormente a resistência elétrica entre ele, que é inversamente proporcional ao teor de água presente (Figura 2.17).



**Figura 2.17 – Colocação de sonda do tipo bloco de gesso**

As sondas FDR ou de capacitância podem ser portáteis, mediante a instalação de tubos de acesso ao solo (Figura 2.18a) ou de registo contínuo (Figura 2.18b) num local a várias profundidades.



**Figura 2.18 – Sondas capacitivas para registar teor de água no solo: a) portáteis (Tubo de acesso para sonda TDR, Diviner 2000); b) registo contínuo (fonte: Birendra, 2016).**

A recolha de dados dos sensores pode ser efetuada de forma manual, mais morosa e trabalhosa ou, de forma automatizada. Neste caso, os próprios sensores criam uma base de dados com o espaço temporal e os dados medidos associados, que podem ser recolhidos ou enviados à distância, via ondas rádio, GSM e GPRS. Posteriormente, a informação necessita de ser processada informaticamente, podendo obter-se gráficos da variação de um determinado fator em função do tempo e informar o operador se está a regar em excesso ou por defeito face às necessidades da cultura.

## 2.7 Certificado de regante

O uso eficiente da água pelos agricultores constitui uma das medidas de apoio do Programa de Desenvolvimento Rural do Continente (PDR 2020), determinando a alínea c) do artigo 21.º da Portaria n.º 50/2015, de 25 de fevereiro que, os beneficiários desta medida devem obter o reconhecimento de regante, de classe A ou de classe B, por entidade devidamente autenticada, de acordo com os requisitos estabelecidos em diploma próprio.

As entidades reconhecedoras de regantes podem atribuir o título de regante de classe A ou de classe B a pessoas ou empresas:

- Que detenham e explorem pelo menos 1 ha de superfície de regadio instalada com rega por aspersão, localizada ou subterrânea.
- Detenham ou tenham acesso a contador exclusivo que permita aferir o consumo efetivo de água na superfície irrigada.
- Como condição de acesso à atribuição de título da classe A, os regantes têm ainda que possuir equipamentos para determinação de teor de humidade no solo.

A visita de reconhecimento do regante visa verificar o cumprimento das condições de atribuição do título de regante e atribuir (ou revalidar) o referido título para a classe de eficiência a que se candidatou, é feita uma vez por ano, preferencialmente durante a campanha de rega, em

data coincidente ou posterior à da inspeção técnica tendo em vista os seguintes pontos de verificação obrigatória, pois são obrigações do regante:

- Identificação do beneficiário e da sua exploração;
- Confirmação dos limites da área pretendida para a atribuição do título, mediante confronto com o parcelário da exploração ou por medição por GPS, se necessário;
- Descrição sucinta do sistema de rega;
- Verificação do título de regante anteriormente emitido (nos casos de revalidação);
- Verificação da existência do relatório de inspeção técnica ao sistema de rega e de bombeamento, de eventual relatório da reinspeção e/ou da resolução das não-conformidades detetadas;
- Verificação da existência do plano de fertilização, de acordo com modelo a definir em regulamentação própria, assim como do registo das atividades efetuadas na parcela ou nas subparcelas agrícolas, relacionadas com o plano de fertilização estabelecido (caderno de campo) e das outras evidências do cumprimento de normas de fertilização racional: boletins de análise de terra, de água e de material vegetal, comprovativos da aquisição de fertilizantes;
- Verificação da existência, localização e estado operacional do pluviómetro ou da estação meteorológica e do contador volumétrico, assim como da regularidade dos respetivos registos;
- Verificação do tipo de solo e da eficiência de aplicação prevista;
- Verificação da existência do calendário de rega e das evidências (digitais ou físicas) do seu cumprimento:
  - i) Avaliação da origem e credibilidade dos valores de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>);
  - ii) Registo dos valores de ET<sub>o</sub>;
  - iii) Registo dos valores de evapotranspiração cultural (ET<sub>c</sub>);
  - iv) Registo dos valores de precipitação;
  - v) Registo das datas das regas e das estimativas dos volumes e dotações de rega empregues;
  - vi) Registo dos valores do contador com uma frequência mínima de uma vez por mês;
- Para os regantes da classe A, verificação da existência de equipamentos de medição do teor de humidade no solo na densidade preconizada e respetivos registos, assim como das evidências da utilização destes dados para a determinação da oportunidade da rega:
  - i) Características técnicas dos equipamentos de medição do teor de humidade no solo;
  - ii) Carta de localização desses equipamentos;
  - iii) Quadro ou gráfico de registo dos dados de teor de humidade no solo;
  - iv) Cruzamento dos dados anteriores com os quadros de balanço hídrico.

Além disso, a inspeção técnica dos sistemas de rega deve ser efetuada no decurso do 1.º, do 3.º e do 5.º ano, devendo preceder sempre a visita de reconhecimento do regante a realizar nesses mesmos anos, não sendo possível, através de uma visita, invalidar a necessidade da outra.

Nas áreas regadas indicadas no requerimento para atribuição do título, os regantes devem cumprir as seguintes obrigações, além do referido nos diversos pontos chave que constam na visita anual obrigatória:

- Submeter-se a inspeção técnica do equipamento de rega e de bombeamento feita pela entidade reconhecadora, assim como implementar as recomendações resultantes dessa inspeção;
- Conduzir as regas com base em calendário de rega, de periodicidade mínima semanal, tendo em consideração os dados de evapotranspiração da cultura a regar, da precipitação a medir com pluviómetro, do tipo de solo e da eficiência de aplicação prevista;
- Monitorizar a quantidade de água utilizada com a utilização de contadores volumétricos sónicos;
- Elaborar plano de fertilização;
- Manter atualizado um registo das atividades relacionadas com a rega e com o plano de fertilização estabelecido, em conformidade com o modelo aprovado por despacho do diretor-geral de agricultura e desenvolvimento rural e publicitado no seu sítio da Internet
- Conservar os comprovativos da aquisição de fertilizantes, bem como os boletins de análise de terra, de água e de material vegetal, anexando-os ao registo das atividades.

