



Manual do projeto Milkee

**BOAS PRÁTICAS PARA A  
UTILIZAÇÃO EFICIENTE DE  
ENERGIA, ÁGUA E VALORIZAÇÃO  
AGRÍCOLA DO EFLUENTE EM  
EXPLORAÇÕES LEITEIRAS**





## Nota Inicial

Os produtores de leite, como a maioria das empresas, sentem constantemente a pressão para se manterem competitivos e reduzirem os seus custos de Produção. No entanto, neste sector **a discussão atual está focada no preço pago por litro de leite.**

O presente manual pretende sensibilizar o produtor do leite para a necessidade de se focar mais no controlo do custo de produção e não tanto na remuneração do litro de leite produzido.

Por outro lado, a escassez de recursos, o abastecimento instável de matérias-primas e a degradação do ambiente com repercussões nas alterações climáticas e a perda de valor dos produtos têm colocado em evidência os limites do atual modelo económico. Neste contexto, o modelo de **Economia Circular (EC), abrangendo os princípios da bioeconomia**, tem ocupado um espaço crescente nas políticas europeias e portuguesas sendo encarado

com um meio alternativo de prosseguir o caminho de prosperidade, reduzindo ao mesmo tempo o consumo e dependência de materiais primários, energia e água. A questão não é apenas económica. Além da pressão que os produtores sentem para manter a competitividade das suas empresas, os consumidores e a sociedade exigem também que estes sejam eficientes e minimizem o uso de recursos e os impactos.

Sensibilizar os produtores sobre como podem ser reduzidos os consumos de energia e água e sobre a melhor forma de valorizar os efluentes pecuários, reduzindo o uso de fertilizantes químicos, é o objetivo deste manual.



# Índice

Nota inicial [p.3]



## 1. Eficiência Energética nas Explorações Leiteiras [p.5]

- 1.1.** Análise dos consumos energéticos das explorações leiteiras
  - 1.1.1. Auditoria energética
  - 1.2.** Principais medidas de eficiência energética
    - 1.2.1. Eficiência energética dos sistemas de arrefecimento
    - 1.2.2. Bombas de vácuo para sistemas de ordenha (variadores de velocidade)
    - 1.2.3. Ventilação
    - 1.2.4. Correção do fator de potência para diminuir o consumo de energia reativa (explorações que possuem contratos em Baixa Tensão Especial (BTE) ou Média Tensão (MT))
    - 1.2.5. Iluminação
    - 1.2.6. Ferramentas de gestão de energia
    - 1.2.7. Permutador de calor (placas de arrefecimento)
    - 1.2.8. Recuperação de Calor do Compressor
  - 1.3.** Energia Renovável



## 2. Eficiência Hídrica nas Explorações Leiteiras [p.11]

- 2.1.** Principais usos de água numa exploração leiteira
- 2.2.** Principais origens da água utilizada nas explorações leiteiras
- 2.3.** Principais pontos para uma verificação rápida do consumo de água
  - 2.3.1. Instalação de contadores de água
  - 2.3.2. Verificar fugas
  - 2.3.3. Passos chave na deteção de fugas
  - 2.3.4. Reutilização da água
  - 2.3.5. Utilização correta das mangueiras
  - 2.3.6. Armazenamento da água dos telhados
- 2.4.** Auditoria ao consumo de água numa exploração leiteira



## 3. Gestão e Valorização Agrícola do Efluente [p.17]

- 3.1.** Boas práticas na gestão dos efluentes no interior dos estábulos
  - 3.1.1. Arquitetura das instalações
  - 3.1.2. Tipo de pavimento e sistemas de remoção dos dejetos animais
- 3.2.** Boas práticas no armazenamento dos chorumes
  - 3.2.1. Tipo de estrutura de armazenamento
  - 3.2.2. Dimensionamento
- 3.3.** Boas práticas na aplicação aos solos e valorização agrónómica
  - 3.3.1. Doses de aplicação
  - 3.3.2. Separação da fração sólida e líquida do chorume
  - 3.3.3. Técnicas de distribuição/aplicação com baixa emissão de amoníaco
  - 3.3.4. Adição aos chorumes de inibidores da nitrificação



# **1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EXPLORAÇÕES LEITEIRAS**

# 1.1. Análise dos consumos energéticos das explorações leiteiras

## 1.1.1. Auditoria energética

Uma auditoria energética analisa o uso atual de energia na exploração e fornece recomendações para a diminuição do consumo de energia e aumento da eficiência energética. Há normalmente oportunidades nas explorações leiteiras para poupar energia e diminuir custos, desenvolvendo um plano para atualizar ou adicionar equipamentos que sejam mais eficientes.

