

Desenvolvimento de ferramenta de diagnóstico e *benchmarking* aplicada a explorações intensivas de leite

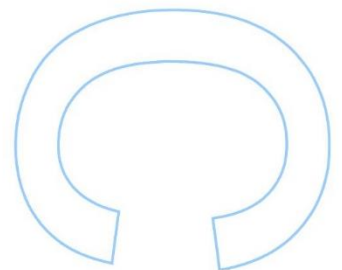
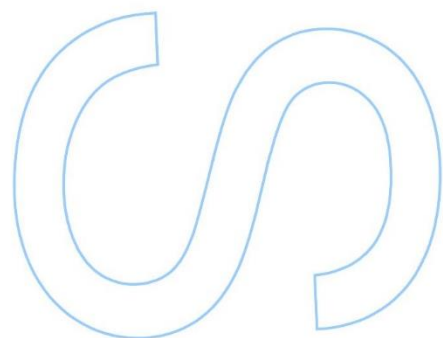
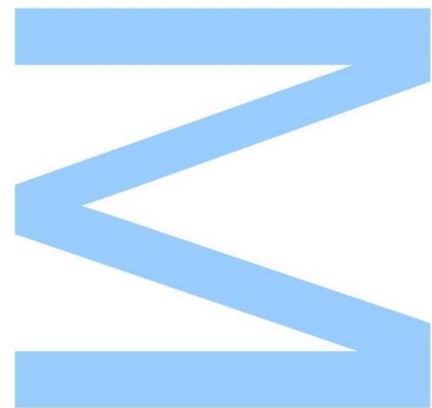
Pedro Filipe Lima de Miranda

Mestrado de Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2020

Orientador

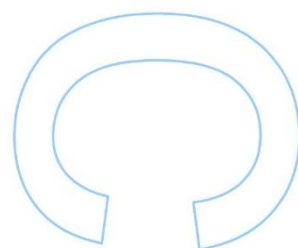
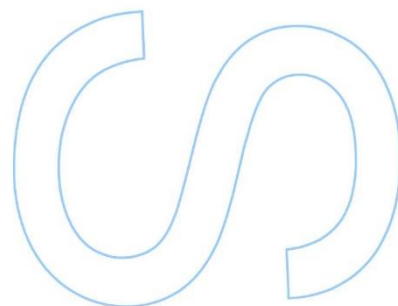
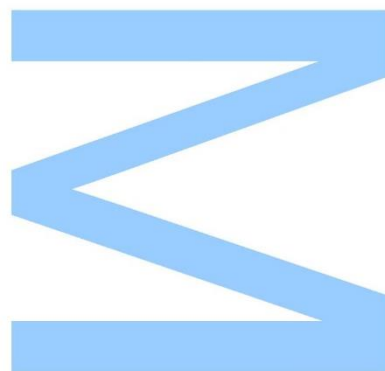
Albano Beja Pereira, Professor Auxiliar, FCUP



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____ / ____ / ____



Agradecimentos

Ao Instituto de Soldadura e Qualidade no qual tive o prazer de desenvolver o projeto milKEE e alargar os meus conhecimentos sobretudo no que à eficiência energética diz respeito. Tive a oportunidade de aprender com uma vasta equipa altamente qualificada e multidisciplinar, o que se tornou numa experiência de extrema importância para o meu crescimento profissional.

Quero agradecer à CONFAGRI – Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal, o promotor do projeto, entidade com a qual tive a oportunidade de discutir e ouvir diferentes abordagens sobre a agricultura em Portugal.

À AGROS, LACTICOOP e PROLEITE que demonstraram o seu total apoio a este projeto desde o início e sem os quais não seria possível realizar os casos piloto e melhorar continuamente os desenvolvimentos.

À UTAD, na pessoa do Professor Henrique Trindade, com quem tive a oportunidade de aprender imenso sobre a produção de leite, nomeadamente na gestão de efluentes e balanço de nutrientes.

Agradeço ao Professor Doutor Albano Beja Pereira pela orientação neste trabalho e por todos os conhecimentos e contributos transmitidos.

A todos os produtores intensivos de leite, desde os donos das explorações que tive o privilégio de visitar até a todos os presentes nos três workshops sobre a aplicação desenvolvida que tive o prazer de efetuar. Foi uma aprendizagem constante com quem efetivamente está no terreno e que sente as dificuldades para se manter competitivo e poder subsistir de uma atividade que tem sido tão amplamente criticada pela opinião pública, muitas vezes sem o conhecimento suficientemente necessário para tal e sem a plena noção sobre as imposições legais e ambientais a que estes estão sujeitos.