## USO EFICIENTE DA ÁGUA NA PRODUÇÃO ANIMAL

3

Joaquim Lima Cerqueira (Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo - ESA-IPVC; Centro de Ciência Animal e Veterinária - CECAV)

José Pedro Araújo (Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo ESA-IPVC; Centro de Investigação de Montanha - CIMO)

### 3.1 Introdução

Tendo em vista a grande variedade das suas funções e a magnitude de seus requisitos, a água pode ser considerada o nutriente essencial mais importante para os animais. A água é o maior constituinte do corpo, e a manutenção estável de sua quantidade é rigidamente controlada nos mamíferos e aves.

Muitas vezes menosprezada, a água é essencial para a saúde e bem-estar dos animais. Sem água o metabolismo básico dos animais é colocado em risco, afetando gravemente a funcionalidade dos principais órgãos. A água é fundamental para todos os processos fisiológicos mais elementares: digestão, reprodução, eliminação de toxinas, equilíbrio hidro-eletrolítico e regulação térmica. Revela-se também fundamental na rentabilidade das explorações pecuárias, pois sem este elemento básico fica comprometida a produção de carne, leite, ovos, lã, entre outros produtos de origem animal.



As necessidades em água de cada animal são determinadas por diversos fatores tais como as condições climáticas, o seu peso, estado fisiológico e o tipo de dieta. Contudo e salvo raras exceções os animais devem dispor de fornecimento de água *ad libitum* de qualidade adequada que beneficie a sua saúde, a atividade física, garantindo que os animais expressem os seus comportamentos naturais no quadro da garantia do bem-estar animal. E que garanta também o seu crescimento e a produção de géneros alimentares com os requisitos mínimos de segurança alimentar em qualquer fase do seu ciclo produtivo.



A água imprópria para abeberamento pelos animais poderá originar parasitismo, doenças ou veicular substâncias nocivas capazes de afetar os processos produtivos diversos e comprometer a utilização segura dos produtos de origem animal na alimentação humana.

A disponibilização de água em quantidade e qualidade devidamente controlada aos animais é sempre da responsabilidade dos operadores do setor e em primeira linha aos produtores pecuários, permitindo o cumprimento dos requisitos legais de higiene em termos de boas práticas de alimentação dos animais.

A quantidade total de água utilizada na produção animal inclui o consumo pelos animais, e ainda para limpeza das instalações, dos equipamentos e controlo. A água de limpeza afeta particularmente o volume de águas residuais, recomendando-se a sua reutilização.

### 3.2 Requisitos legais globais

Ao abrigo do nº 4 do art. 3º do Regulamento (CE) nº 178/2002, do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de janeiro, os alimentos para animais definem-se como qualquer substância ou produto, destinado a ser utilizado para a alimentação de animais. Desta forma, a água para abeberamento, enquadra-se no conceito de alimento para animais.

Assumindo-se a água como um elemento vetor de substâncias e microrganismos potencialmente perigosos, devem os produtores pecuários assumir as obrigações e responsabilidades em termos de segurança dos alimentos para animais, devidamente previstas no citado Reg. (CE) nº 178/2002, assegurando o ambicionado nível de proteção da saúde pública.

Posteriormente foi publicado o Regulamento (CE) nº 183/2005, do Parlamento Europeu e do Conselho de 12 de janeiro, relativo a requisitos de higiene dos alimentos para animais. Neste regulamento, em vigor desde 01 de janeiro de 2006, foram complementarmente estabelecidos requisitos de higiene dos alimentos para animais, definindo entre outras, que: "Ao alimentarem animais produtores de géneros alimentícios, os criadores devem tomar medidas e adotar procedimentos para manter o risco de contaminação biológica, química e física dos alimentos para animais, dos próprios animais e dos produtos de origem animal ao nível mais baixo que possa ser razoavelmente atingido." (Número 2 do Art.º 4º).

- Estes critérios devem igualmente ser aplicáveis à água utilizada na preparação dos alimentos compostos a nível da produção primária, nomeadamente dos alimentos líquidos e dos substitutos do leite.
- Neste diploma é igualmente estabelecido que os Estados-Membros devem, se necessário, fomentar a elaboração de guias nacionais, Contudo a utilização desses guias pelos operadores das empresas do setor dos alimentos para animais terá carácter facultativo. (Artigo 21º - Guias nacionais) que “ao serem elaborados, os guias nacionais de boas práticas devem ser desenvolvidos e divulgados pelo setor das empresas de alimentos para animais, em consulta com os representantes das partes cujos interesses possam ser substancialmente afetados, como as autoridades competentes e os grupos de utilizadores;”
- Das disposições descritas no Anexo III “Boas Práticas de Alimentação de Animais”, a secção “Alimentação e Abeberamento” descreve: “A água destinada ao abeberamento e à aquacultura deverá ser de qualidade adequada aos animais criados. Sempre que houver motivo de preocupação devido a contaminações de animais ou de produtos de origem animal por causa da água, deverão ser tomadas medidas para avaliar e minimizar os riscos. O equipamento de fornecimento de alimentação e água deve ser concebido, construído e instalado de modo a que seja reduzida ao mínimo a contaminação dos alimentos para animais e da água. Os sistemas de abeberamento deverão, sempre que possível, ser limpos e sujeitos a manutenção periódica.”