Os principais passos de uma auditoria realizada por uma entidade externa serão:

- Realização de uma entrevista inicial com o produtor de leite para recolher informações sobre a operação e explicar o processo de auditoria.
- O auditor visita a exploração para verificar e obter informações sobre o uso de energia. Nesta visita é realizado um levantamento, que se pretende o mais exaustivo possível, dos equipamentos consumidores de energia e das suas condições de utilização. São, ainda, realizadas medições nos principais equipamentos consumidores de energia de forma a desagregar os consumos energéticos e identificação de oportunidades de melhoria.
- É feita uma análise de todos os dados obtidos.
- É entregue um relatório de auditoria com a análise realizada e onde se identificam as oportunidades para reduzir os consumos energéticos. Para cada medida apresentada são quantificadas as economias expectáveis e os investimentos necessários.
- O relatório é discutido com o produtor de leite para esclarecer as dúvidas que suscitem, rever as recomendações e discutir as oportunidades de implementação.

A análise e diagnóstico dos consumos de energia na exploração leiteira, podem no entanto ser feitas pelo próprio produtor, podendo utilizar ferramentas que estão disponíveis, nomeadamente aquela que é desenvolvida por este projeto que pode ser pesquisada em: [www.milkee.pt](http://www.milkee.pt)





## 1.2. Principais medidas de eficiência energética

### 1.2.1. Eficiência energética dos sistemas de arrefecimento

Os compressores, com o uso e o tempo, perdem eficiência. Além disso, a tecnologia está constantemente a melhorar e os sistemas de compressão tornam-se mais eficientes. Compressores tipo “scroll” são os mais eficientes para pequenas e médias explorações. Aumentar a eficiência de um compressor também aumenta a vida útil do equipamento. Devem ser utilizados compressores que sejam controlados digitalmente e permitam modular a capacidade, de modo a que o sistema de refrigeração possa igualar a capacidade de carga desejada. Um especialista em refrigeração pode ajudar a determinar qual tipo de compressor mais eficiente para sua exploração.

### 1.2.2. Bombas de vácuo para sistemas de ordenha (variadores de velocidade)

Em muitas explorações, as bombas de vácuo e de leite operam a velocidade constante. A utilização de variadores de velocidade nas bombas de vácuo permite poupanças, cujo montante difere de acordo com as fontes consultadas (entre 40-65%). Poupanças adicionais podem ser alcançadas com o correto dimensionamento dos equipamentos. O variador de velocidade utiliza um sensor na linha de vácuo para detetar as variações de vácuo e, em seguida, ajusta a velocidade do motor da bomba para corresponder à necessidade de vácuo. Este processo reduz o consumo de energia. Além disso, diminui o desgaste do motor e os níveis de ruído são menores durante a ordenha, criando melhores condições para quem trabalhe no processo. Um variador de velocidade pode controlar até dois motores ao mesmo tempo e pode trabalhar com alimentação monofásica ou trifásica.

### 1.2.3. Ventilação

O aumento da temperatura e humidade em áreas confinadas pode afetar a saúde de animais e dos tratadores. Uma ventilação inadequada das instalações tem implicações na produção de leite, por não permitir que seja mantida a temperatura adequada dentro do estábulo. A maioria dos sistemas de ventilação depende dos exaustores para remover o excesso de humidade. Um bom sistema de ventilação deve permitir quatro renovações completas do ar da vacaria por hora. Entradas de ar adequadamente dimensionadas e localizadas são necessárias para um sistema eficaz e eficiente. Os diferentes ventiladores diferem significativamente no volume de ar que renovam por unidade de tempo e na eficiência energética. Ao atualizar ou substituir ventiladores existentes use ventiladores mais eficientes e equipados com variação eletrónica de

velocidade, de modo a controlar a ventilação em função da temperatura registada, otimizando o consumo energético.

#### **1.2.4. Correção do fator de potência para diminuir o consumo de energia reativa (explorações que possuem contratos em Baixa Tensão Especial (BTE) ou Média Tensão (MT))**

Enquanto a energia ativa é necessária para produzir trabalho, por exemplo, a rotação do eixo do motor, a reativa é essencial para produzir o fluxo magnético indispensável ao funcionamento dos motores, transformadores, iluminação fluorescente, etc.. Ou seja, fisicamente esta energia não produz trabalho mas “ocupa espaço” que poderia ser ocupado por energia ativa, aumentando as perdas nas redes de distribuição e nas instalações de utilização. A energia reativa é parte integrante da fatura de energia elétrica das empresas, constituindo um encargo financeiro considerável. O valor referente ao consumo de energia reativa pode, no entanto, ser eliminado da fatura através da instalação de um sistema de correção do fator de potência, que consiste em anular o consumo de energia reativa da rede através da sua produção por baterias de condensadores instaladas nas infraestruturas. A redução da energia reativa promove o bom funcionamento energético das instalações, maximizando o rendimento da potência instalada. Estes sistemas deverão ser dimensionados para cada instalação em específico, dependendo do seu perfil de consumos, sendo que, normalmente, o investimento num sistema deste tipo pode ser recuperado em poucos meses através da poupança em energia reativa.