Um especial agradecimento a todos os meus colegas de curso que sempre estiveram presentes para me ajudar no que fosse necessário.

Termino agradecendo à minha família que são o meu pilar e que sem eles esta minha investida no mundo das ciências agrárias não teria sido possível.

Resumo

Esta tese surge no âmbito do projeto milkEE - Promoção da utilização eficiente de recursos e bioeconomia das explorações leiteiras, enquadrado no PDR2020 na Operação: 20.2.4 - Assistência técnica RRN - Área 4 (Observação da agricultura e dos territórios rurais) / Aviso: PDR2020-2024-003 que teve início em dezembro de 2018 e duração de um ano. O projeto visava promover a eficiência na utilização dos recursos em explorações intensivas de leite suportado nos objetivos da estratégia da bio economia circular e foi liderado pela CONFAGRI – Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal e copromovido pelo ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade, UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, AGROS – União de Cooperativas de Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes, LACTICOOP – União de Cooperativas de Produtores de Leite de Entre Douro e Mondego e PROLEITE - Cooperativa Agrícola de Produtores de Leite.

O trabalho tinha por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão dos produtores intensivos de leite, contemplando os consumos energéticos e hídricos, bem como as estratégias de valorização de chorume, com vista à redução dos custos com os fatores de produção, promovendo assim uma maior eficiência no uso de recursos. Esta ferramenta, permitia ainda, comparar (*benchmarking*) os custos de produção relacionados com a energia e a água entre diferentes produtores com distintos equipamentos de eficiência energética e várias tipologias de ordenha. Esta comparação, dos diferentes estados de maturidade em relação à eficiência no uso de recursos, pretende estimular a adoção de melhores práticas pelos produtores com menor classificação, bem como permite a obtenção de um perfil evolutivo da eficiência dos produtores de leite nacionais.

O trabalho iniciou-se com a seleção de três casos de estudo que serviram de base às auditorias energéticas, hídricas e de valorização do chorume. Para a seleção destes casos procedeu-se à elaboração de um questionário que foi enviado para as três cooperativas o qual foi solicitado que preenchessem com as informações de 50 dos seus produtores. Estes questionários foram tratados com base na tipologia de ordenha, no efetivo, nos consumos e na produção de leite, tendo por isso sido selecionadas três explorações com as categorias de pequena, média e de grande dimensão. As três explorações foram alvo de auditorias energéticas, hídricas e da utilização do chorume cujos resultados serviram de base para o desenvolvimento da ferramenta de diagnóstico e *benchmarking*. Esta ferramenta foi desenvolvida utilizando o *framework wordpress* que é de acesso aberto e sem custos. A ferramenta foi sendo otimizada com os contributos dos técnicos das cooperativas agrícolas, estando disponível online através da página www.milkee.pt.

Palavras-chave: Produção intensiva de leite; Eficiência energética; Eficiência hídrica; Valorização de chorume; *Benchmarking*; milkEE

Abstract

This thesis appears in the scope of the milkEE project - Promotion of the efficient use of resources and bioeconomics of dairy farms, framed in PDR2020 in Operation: 20.2.4 - RRN technical assistance - Area 4 (Observation of agriculture and rural territories) / Notice: PDR2020 -2024-003 that started in December 2018 and lasts for one year. The project aims to promote efficiency in the use of resources in intensive milk farms supported by the objectives of the circular bioeconomics strategy and was led by CONFAGRI - National Confederation of Agricultural Cooperatives and Agricultural Credit of Portugal and co-promoted by ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade , UTAD - University of Trás-os-Montes and Alto Douro, AGROS - Union of Cooperatives of Entre Douro and Minho and Trás-os-Montes, LACTICOOP - Union of Cooperatives of Milk Producers of Entre Douro and Mondego and PROLEITE - Cooperativa Agrícola of Milk Producers.

The objective of the work is to develop a tool to support the decision of intensive milk producers that includes energy and water consumption, as well as strategies for the valorisation of manure, with a view to reducing costs with production factors, thus promoting greater efficiency in the use of resources. The tool also intends to compare (benchmarking) the production costs related to energy and water between different producers with different energy efficiency equipment and different types of milking. This comparison of the different states of maturity in relation to the efficiency in the use of resources is intended to encourage the adoption of best practices by the producers with the lowest rating and also allows to obtain a profile on the evolution of the efficiency of national milk producers.

The work began with the selection of three case studies that served as the basis for energy, water and manure valuation audits. For the selection of these cases, a questionnaire was elaborated and sent to the three cooperatives which were asked to fill in the information of 50 of their producers. These questionnaires were treated based on the type of milking machine, the herd, consumption and milk production, and three farms were selected with the category of small medium and large. The three farms were subject to energy, water and leachate audits, the results of which served as the basis for the development of the diagnostic and benchmark tool. This tool was developed using the wordpress framework which is open access and free of charge. The tool was being optimized with the contributions of technicians from agricultural cooperatives. This tool is available online at www.milkee.pt.