Outras disposições de enquadramento de utilização da água:

- Decreto-Lei n.º 236/98 relativo à qualidade da água, que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.
- Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de agosto que estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, revendo o DL n.º 243/2001 de 5 de setembro, que transpôs para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro.
- Decreto-Lei n.º 226-A/2007 sobre o regime de utilização dos recursos hídricos e a Portaria n.º 1450/2007 sobre as Regras de Utilização dos Recursos Hídricos.

### 3.2.1. Enquadramento na produção animal

Apesar da água destinada ao consumo humano ou indústrias alimentares dever obedecer aos parâmetros e valores definidos pelo Decreto de Lei n.º 306/2007 de 27 de agosto, não existem de momento critérios ou valores legalmente fixados para a água destinada exclusivamente ao abeberamento dos animais. Também não será apropriado aplicar o regime estabelecido por aquele diploma regulamentar à água destinada aos animais nas explorações pecuárias, pelo que em função da espécie e aptidão animal, ou sistema de produção, se podem utilizar uma variedade legal de diferentes tipos de água, sem que se observe qualquer risco para a sua saúde ou bem-estar animal.

Nesta vertente, importa referenciar boas práticas de higiene sobre a água destinada ao abeberamento dos animais, mediante a indicação de requisitos de carácter geral e divulgação de valores de referência a ter em consideração, no estabelecimento do conceito de “água com qualidade adequada” destinada ao abeberamento de animais, tal como requerido pelo Reg. (CE) n.º 183/2005, salvaguardando para além da saúde e do bem-estar dos animais, a segurança dos géneros alimentícios obtidos na cadeia de produção.

## 3.3 Parâmetros de qualidade da água

A água destinada ao abeberamento dos animais deve caracterizar-se por alguns atributos nomeadamente garantir a sua palatibilidade (sem gostos ou odores estranhos) e que seja bem tolerada, evidenciando conformidade com requisitos relacionados com a sua utilização na produção animal de forma a assegurar a sua distribuição apropriada não contendo elevados níveis de alguns minerais (cálcio, ferro ou cloro) (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 – Caracterização da qualidade da água para consumo animal

Preceitos	Descrição geral
Potabilidade	Água potável será objetivamente a que foi sujeita a análises físicas, químicas, biológicas e até mesmo radioativas, não imputando portanto qualquer risco para a saúde animal.
Palatibilidade	A água deve ser inodora, incolor e insípida, permitindo a ingestão de quantidade suficiente, que por sua vez é essencial para a deglutição regular e adequada de outros ingredientes alimentares pelos animais.
Flexibilidade	Presença de ingredientes ou substâncias indesejáveis em concentrações residuais que não sejam suficientemente nocivas para os animais ou para os géneros alimentícios por estes produzidos.
Capacidade de utilização	Sem efeitos adversos para as instalações, equipamentos ou sistemas de canalização no seu fornecimento diretamente aos animais ou na preparação de alimentos diversos para seu consumo.
Tratamento	Normalmente águas provenientes de rios, lagos, furos, poços e minas não são próprias para consumo animal, sendo fundamental que passem por processos específicos em estações de tratamento de água, para sua posterior utilização.

### 3.3.1 Parâmetros físico-químicos

Dos parâmetros mais utilizados para caracterizar fisicamente as águas, destacam-se a cor, a turbidez, os níveis de sólidos em suas diversas frações, a temperatura, o sabor e o odor. Embora sejam parâmetros físicos, fornecem indicações preliminares importantes para a caracterização da qualidade química da água, tais como os níveis de sólidos em suspensão (associados à turbidez) e as concentrações de sólidos dissolvidos (associados à cor), os sólidos orgânicos (voláteis) e os sólidos minerais (fixos), os compostos que produzem odor, entre outros.

Os parâmetros químicos envolvem o potencial hidrogeniônico (pH), acidez, oxigénio dissolvido, fósforo e cloretos. Estes são os parâmetros mais utilizados para caracterizar a qualidade da água, onde são avaliados o conteúdo orgânico, a força iónica, gases dissolvidos, nutrientes e presença de compostos orgânicos sintéticos.

### 3.3.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e define o potencial de toxicidade de vários elementos.

A água destinada ao abeberamento dos animais deve apresentar um pH próximo da neutralidade (6,5 a 8).

- Se o valor de pH for inferior a 6,5, indicando uma água fortemente ácida, poderá provocar distúrbios de acidose e diminuição da ingestão de alimentos. Paralelamente adensará o risco de corrosão das canalizações e dos equipamentos de fornecimento;
- Água demasiadamente alcalina, com valores de pH superiores a 9, pode originar distúrbios de índole digestivos (diarreias) e diminuição da eficiência de conversão alimentar por via da redução da ingestão de alimentos.
- Na questão sanitária, somente águas extremamente ácidas ou básicas, poderiam causar algum tipo de irritação na pele e nos olhos.

### 3.3.1.2 Temperatura

Temperatura elevada da água aumenta a taxa das reações físicas, químicas e biológicas, diminuem a solubilidade de gases (ex: oxigênio dissolvido) e também aumentam a taxa de transferência de gases (podendo despertar mau cheiro, no caso da libertação de gases com odores desagradáveis). É importante ressaltar que temperaturas elevadas da água contribuem para a proliferação de microrganismos patogênicos. Existem evidências de interferência da temperatura da água na frequência de amostras positivas para coliformes, ou seja o número de amostras positivas tanto para coliformes totais como fecais diminuiu com o decréscimo da temperatura. É sabido que a estirpe *Escherichia coli* tem desenvolvimento diminuído quando a temperatura da água é inferior a 20°C.