#### **1.2.5. Iluminação**

Atualmente as lâmpadas mais eficientes disponíveis no mercado usam tecnologia LED. Este tipo de lâmpadas pode substituir praticamente todos os tipos de iluminação convencional existente, sendo já a opção de muitos consumidores domésticos e empresariais, acontecendo também nas explorações leiteiras. As lâmpadas LED proporcionam economias muitas vezes superiores a 50%, comparativamente com as lâmpadas fluorescentes, permitindo um melhor rendimento luminoso (melhor relação luz emitida por Watt consumido) e maior tempo de vida, na ordem das 30000 a 50000 horas. Mantendo a opção por lâmpadas fluorescentes, deve optar-se por lâmpadas T5, que são mais eficientes que as lâmpadas T8 e usam balastros eletrónicos, o que proporciona uma economia adicional devido à eliminação das perdas dos balastros ferromagnéticos (na ordem dos 20% da potência da lâmpada). Ao considerar qualquer opção de iluminação para a vacaria, verifique se as luminárias e lâmpadas são apropriadas para a iluminação que pretende e para o local onde serão instaladas





### 1.2.6. Ferramentas de gestão de energia

A instalação de equipamentos de monitorização de consumos de energia podem ajudar a reduzir a fatura de energia. Permitem ficar a conhecer exatamente o consumo por equipamento ou processo e o momento em que ocorre. Estes equipamentos medem e registam os consumos dando a possibilidade de saber de forma exata como é utilizada a energia e identificar por equipamento ou processo quanto é consumido e quando. Há a possibilidade de monitorizar o seu histórico de consumos e estabelecer comparações com períodos homólogos e fazer análises diárias, semanais ou mensais, de forma a perceber se está a ter um consumo mais eficiente. Esta informação deve ser comparada em simultâneo com os dados da produção, de modo a obter um indicador de consumo energético/litro de leite produzido.

### 1.2.7. Permutador de calor (placas de arrefecimento)

O leite recém-ordenhado está à temperatura de cerca de 37°C, flui para a unidade receptora de leite onde depois é bombeado para o tanque de refrigeração. Os compressores arrefecem o leite para cerca de 3°C a 4°C no interior do tanque. O permutador de calor consiste num conjunto de placas de aço inoxidável (ou outro tipo de tecnologia) instaladas no circuito do leite entre a ordenha e o tanque. A água passa pelo permutador numa direção e absorve o calor do leite quente bombeado através do permutador na direção oposta permitindo baixar a temperatura do leite para cerca de 24°C ou menos. Assim, é possível reduzir o esforço do compressor de frio no arrefecimento do leite, reduzindo o consumo de energia em 30% a 50% neste processo, ao mesmo tempo que possibilita o aquecimento da água, que pode ser utilizada nos vários processos.

### 1.2.8. Recuperação de Calor do Compressor

Ao arrefecer o leite num tanque, os compressores são usados para remover o calor do leite. O calor removido geralmente é libertado para o ar pelos ventiladores do condensador. Ao instalar uma unidade de recuperação de calor do compressor, esse calor desperdiçado pode ser reutilizado para aquecer água para utilizações diversas como banhos e lavagens de equipamentos. Uma unidade de recuperação de calor do compressor pode elevar a temperatura da água até 43°C. Como a água que entra é pré-aquecida, o aquecedor de água utiliza menos energia e provavelmente terá uma vida útil maior por trabalhar menos para aquecer a mesma quantidade de água. Além disso, essas unidades podem ajudar a melhorar o desempenho do compressor. Uma unidade de recuperação de calor do compressor pode ser uma das compras mais rentáveis que um produtor de leite pode fazer.



## 1.3. Energia Renovável

É recomendável que antes da decisão de instalar uma tecnologia para produção de energia renovável para autoconsumo numa exploração agrícola, as operações atuais sejam tão eficientes quanto possível. Quando uma exploração tenha implementado todas as medidas de eficiência, os projetos de energia renovável devem ser equacionados e podem fazer sentido. Nestes casos a energia autoproduzida deixará de ser comprada ao fornecedor de eletricidade, reduzindo os custos. Um sistema fotovoltaico para autoconsumo deverá ser devidamente dimensionado em função do perfil de consumo da instalação, para evitar que se produza mais energia que aquela que é efetivamente consumida.