Normalmente os bovinos preferem consumir água com temperatura entre 25 e 30°C, com tendência de diminuir o consumo quando a sua temperatura desce abaixo de 15°C. O consumo voluntário de água é maior quando fornecida ligeiramente aquecida (morna), entre 30 e 33°C, comparativamente entre 7 e 15°C, com exceção de períodos quentes com elevadas temperaturas nos estábulos, em que os animais manifestam preferência por água fria que favorece o controle da temperatura corporal e potencia maior conforto nos animais.

### 3.3.1.3 Condutividade

A condutividade elétrica é uma medida que consiste na capacidade de uma solução aquosa conduzir corrente elétrica devido à presença de íons. Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a sua valência e com as concentrações real e relativa de cada íon. Este parâmetro pode ser expresso por diferentes unidades e principalmente pelos seus múltiplos. No sistema Internacional de Unidades (SI) é reportada como Siemens por metro (S/m). Entretanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente microSiemens ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou miliSiemens (mS/cm) por centímetro. A condutividade varia muito conforme a temperatura da água, por isso os dados de condutividade elétrica devem ser acompanhados da temperatura na qual foi medida e deve ser definida a temperatura de referência que normalmente é de 20 ou 25°C.

A tolerância dos animais à salinidade é variável de acordo com a espécie, a idade, a necessidade de água e a condição fisiológica do animal (Quadro 3.2). De um modo geral alterações drásticas na qualidade da água, de pouco para muito salina, são mais prejudiciais para os animais que mudanças graduais.

Os níveis muito elevados de salinidade inibem o consumo de água pelos animais e consequentemente a ingestão de alimentos. Outros sintomas igualmente observados são a sede excessiva, dor abdominal, vômito, diarreia, sinais nervosos (tremor, cegueira, andar em círculos ou para trás), convulsões e morte. Os efeitos prejudiciais da salinidade decorrem fundamentalmente do seu efeito osmótico.

**Quadro 3.2 – Teores de salinidade da água destinada ao abeberamento dos animais**

Salinidade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C)	Características da água/efeitos no animal
< 1.700	Baixo nível de salinidade podendo ser fornecida a qualquer animal
1.700 a 8.500	Satisfatória para bovinos e ovinos, contudo poderá causar diarreia temporária ou ser inicialmente recusada por animais não adaptados, porém sem prejudicar o seu desempenho. Valores próximos do limite superior não são aceitáveis em avicultura.
8.500 a 11.500	Pode ser utilizada em bovinos e ovinos, contudo o fornecimento a animais em fases avançadas de gestação ou animais lactantes deve ser evitado, principalmente no limite superior deste intervalo.
11.500 a 16.500	De uma forma geral o seu consumo deve ser evitado. Em situações excepcionais poderá ser fornecida a animais adultos saudáveis. Não deve ser fornecida a vacas gestantes ou em lactação, cavalos, ovinos, suínos, aves e muito menos a animais jovens ou sujeitos a elevados níveis de stresse térmico ou perda de água.
> 16.500	Elevado nível de salinidade, uso não recomendado para abeberamento animal.

As aves e os bovinos leiteiros são as espécies mais sensíveis à elevada salinidade da água, podendo provocar quebras de produção e eventual efeito negativo nas condições fisiológicas e de saúde dos animais. Os animais são capazes de tolerar níveis mais elevados de salinidade na água por períodos de tempo curtos, se gradualmente adaptados.

O nível de salinidade da água tende a aumentar nas épocas mais quentes e secas do ano devido à maior evaporação. O tratamento da água para reduzir o nível de salinidade pode realizar-se por sistemas de membranas (exemplo: osmose reversa). As opções de tratamento no entanto são dispendiosas e normalmente inviáveis de concretização nas explorações pecuárias. Além da utilização de outras fontes de água, algumas alternativas para reduzir o problema de salinidade nestas propriedades são: colocar drenos ou saídas de água nos reservatórios permitindo a renovação periódica da água, evitando a concentração de sais devido à evaporação da água armazenada e adotar medidas para reduzir as perdas de água por evaporação, assim como aumentar a recolha e armazenamento de água da chuva que pode ser utilizada para diluição da água salina e posterior utilização para abeberamento.

### 3.3.1.4 Cloretos

Os cloretos estão largamente distribuídos na natureza, geralmente sobre a forma de cloretos de cálcio, de sódio e de potássio. A presença de cloretos em águas naturais pode ser proveniente das descargas de águas residuais urbanas e industriais e da intrusão salina. Também pode ser proveniente do próprio solo por dissolução do sal-gema. Concentrações elevadas em cloretos na água aumentam a velocidade de corrosão dos materiais metálicos instalados nos sistemas de abastecimento, dependente das características da água, como por exemplo, alcalinidade, temperatura, pH, entre outros. Esta situação pode conduzir a um aumento de concentração de metais na água distribuída.

É necessário ter em atenção que a tolerância individual (teor máximo aceitável) dos animais aos cloretos é variável entre espécies e dentro da mesma espécie, situando-se na ordem de 1200 mg/l de Cl para equinos e 5600 mg/l de Cl para ovinos adultos, pelo que os teores máximos referidos devem ser considerados como indicativos.

### 3.3.1.5 Outros parâmetros químicos

Alguns elementos químicos (iões) apresentam toxicidade para os animais, quando se encontram acima de determinados níveis. Podendo ocorrer naturalmente nas águas destinadas ao abeberamento dos animais, frequentemente a sua presença advém da atividade humana, incluindo a inadequada gestão de resíduos, com a consequente contaminação das águas superficiais ou mesmo dos lençóis freáticos. Tendo em consideração a toxicidade de alguns iões (nitratos, nitritos, metais pesados, entre outros) quando em concentrações elevadas na água, devem ser avaliados tal como os alimentos fornecidos aos animais, de forma a garantir que os teores globais da dieta não sejam ultrapassados.

### 3.3.2 Parâmetros microbiológicos

Algumas fontes de água são suscetíveis de conter microrganismos, tais como bactérias, vírus, protozoários e ovos de parasitas. Enquanto alguns poderão ser inofensivos para os animais, outros podem apresentar risco grave para a sua saúde. Embora não existam parâmetros microbiológicos específicos para a água destinada ao abeberamento dos animais, é necessário garantir níveis mínimos no que se refere à eventual contaminação microbiológica da mesma.

Os valores desejáveis para parâmetros bacteriológicos de águas não tratadas devem ser considerados em função do modo de produção utilizado e respetiva densidade animal, nomeadamente no que se refere a agentes patogénicos, contaminantes fecais e microrganismos viáveis que podem constituir risco para a saúde animal.



A água para abeberamento animal deve encontrar-se isenta de agentes das estirpes de *Salmonella sp.* e de *Campylobacter sp.*, enquanto para outros indicadores microbiológicos deve respeitar os parâmetros descritos no quadro 3.3.

### Quadro 3.3 – Valores globais de qualidade microbiológica da água para abeberamento animal (fonte: Adaptado de DGAV, 2014)

Agentes microbianos	Aves, suínos, bovinos de leite e vitelos	Outras espécies
Nº colónias a 22°C (UFC/ml)	< 10.000	< 10.000
Nº colónias a 37°C (UFC/ml)	< 1.000	< 1.000
Enterococos fecais (UFC/100 ml)	ausente	< 50
Coliformes fecais (UFC/100 ml)	ausente	< 200
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)	ausente	< 200

UFC - Unidades Formadoras de Colónias

Os coliformes fecais e os termotolerantes, como *Escherichia coli*, são reconhecidos mundialmente como indicadores de contaminação fecal na água potável. A presença de agentes patogénicos nas fezes, como enterococos e microrganismos mesófilos na água, é fator de risco para a saúde dos animais. Ao sofrer contaminação bacteriológica a água de baixa qualidade torna-se menos disponível ao consumo, podendo causar distúrbios metabólicos nos animais. Além disso, a instalação de bactérias fecais no bebedouro contamina o sistema de fornecimento de água e propicia microambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos, o que caracteriza a formação de biofilmes.

A monitorização microbiológica da água destinada ao abeberamento dos animais deve ter em consideração não apenas a sua origem, mas também os equipamentos de fornecimento e nos sistemas de distribuição, de forma a salvaguardar contaminações indesejáveis. Estes pressupostos são de grande importância nos sistemas de produção intensiva, bem como nos grupos de animais em fases críticas do ponto de vista do sistema imunitário (fêmeas no pós-parto, animais doentes e mais jovens), em que a suscetibilidade dos mesmos a doenças é significativamente superior.

Eventuais tratamentos para a redução dos níveis de contaminação bacteriológica da água, apenas devem contemplar os produtos devidamente autorizados por lei, nomeadamente aditivos destinados à alimentação animal ou biocidas.

### 3.4 Equipamentos e abeberamento dos animais

Existe diversidade de bebedouros no mercado, sendo importante considerar a disposição dos bebedouros no estábulo e o seu dimensionamento. Os animais devem possuir sempre água fresca à descrição na zona de alimentação. Este requisito é fundamental nos sistemas de produção intensivos, em que os animais têm maior dificuldade na obtenção de água através dos alimentos ingeridos. Se a água não estiver sempre disponível, deve ser distribuída em quantidades adequadas, pelo menos uma vez por dia.

Os bebedouros ou pias não devem ser muito grandes, de forma que exista um fluxo de água significativo. Bebedouros de grandes dimensões, tendem a acumular sujidade no seu interior, a aquecer e degradar a qualidade da água. Por este motivo devem ser periodicamente limpos (de preferência diariamente) e eventualmente desinfetados, avaliadas as necessidades de manutenção, nomeadamente reparação de fugas, que provocam desperdício de água e também degradação da zona envolvente. Se não estiverem a ser utilizados por um período de tempo longo, devem ser esvaziados, limpos e mantidos secos.

### 3.4.1 Bovinos

Os bebedouros mais frequentemente utilizados em vacas leiteiras são em aço inoxidável, com sistema de boia permitindo o abeberamento simultâneo de vários animais existindo também bebedouros em cimento e plástico (Figura 3.1).



**Figura 3.1 – Bebedouro duplo em plástico para vacas leiteiras**

Em vacas leiteiras os bebedouros devem ser dimensionados de forma a permitir, que pelo menos 5 a 7% do efetivo, tenha acesso concomitantemente a este equipamento, devendo existir pelo menos dois pontos de água por cada grupo de 10 animais, para reduzir a ação das vacas dominantes e evitar agressões entre animais. O fornecimento de água limpa e fresca é fundamental para a produção de leite, controlo da temperatura corporal e manutenção de funções vitais das vacas leiteiras. A estimativa do consumo de água de uma vaca leiteira situa-se nos 10 litros por cada 100 kg de peso vivo, acrescido de 3 litros por cada litro de leite produzido. É essencial ainda que cada vaca consiga beber a um ritmo de 6 a 13 litros por minuto. O espaço de acesso aos bebedouros por animal deve ser de pelo menos 4 a 6 cm por animal presente no estábulo. A altura de colocação dos bebedouros varia entre 60 a 90 cm, não devendo ultrapassar 61% da altura à cernelha do animal.