## **2. EFICIÊNCIA HÍDRICA NAS EXPLORAÇÕES LEITEIRAS**

## 2.1. Principais usos de água numa exploração leiteira

- Água para abeberamento dos animais
- Água para irrigação das culturas forrageiras
- Lavagem das instalações de ordenha e do tanque de armazenamento
- Água para usos gerais

## 2.2. Principais origens da água utilizada nas explorações leiteiras

- Captação de água subterrânea
- Água fornecida pelas empresas de abastecimento
- Água superficial
- Captação de água da chuva
- Reutilização da água

## 2.3. Principais pontos para uma verificação rápida do consumo de água

### 2.3.1. Instalação de contadores de água

É muito importante que os produtores de leite conheçam o seu consumo de água e para isso é necessária a instalação de contadores que permitam registar a sua utilização.

### 2.3.2. Verificar fugas

As fugas podem duplicar os seus custos – pagará pela água desperdiçada da sua rede de abastecimento, mas se esta água chegar ao seu sistema de armazenamento de chorume ou de águas residuais, terá também o custo adicional na capacidade de armazenamento necessária e na sua eliminação.

PERDAS DE ÁGUA EM LITROS POR MINUTO	
Uma gota por segundo	Menos de 0,003
Um gotejar que se torna num fluxo	0,063
Um fluxo de 15 mm de largura	0,222
Um fluxo de 3 mm de largura	0,684
Um fluxo de 6 mm de largura	2,430

Adaptado de: Effective use of water in dairy farms, mdc





### 2.3.3. Passos chave na deteção de fugas

- Desenhar um mapa do abastecimento de água na sua exploração
- Ler e anotar as leituras do contador de água
- Verifique o seu contador numa altura de pouca ou nenhuma utilização
- Isolar secções do seu abastecimento
- Percorrer a sua rede de abastecimento de água
- Contacte a empresa de água local
- Contrate uma empresa especializada na deteção de fugas
- Registar a utilização de água

### 2.3.4. Reutilização da água

Verificar se a reutilização da água é feita de forma eficiente e que não vai transbordar num bebedouro ou num depósito.

A reutilização de água permite uma dupla poupança, o custo para obter água e o custo com o efluente.

#### REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PERMUTADOR DE PLACAS PARA PRÉ-ARREFECIMENTO DO LEITE

O arrefecimento prévio do leite com água fria destina-se a reduzir significativamente os custos de arrefecimento do leite. No entanto, se a água que passou pelo permutador não for reutilizada, então parte do que é poupado em energia pode ser perdido pelo aumento dos custos com a água e com o efluente. Se a água do permutador de calor puder ser reutilizada no abastecimento do reservatório de água quente, isso permite poupar energia (além de poupar água). Para atingir o arrefecimento ideal do leite, uma proporção de 2:1 de água para leite é geralmente recomendada. Isto gera um volume significativo de água para usar todos os dias (duas vezes o volume do seu tanque). Garanta sempre que toda a água do permutador seja eficientemente reutilizada. Se esta água for drenada para o sistema de efluentes, o custo de eliminação pode ser igual ao custo de aquisição de água da rede. Isto é importante mesmo quando a água é muito barata, por exemplo, de um furo ou outra captação.

### 2.3.5. Utilização correta das mangueiras

Este aspeto pode ter um grande impacto nos custos com a água. Uma simples torneira de gatilho na extremidade de uma mangueira economizará água. As evidências sugerem uma relação baixa entre a limpeza da sala de ordenha e a quantidade de água utilizada.



### 2.3.6. Armazenamento da água dos telhados

A recolha de água da chuva em telhados ou outras áreas limpas pode contribuir significativamente para o abastecimento de água.

Áreas mais chuvosas ou grandes áreas de captação têm obviamente maior potencial. Pequenos volumes podem contribuir para a lavagens que requerem apenas uma filtragem mínima, mas se armazenar volumes maiores e pretender usá-la para abeberamento é necessário filtrar/tratar essa água para evitar potenciais contaminações. O armazenamento de água pode ter um custo significativo. Se dispuser ou puder adquirir capacidade de armazenamento de água a baixo custo, então a economia da recolha da água de telhado poderá ser muito mais interessante.

#### PRINCIPAIS PASSOS A TOMAR SE CONSIDERARMOS A RECOLHA DE ÁGUA DO TELHADO

- Utilize os dados locais sobre a precipitação pluviométrica
- Calcule as áreas de telhados disponíveis para a recolha
- Considere o período de retorno do investimento que entenda ser aceitável
- Calcule o montante que pode investir para atingir o seu objetivo de retorno
- Calcule a dimensão do seu depósito de armazenamento e o custo do projeto

A recolha de água de uma telhado único com uma área significativa é normalmente mais fácil e barata do que a recolha de múltiplos telhados de pequenas áreas e que potencialmente o armazenamento de água é um custo significativo.

#### VOLUMES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Volumes potenciais anuais de recolha (m<sup>3</sup>) após dedução dos fatores de drenagem e de filtragem

Área de recolha (m <sup>2</sup> )	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM)										
	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
250	101	122	142	162	182	203	223	243	263	284	304
500	203	243	284	324	365	405	446	486	527	567	608
750	304	365	425	486	547	608	668	729	790	851	911
1000	405	486	567	648	729	810	891	972	1053	1134	1215
1250	506	608	709	810	911	1013	1114	1215	1316	1418	1519
1500	608	729	851	972	1094	1215	1337	1458	1580	1701	1823
2000	810	972	1134	1296	1458	1620	1782	1944	2106	2268	2430
2500	1013	1215	1418	1620	1823	2025	2228	2430	2633	2835	3038
3000	1215	1458	1701	1944	2187	2430	2673	2916	3159	3402	3645
3500	1418	1701	1985	2268	2552	2835	3119	3402	3686	3969	4253
4000	1620	1944	2268	2592	2916	3240	3564	3888	4212	4536	4860
4500	1823	2187	2552	2916	3281	3645	4010	4374	4739	5103	5468
5000	2025	2430	2835	3240	3645	4050	4455	4860	5265	5670	6075

Adaptado de: Effective use of water in dairy farms. mdc Fator de drenagem =0.9, Fator Filtragem =0.9





## FATOR DE DRENAGEM

TIPO DE TELHADO	FATOR DE DRENAGEM
Telhado inclinado - telhas ou chapas onduladas de fibrocimento (típico da maioria dos edifícios agrícolas)	0,75 - 0,9

## FATOR DE FILTRAGEM

A quantidade de água captada depende também da eficiência da filtração, se esta for utilizada. Se for incorporado um sistema de filtração, a maioria dos fabricantes recomenda que se utilize um factor de 90% do potencial de entrada. Isto significa que um fator de eficiência do filtro de 0,9 também é incluído no cálculo.

## > Precipitação total (mm)

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS						
Ano	Viana do Castelo	Bragança	Porto	Castelo Branco	Lisboa	Beja
2000	1 888,0	1 004,7	1 549,1	899,5	794,7	696,6
2001	1 860,3	1 015,7	1 484,5	869,9	757,3	669,6
2002	1 554,2	1 013,6	1 588,0	920,3	809,2	572,5
2003	1 579,0	895,6	1 417,3	951,8	871,8	585,8
2004	933,4	500,1	939,0	495,2	552,6	316,5
2005	924,2	436,9	608,7	507,9	448,2	339,1
2006	1 412,3	932,3	1 180,8	1 128,7	963,6	587,1
2007	786,1	568,7	636,8	527,7	529,0	346,1
2008	1 085,6	542,2	998,5	614,5	821,0	466,7
2009	1 491,2	713,5	1 152,8	703,6	987,3	489,4
2010	1 447,3	1 192,0	1 172,4	1 141,2	1 598,0	816,5
2011	1 181,4	721,0	935,3	758,0	1 045,4	656,8
2012	966,5	460,0	865,5	601,5	862,4	572,4
2013	1 485,3	846,9	741,9	881,8	805,8	433,1
2014	1 688,6	930,7	1 706,8	917,4	1 161,9	703,6
2015	1 139,5	593,8	994,0	471,0	469,6	415,0
2016	1 416,8	971,0	1 529,1	840,5	894,8	728,0
2017	837,8	555,0	816,7	419,5	505,1	434,4
2018	1 411,2	922,6	1 014,0	795,0	767,1	589,8

Adaptado de: PORDATA (utilizando dados do IPMA)



## 2.4. Auditoria ao consumo de água numa exploração leiteira

Uma auditoria ao consumo de água é uma forma de identificar onde, quando e quanta água é utilizada. Um plano de ação ajuda a identificar onde pode reduzir a quantidade de água utilizada. Para realizar a auditoria e desenvolver um plano de gestão da água é necessário seguir cinco passos simples (uma investigação mais detalhada pode ser necessária em algumas explorações):

Passo 1: Identificar a quantidade total de água que está a utilizar e qual o custo

Passo 2: Fazer um inventário da água que utiliza

Passo 3: Calcular quanta água deve utilizar

Passo 4: Identificar e comparar o esforço de eficiência de uso da água para reduzir a quantidade de água consumida

Passo 5: criar, implementar e rever o plano de ação

### A INFORMAÇÃO QUE DEVERÁ TER DISPONÍVEL PARA PREPARAR A AUDITORIA

Um mapa da sua exploração, com a indicação dos pontos de abastecimento da água, as saídas e as principais utilizações.

O efetivo médio durante o período da auditoria.