Os bebedouros devem ter uma profundidade entre 10 a 20 cm e o nível da água situar-se 5 a 10 cm abaixo do bordo do bebedouro. À volta dos bebedouros é importante que exista um raio livre de 4,60 m para permitir a passagem de vacas em ambos os sentidos, enquanto outras vacas se encontram a beber, ou de pelo menos 3,35 m para permitir a passagem num único sentido.

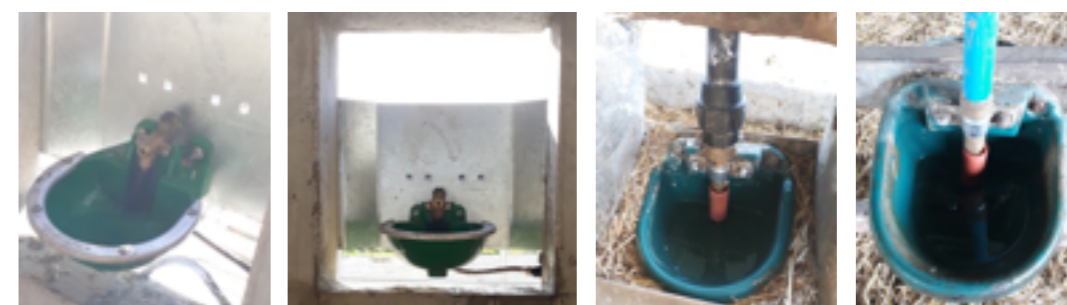
Para evitar que os animais urinem e defequem nos bebedouros, ou mesmo que se coloquem sobre estes, é conveniente colocar uma barra de proteção à volta do mesmo, sem dificultar o acesso dos animais ao bebedouro (Figura 3.2).



**Figura 3.2 – Bebedouros em aço inoxidável para vacas leiteiras**

Os bebedouros não devem ser estreitos, com bordos angulosos ou colocados demasiadamente altos. E todos devem possuir um orifício ou válvula que permita o seu esvaziamento completo, ou ainda ser possível efetuar o seu volteio para posterior limpeza (bebedouro basculante). A acumulação de sedimentos de alimento, material de cama e de fezes é suscetível de contaminar a água, sendo necessário proceder à sua limpeza diariamente.

Em bovinos de carne, nomeadamente na recria e engorda de novilhos é comum a utilização de bebedouros em concha (Figura 3.3).



**Figura 3.3 – Bebedouros do tipo concha para bovinos de carne**

Quando a água apresenta odores e sabores anormais, os bovinos reagem diminuindo o seu consumo ou inclusivamente recusando a sua ingestão, com as implicações produtivas e sanitárias que este fator acarreta. E associado a este tipo de problemas surgem também os biofilmes, que são comunidades complexas de microrganismos recobertas por um polímero extracelular que contribui para a retenção de nutrientes e proteção de agentes tóxicos. Os microrganismos dos biofilmes fixam-se fortemente às superfícies, desencadeiam contaminações cruzadas, são mais resistentes aos agentes antimicrobianos, pela sua estrutura tridimensional e por isso são um grave problema na higienização dos bebedouros.

### 3.4.2 Suínos

Em suinicultura quatro tipos de consumo de água podem ser identificados: o necessário para manter a homeostase e considerar os requisitos de crescimento; o ingerido pelos animais em excesso do estritamente necessário; o desperdiçado no momento de beber devido a uma incorreta estruturação do sistema de distribuição e; o utilizado pelos animais para satisfazer necessidades comportamentais, como o derrame de água, durante o comportamento típico gerado pela falta de objetos de 'brincar' além do sistema de beber.



O consumo animal de água é expresso em litros por kg de alimento e depende da idade dos animais e peso vivo, saúde animal, estágio de produção, temperatura e humidade.

O consumo de água em animais em acabamento por kg de alimento ingerido diminui com a idade, mas como os animais consomem mais alimento com o seu crescimento, a ingestão diária total de água é superior no final do acabamento.

Para porcas, o consumo de água é importante para manter a homeostase e para a produção de leitões. Esses altos níveis de ingestão de água apresentam efeitos positivos na capacidade de ingestão durante a fase de aleitamento e na manutenção de saúde dos órgãos urogenitais durante a gestação.

O modelo de bebedouro a ser usado nos suínos é fundamental para o seu desempenho, podendo influenciar no consumo de água, no alimento e no volume de dejetos produzidos.

Recomenda-se a utilização de bebedouros automáticos que pode variar segundo a categoria de animais. Existem bebedouros de pipeta e de chupeta ou bebedouros de concha, com variedade de opções (Figura 3.4).



**Figura 3.4 – Bebedouros para suínos tipo pipeta (esquerda), caçoleta (centro) e chupeta (direita)**

Apesar de existirem fatores que influenciam as necessidades de água, estas variam em função da categoria do suíno e do sistema de produção (Quadro 3.4).

**Quadro 3.4 – Necessidades de água para abeberamento de porcas reprodutoras e de porcos em recria/acabamento (fonte: Adaptado de DGAV, 2014 e Kyriazakis e Whittemore, 2006).**

Tipo de animal	Peso ou período	Relação água / alimento	Consumo de água (l / animal / dia)
Porcas	Em lactação	15-20	25-40 (sem limite)
	De 85 dias de gestação ao parto	10-12	10-22
	Secas até 85 dias de gestação	-	5-10
Porcas de substituição	Porcas gestantes		10-20
Porcos em recria / engorda	Até início da reprodução	2,5	-
	25-40 kg	2,5	4
	40-70 kg	2,3	4-8
	70-Abate	2,0-6,0	4-10
	20-160 kg	5,0	

No modo de produção biológico os valores de consumo são similares aos referidos no Quadro 3.4. O débito (l/min) deve variar entre 0,4-0,5 para leitões em aleitamento, até 2,5-3 l para porcas em lactação.

Nos sistemas de produção em extensivo os bebedouros devem situar-se nos parques de exercício (Figura 3.5).



**Figura 3.5 – Bebedouro tipo chupeta para suínos em sistema extensivo**

### 3.4.3 Aves

O consumo de água é condicionado por fatores, como a espécie, a idade dos animais, a condição animal (saúde), a temperatura da água e do ambiente, o tipo de alimento e o sistema de abeberamento utilizado.

Com o aumento da temperatura ambiente, o consumo de água das aves aumenta, verificando-se também maior consumo no pico da fase de postura das galinhas. Relativamente aos sistemas, os bebedouros de pipeta apresentam menor consumo do que os redondos, devido a inferiores perdas. Em geral, o consumo de água é aproximadamente o dobro do consumo de concentrado. A relação água / concentrado varia entre 1,6 (aves com uma taxa de crescimento lenta) e 2,2 (aves com uma taxa de crescimento rápida). Os níveis de consumo de água são apresentados no Quadro 3.5, para galinhas poedeiras, frangos, perus e patos.

**Quadro 3.5 – Necessidades de água de diferentes espécies de aves por ciclo e por ano (fonte: Adaptado de DGAV, 2014 e Santonja *et al.*, 2017).**

Espécie / Tipo de animal	Relação água / alimento	Consumo por ciclo (l/ave/ciclo)	Consumo anual (l/ave/ano)
Galinhas poedeiras	1,8-2,0	10 (até produção)	73-120 (prod. ovos) 83-120
Frangos de engorda	1,7-1,9	4,5-11	30-70 40-70
Perús	1,8-2,2	45-100 70	117-150 130-150
Patos	3,5-6	30-46	195-300

Nas aves, os bebedouros tal como os comedouros devem garantir acesso fácil dos animais evitando-se simultaneamente a invasão dos bebedouros.

Existem vários tipos de bebedouros em função do sistema de produção e da idade dos animais, nomeadamente automáticos, manuais, de pipeta, de nível constante (Figura 3.6).



**Figura 3.6 – Bebedouro automático de tetina (esquerda), clássico (centro) e automático pendular (direita)**

### 3.4.4 Ovinos e caprinos

A restrição de água em pequenos ruminantes implica uma diminuição do consumo de alimentos e conseqüentemente menor produção de leite pelas fêmeas lactantes e inferior ganho de peso dos borregos e cabritos. A exigência de água pelos animais varia entre 1,5 a 2,5 litros/kg de alimento consumido. Essa variação ocorre em função do estado fisiológico do animal, sendo que fêmeas no final da gestação e na lactação necessitam de ingerir maiores quantidades de água. A temperatura ambiente também interfere no consumo de água, sendo observada maior ingestão em alturas do ano com temperaturas mais elevadas.



Nas instalações de piso em terra batida, é recomendado colocar cimento ou cascalho em volta dos bebedouros para evitar a formação de lama. Um sistema simples e eficiente de bebedouros para ovinos e caprinos consiste na incorporação no bebedouro de boia interna, pois à medida que os animais vão consumido a água, a boia desce e abre a entrada de água que novamente abastece o bebedouro. Neste sistema a água encontra-se sempre limpa e fresca, com disponibilidade permanente para os animais. Se o bebedouro não for com sistema de boia deve-se dimensionar o seu tamanho de acordo com a quantidade de água consumida diariamente.

Alguns modelos poderão incluir materiais reciclados, como tambores plásticos, pneus velhos, bidões e banheiras. Sistemas mais sofisticados tratam-se de equipamentos adquiridos no mercado, tais como bebedouros lineares ou tipo concha de abastecimento de água automaticamente (Figura 3.7).



**Figura 3.7 – Bebedouro tipo concha para ovinos e caprinos**

Em explorações de pequena dimensão podem utilizar-se bebedouros móveis, podendo ser de plástico ou outros materiais como a borracha. O importante é que seja fornecida a quantidade necessária diária de água, com qualidade. Modelos com utilização de boias para controle do nível da água facilitam o manejo e recomenda-se que os bebedouros sejam localizados na parte exterior das instalações. Apesar de tecnicamente correta, esta prática exige supervisão mais constante dos bebedouros, aspeto que na maioria das vezes não ocorre, e cujas conseqüências podem comprometer o adequado fornecimento de água aos animais. O espaço considerado necessário por animal ao bebedouro varia entre 2 a 3 cm e o bebedouro deve ficar a uma altura de 20 a 25 cm do piso e possuir algum sistema de proteção para que os animais não invadam o bebedouro ou mesmo defequem ou urinem no seu interior. Todos os bebedouros deverão estar protegidos contra a radiação solar, por forma a manter a temperatura da água, que estimulará o consumo por animal.

### 3.4.5 Equinos

Recomenda-se a utilização de bebedouros automáticos individuais em boxe ou pesebre. Quando os animais se encontram em parque coletivo, deve disponibilizar-se pelo menos um bebedouro automático por cada grupo de 10 cavalos. A altura relativamente ao solo deverá ser 2/3 da altura ao garrote. Os bebedouros devem ser de fácil acesso, cómodos para os animais beberem, com um caudal mínimo de (1,5 l/min) e regulável, se necessário. Um poldro pode consumir de 10 a 20 l/dia, enquanto um cavalo de trabalho ou uma égua em lactação podem ingerir aproximadamente 100 l/dia.

Os bebedouros devem localizar-se na proximidade dos comedouros quando os cavalos se encontram estabulados (Figura 3.8), ou nas áreas de pastoreio ou de exercício.