Os principais processos/equipamentos onde a água é utilizada e a quantidade utilizada, bem como o tempo médio diário de utilização.

Ter as faturas de água ou leituras de contadores durante pelo menos 12 meses, ou no caso das captações, ter informação que permita calcular a quantidade de água captada e o custo, preferencialmente instalar contadores de água, na rede geral e nos principais consumidores.





### **3. GESTÃO E VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DO EFLUENTE**

Aborda as boas práticas mais importantes a atender na gestão e valorização de efluentes líquidos (chorumes) com origem em unidades agropecuárias de leite para a redução dos efeitos ambientais (em particular a emissão de gases nocivos) e para a eficiente valorização deste recurso por culturas agrícolas.

A partir dos chorumes originam-se uma série de gases com efeitos ambientais negativos, sendo os mais importantes o amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Estes gases são originados no interior dos estábulos, durante o armazenamento e a partir de solos onde foi aplicado o efluente. Nos solos fertilizados com chorume pode ainda ocorrer a lixiviação de nitratos nas águas drenadas, com a consequente contaminação das águas subterrâneas e superficiais com este composto. Estes efeitos podem ser minimizados com a adoção de medidas nas diferentes etapas de gestão dos chorumes. Para a obtenção dos melhores resultados ao nível global das unidades agropecuárias, as medidas de gestão e valorização de chorumes devem ser empregues de forma integrada e articulada com o sistema produtivo. As boas práticas de gestão do efluente no interior dos estábulos têm um forte impacto sobre a saúde e a longevidade dos animais e, assim, indiretamente nas taxas de substituição e percentagem de efetivo de substituição. Maior longevidade das vacas é, portanto, sinónimo de menor excreção de dejetos por litro de leite e menor impacte ambiental.

A redução das perdas (especialmente de azoto) origina chorume com melhor concentração de nutrientes e permite que a sua utilização agrícola como fertilizante apresente maior rentabilidade económica e poupanças adicionais pela redução da necessidade de adubos minerais.

## 3.1. Boas práticas na gestão dos efluentes no interior dos estábulos

### 3.1.1. Arquitetura das instalações

A conceção e construção do estábulo deve ter como orientação geral a redução da superfície exposta ao ar que esteja suja com os dejetos animais. Aspetos como a adequação do comprimento dos cubículos à dimensão dos animais, localização e largura de áreas de passagem e comunicação entre corredores, devem ser pensadas para evitar a acumulação de dejetos por longos períodos. Espaços demasiadamente pequenos levam ao aumento da agressividade entre animais e à excessiva acumulação de dejetos com prejuízo à saúde animal. As áreas de passagem e de comunicação entre corredores, quando em pavimento sólido, devem possuir uma inclinação de 1,5-3,0 % para um dos corredores ou, então, serem de pavimento em vigotas para evitar a acumulação de dejetos.





### 3.1.2. Tipo de pavimento e sistemas de remoção dos dejetos animais

Os pavimentos contínuos em betão são preferíveis aos pavimentos em vigotas, estes últimos com armazenamento do chorume por baixo do pavimento. O armazenamento do chorume por baixo do ripado, está associado à redução da qualidade do ar dentro do estábulo pela acumulação de amoníaco e de dióxido de carbono.

- O pavimento contínuo deve possuir uma inclinação entre 1,5 e 3,0% no sentido do comprimento do estábulo ou dos corredores para facilitar o escoamento rápido da urina e a fácil remoção das fezes.
- Para evitar que o pavimento seja escorregadio para os animais devem ser colocados sulcos paralelos no sentido do deslocamento predominante dos animais com 10 mm de largura e 6 a 10 mm de profundidade, separados entre si cerca de 40 mm. O acabamento do pavimento deve ser áspero para proporcionar uma boa tração aos animais. Existem acabamentos em borracha que proporcionam boa tração e que simultaneamente permitem uma boa limpeza/remoção do chorume com baixa emissão de amoníaco. Alguns pavimentos foram concebidos com a finalidade de reduzirem as emissões de amoníaco e proporcionarem boas condições de locomoção aos animais (Figura 1).



Figura 1. Pavimento contínuo com sulcos para boa aderência dos animais e de baixa emissão de amoníaco.

- Os rodos de limpeza do pavimento devem ter configuração que garanta a proteção dos animais e efetuem um arrastamento eficiente dos dejetos. O arrastamento de chorume pelos rodos não deve ter comprimento superior a 25 m para evitar a acumulação de grandes quantidades de chorume em frente do rodo e o seu contacto com as patas dos animais. Esse contacto está associado ao agravamento dos problemas de “manqueiras” nas vacas. Quando o comprimento do estábulo seja muito extenso, devem ser construídas zonas de esgoto do chorume a cada 25 m.
- O pavimento da vacaria deve estar sujeito a planos de manutenção e reparação com intervalo máximo de um ano.

## 3.2. Boas práticas no armazenamento dos chorumes

### 3.2.1. Tipo de estrutura de armazenamento

O armazenamento de chorumes deve estar localizado no exterior do estábulo e pode ser efetuado em lagoas revestidas, sacos de chorume “membrane slurry bags”, em tanques metálicos pré-fabricados e em fossas de betão, com custos crescentes pela ordem apresentada. As estruturas de armazenamento devem respeitar as normas regulamentares definidas pela Portaria 631 (2009), nomeadamente quanto ao período de armazenamento mínimo, necessidade de armazenamento de águas de precipitação, estanquidade da estrutura e distâncias a respeitar a cursos de água. A construção de uma estrutura de armazenamento de chorume está sujeita à aprovação prévia de um projeto de licenciamento.

### 3.2.2. Dimensionamento

O dimensionamento da estrutura é um fator crucial relativamente à gestão e valorização do efluente. Embora a legislação refira que o volume de armazenamento deve ser calculado para o período mínimo de 4 meses, o produtor de leite deve prever o volume necessário para garantir a correta valorização do efluente pelas culturas agrícolas praticadas na exploração ou para um outro destino dado ao efluente, não sendo recomendável que se construa uma estrutura de armazenamento com capacidade inferior a 6 meses. Para o cálculo do volume da fossa deve ser utilizado o número de animais presente na exploração e a produção diária de efluente por animal usando os valores de referência oficiais constantes, por exemplo, no Anexo V da Portaria 259 de 2012. É necessário tomar em consideração a totalidade de líquidos que serão conduzidos para a fossa de armazenamento. Deve evitar-se a entrada de água de precipitação para não ocorrer a diluição do efluente e o conseqüente aumento de custos de armazenamento e distribuição.





- Os efluentes de silagens podem ser conduzidos para a fossa do chorume embora esta prática possa aumentar a emissão de gases com odores nocivos ou mesmo com riscos para os animais e seres vivos, situação que assume particular relevância se a fossa se localizar no interior do estábulo, por exemplo por baixo do pavimento em vigotas. A adição dos efluentes de silagens ao chorume ou a aplicação de gesso à cama dos animais ou de outros produtos contendo sulfato de cálcio, pode produzir elevadas quantidades de sulfureto de hidrogénio ( $H_2S$ ), gás com um característico cheiro a “ovo podre”, o qual pode causar sufocação em ambientes mal arejados.
- Para a redução das emissões de metano e de amoníaco durante o armazenamento é aconselhável que se deixe formar uma crosta à superfície do chorume armazenado, evitando-se a sua agitação. Outras soluções, para a redução das emissões de amoníaco, incluem o aumento da relação altura: largura da fossa (menor superfície exposta ao ar) e a instalação de lâminas de polietileno numa estrutura flutuante ou a distribuição à superfície de uma camada de palha triturada. A formação de crosta natural ou a adição da camada de palha devem ser eliminadas por agitação intensa antes do descarregamento da fossa para se evitarem problemas na distribuição do chorume.

## 3.3. Boas práticas na aplicação aos solos e valorização agronómica

### 3.3.1. Doses de aplicação

As doses de chorume a aplicar devem respeitar os princípios de fertilização racional das culturas. Além dos limites estabelecidos na legislação, devem atender-se às necessidades das culturas em nutrientes, em função do potencial de produção esperado, as práticas anteriores de fertilização ocorridas na parcela e aos resultados das análises de solo. Quanto às práticas de fertilização ocorridas na parcela deve ter-se em especial atenção as aplicações anteriores de chorumes e de corretivos orgânicos de forma a atender aos efeitos residuais ainda existentes. Para o cálculo dos volumes a aplicar é importante conhecer a composição do efluente que se vai utilizar, pelo que deve proceder-se à sua análise regular.

### 3.3.2. Separação da fração sólida e líquida do chorume

A utilização de meios mecânicos para a separação do chorume em duas frações – líquida (FL) e sólida (FS) – apresenta várias vantagens na gestão deste efluente. Por um lado, em explorações com excesso de chorume, pode permitir a exportação de nutrientes



e matéria orgânica através da fração sólida, menos rica em água e com os nutrientes mais concentrados (Quadro 1), por isso mais viável de ser transportada a maiores distâncias; por outro lado, quando aplicadas ao solo, as duas frações possuem características distintas quanto ao seu comportamento na disponibilização dos nutrientes para as plantas, facto que pode conduzir à sua utilização em épocas distintas e abranger estratégias de proteção ambiental. A FL apresenta o azoto e outros nutrientes em formas mais solúveis, menor razão C:N e menor concentração de fósforo, tornando a sua aplicação mais conveniente quando as culturas necessitam rapidamente dos nutrientes para absorção (Primavera e Verão). Pelo contrário, a fração sólida, disponibiliza os nutrientes de forma mais gradual e apresenta vantagens em ser aplicada quando as culturas apresentam condições de crescimento lento, por exemplo no período de Outono-Inverno.