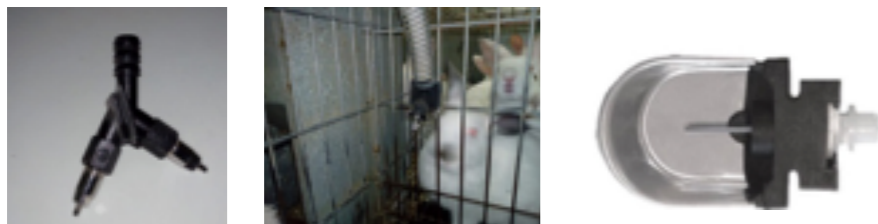


**Figura 3.8 – Bebedouro de concha para equinos**

### 3.4.6 Coelhos

Da totalidade do alimento consumido, a ingestão de água nos coelhos é 2 a 2,5 vezes superior à quantidade de matéria seca, podendo nos reprodutores atingir 0,5 a 1 l/dia. A limitação de acesso à água, limita o consumo de concentrado, diminuindo a produção de leite das coelhas e o crescimento dos coelhos em engorda. Como os coelhos necessitam de elevadas quantidades de água, é essencial ter um sistema automatizado de abastecimento. O sistema automático de baixa pressão é amplamente usado na cunicultura industrial.

Existem vários modelos de bebedouros, mas os mais comuns são os bebedouros de tetina e os de taça ou caçoleta (Figura 3.9). A existência de um embolo mantém o bebedouro de tetina fechado, sendo aberto quando o coelho o pressiona. Os bebedouros de taça ou caçoleta são acionados pelos coelhos mediante pressão com o focinho sobre uma alavanca/válvula. Qualquer um dos modelos requer uma vigilância constante, sendo necessário garantir a sua funcionalidade. Verifica-se que a aplicação de anilhas nos bebedouros de tetina reduz o gotejamento, no entanto é fundamental detetar a falta de administração de água, no pavilhão e nas jaulas.



**Figura 3.9 – Bebedouros para coelhos tipo pipeta (esquerda ) e caçoleta (direita).**

## Cap 2. Água na produção forrageira

Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. 2012. PNUEA - *Programa Nacional Para O Uso Eficiente Da Água, -Implementação 2012 - 2020.*

Agenda Portuguesa do Ambiente 2018. Disponível em <https://www.apambiente.pt>

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration — guidelines for computing crop water requirements.* FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome.

Azevedo, J.C., Gonçalves, A. 2010. *Manual de boas práticas em espaços verdes.* Câmara Municipal Bragança.

Badillo, M.F., Valdera, F., Bodas, V., Fuentelsaz, F.; Peiteado, C. 2009. *Manual De Buenas Prácticas De Riego, Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura, WWF*

Birendra, K.C., Breneger, S., Curtis, A. 2016. *Soil Moisture Monitoring, Irrigation New Zealand.*

Decreto-Lei n.º 76/2016 de 9 de novembro. Plano Nacional da Água.

DGADR 2018. Dotações De Referência Para Rega Em Portugal Continental, Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Disponível em: [https://www.dgadr.gov.pt/images/docs/recon\\_regantes/Quadro\\_geral.pdf](https://www.dgadr.gov.pt/images/docs/recon_regantes/Quadro_geral.pdf)

Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23/10: Diretiva Quadro da Água – DQA.

Fabião, M., (2003). *Guia de Rega 1.5 - Monitorização de Água no Solo - Sondagens TDR.* Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Instituto Nacional de Estatística, I.P. (2011). O uso da água na agricultura, Edição 2011, Lisboa-Portugal.

Instituto Nacional de Estatística, I.P. (2018) Área, produção e produtividade das principais culturas, Lisboa – Portugal.

Lei n.º 58/2005, de 29/12. Lei da Água.

Lopes, H., Guia de Rega 1.4 - Monitorização de Água no Solo - Sensores "Watermark". Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003. Guia de Rega 0.3 - Avaliação de Sistemas de Rega - Considerações Gerais. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003, Guia de Rega 0.1 - Conceitos Básicos Sobre A Água no Solo, Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003. Guia de Rega 0.2 - Necessidade de Água das Culturas - Considerações Gerais. Centro

Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003. Guia de Rega 1.1 - Monitorização de Água no Solo Considerações Gerais, Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003. Guia de Rega 1.3 - Monitorização de Água no Solo – Tensiómetro. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003. *Guia de Rega 2.2 - Programação da Rega.* Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Oliveira, I., 2003. *Guia de Rega 3.3 - Avaliação de Rega por Aspersão – Enrolador,* Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Centro de Competências para o Regadio Nacional.

Pereira, L. S., Trout, T. J. 1999. Irrigation methods.

Pereira, L.S. (2004). *Necessidades de Água e Métodos de Rega.* Publicações Europa-América, 2004, Portugal.

Sistema de Informação do Regadio 2018. Disponível em <http://sir.dgadr.gov.pt/sir-apresentacao>.

Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos (snirh). APA. Consultado em dezembro de 2018 <https://snirh.apambiente.pt>

## Cap 3. Uso eficiente da água na produção animal

Camps, J., 1997. Importancia de la etología para mejorar el manejo de los conejos. Cunicultura, 129: 247-251.

DGAV (Direção Geral de Alimentação e Veterinária), 2014. Água de qualidade adequada na alimentação animal. Ministério da Agricultura e do Mar - Divisão de Comunicação e Informação. Lisboa, Portugal.

Guerra, M.G., Júnior, J.G., Rangel, A.H., Araújo, V.M., Guilhermino, M.M., Novaes, L.P., 2011. Disponibilidade e qualidade da água na produção de leite. Acta Veterinaria Brasilica, 5 (3): 230-235.

Pinheiro, V.M.C., Mourão, J.L.M., 2006. Alimentação do coelho. Série didáctica. UTAD - Vila Real, Portugal.