- Adicionalmente, a fração líquida apresenta um melhor equilíbrio entre a concentração de N e P, possibilitando a distribuição de maiores volumes de efluente às culturas até que se atinjam as suas necessidades em um daqueles dois nutrientes, como definido nas regras de valorização de chorume como fertilizante das culturas.
- A fração sólida do chorume representa cerca de 20% do volume do chorume inicial, pelo que, a sua separação antes ou durante o armazenamento, permite indiretamente um acréscimo equivalente na capacidade de armazenamento.

**Quadro 1. Algumas características químicas de chorume de bovinos leiteiros e das suas frações líquida e sólida obtidas por separação mecânica (valores médios obtidos em ensaios conduzidos na UTAD por kg de efluente)**

	CHORUME	FRAÇÃO SÓLIDA	FRAÇÃO LÍQUIDA
N total (g kg <sup>-1</sup> )*	4,00	4,86	3,75
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	1,22	1,01	1,27
P total (g kg <sup>-1</sup> )	0,40	0,58	0,34
Razão C:N	7	17	3
Razão N:P	10,0	8,4	11,0
Matéria seca (g kg <sup>-1</sup> )	86,0	248,1	43,3

\*por kg de efluente fresco

### 3.3.3. Técnicas de distribuição/aplicação com baixa emissão de amoníaco

A aplicação de chorumes bovinos à superfície do solo utilizando o prato aspersor das cisternas é acompanhada por perdas importantes de azoto por volatilização de amoníaco. Há muito estão disponíveis técnicas de distribuição designadas de “baixa emissão” que permitem redução muito significativa dessas perdas, incluindo equipamento de aplicação do chorume à superfície “em bandas” ou “injetado” a diferentes profundidades em solos com ou sem culturas instaladas (Figura 2). Sem acesso a esses equipamentos, a simples



inversão do prato aspersor de forma a dirigir o leque de chorume diretamente para o solo e/ou a incorporação do chorume em solos não cultivados, por gradagem ou escarificação, permitem reduções muito importantes das perdas por volatilização e a redução de odores nocivos. Uma técnica alternativa a estes meios mecânicos de distribuição de baixa emissão é a acidificação do chorume para valores de pH entre 5,5 a 6,5 antes da sua aplicação ao solo, recorrendo a cisternas específicas para essa finalidade ou a equipamentos que doseiam e monitorizam a acidificação do chorume nas fossas de armazenamento.

### 3.3.4. Adição aos chorumes de inibidores da nitrificação

O azoto presente nos chorumes bovinos encontra-se parte na forma orgânica (em geral 50 a 80 % do total de N) e parte na forma amoniacal. Aquando da aplicação ao solo de chorumes ou da sua fração líquida separada, a adição de inibidores da nitrificação atrasa a transformação do azoto amoniacal em azoto nítrico e, dessa forma, podem minimizar-se as possíveis perdas de nitratos por lixiviação e por desnitrificação. Estas perdas de N são mais frequentes no período de maior precipitação (do Outono à Primavera), sendo a aplicação de inibidores da nitrificação no chorume uma estratégia vantajosa para o aumento da eficiência de utilização do N do efluente e para a redução de impactes ambientais. Os inibidores da nitrificação mais bem estudados são a dicianidamida (DCD) e o dimetilpirazol fosfato (DMPP). Ao contrário do que acontece em outros países europeus, em Portugal não é conhecida a sua comercialização em formulações que contenham unicamente estas substâncias ativas.

CRÉDITO DA IMAGEM: SLURRYKAT



**Figura 2. Equipamentos de distribuição de chorume por técnicas de “baixa emissão”: aplicação em bandas (esquerda) e por injeção direta (direita). Estas técnicas permitem reduzir as emissões de  $\text{NH}_3$  a valores muito reduzidos (injeção) ou a valores de cerca de metade (bandas), comparativamente à utilização do prato aspersor convencional.**



Organizações Parceiras:



**utad**

**agros**  
DE COOP. PROD.  
UNIÃO DE COOPERATIVAS



**LACTICCOOP**

**PROLEITE**   
coop. agrícola prod. de leite c.r.l.

Cofinanciado:

**PDR 2020** PROGRAMA DE  
DESENVOLVIMENTO  
RURAL 2014-2020

**PORTUGAL 2020**

 **UNIÃO EUROPEIA**  
Fundo Europeu Agrícola  
de Desenvolvimento Rural  
A Europa Investe nas Zonas Rurais