Keywords: Intensive milk production; Energy efficiency; Water efficiency; Slurry valorisation; Benchmarking; milkEE

Índice

1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	3
2.1. Benchmarking – Definição, vantagens e constrangimentos	3
2.2. Ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações de leite.....	5
2.3. Principais equipamentos utilizados na produção intensiva de leite	7
2.4. Estratégias de valorização do chorume e balanço de nutrientes	11
3. Material e Métodos.....	11
3.1. Elaboração de questionário para a seleção dos casos de estudo	12
3.2. Preparação dos materiais para o diagnóstico dos casos de estudo.....	13
3.3. Definição da arquitetura da ferramenta milKEE.....	15
4. Resultados e Discussão.....	17
4.1. Caracterização geral dos casos de estudo selecionados.....	17
4.1.1. Exploração A.....	18
4.1.2. Exploração B.....	19
4.1.3. Exploração C.....	20
4.2. Principais resultados dos casos de estudo	21
4.2.1. Energéticos e Hídricos	21
4.2.2. Valorização do chorume	30
4.3. Processo geral de utilização da ferramenta milKEE	36
4.4. Descrição dos campos da ferramenta milKEE.....	38
4.4.1. Instruções	38
4.4.2. Introdução de dados	39
4.4.3. Indicadores.....	49
4.4.4. Casos de estudo.....	62
4.4.5. <i>Benchmarking</i>	63
4.4.6. Manual de boas práticas	66
4.4.7. Área de cliente	66
5. Conclusões.....	67
6. Referências Bibliográficas	69
7. Anexos	71

Índice Figuras

Figura 1 – Principais etapas para a implementação de uma estratégia de benchmarking.....	3
Figura 2 – Etapa um da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA.....	5
Figura 3 – Etapa dois da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA.....	5
Figura 4 – Etapa três da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA.....	6
Figura 5 – Última Etapa da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA.....	7
Figura 6 – Principais equipamentos utilizados na ordenha, armazenagem e transporte de leite. Esquema adaptado de apresentação do Minnesota Clean Energy Resource Teams.	8
Figura 7 – Ventoinha de grande volume e baixa velocidade (Fonte: Minnesota clean energy resource teams presentation).....	10
Figura 8 – Analisador energético com pinças amperimétricas ligadas a um quadro elétrico	14
Figura 9 – Caudalímetro ultrassónico para medição de volume utilizado nas auditorias hídricas	14
Figura 10 – Arquitetura geral plataforma milKEE	16
Figura 11 – Proposta inicial de input de dados	16
Figura 12 – Proposta inicial de output de dados.....	17
Figura 13 – Desagregação dos consumos energéticos anuais por tipologia de equipamento	23
Figura 14 – Consumo anual de água por setor/equipamento por exploração.	26
Figura 15 – Resumo dos principais indicadores energéticos e hídricos por exploração.....	28
Figura 16 – Percentagem de entradas de azoto nas explorações auditadas.....	31
Figura 17 – Percentagem de saídas de azoto nas explorações auditadas	32
Figura 18 – Comparação entre os dados obtidos no projeto milKEE e os dados do projeto europeu GreenDairy ocorrido entre 2002 e 2007 – Excesso de azoto (kg N/ ha SAU) por produção leiteira (L/ha)	35
Figura 19 – Comparação entre os dados obtidos no projeto milKEE e os dados do projeto europeu GreenDairy ocorrido entre 2002 e 2007 – Excesso de azoto (kg N/ 1000 L) por produção leiteira (L/ha SAU)	35
Figura 20 – Página inicial da ferramenta milKEE	36
Figura 21 – Página de registo na plataforma milKEE	37
Figura 22 – Página inicial apresentada após o login.....	38

Figura 23 – Imagem do menu Instruções da plataforma milkEE.....	38
Figura 24 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Gerais	39
Figura 25 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Efetivo	40
Figura 26 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Efetivo	41
Figura 27 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Hídricos	42
Figura 28 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Culturas	43
Figura 29 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Culturas	44
Figura 30 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Balanço de nutrientes	46
Figura 31 – Menu introdução de dados » Questionário Custos de Produção.....	47
Figura 32 – Menu introdução de dados » Questionário características dos Equipamentos ..	48
Figura 33 – Custos energéticos e de água, em euros, necessários para produzir 1000 litros de leite.....	49
Figura 34 – Benchmarking do custo de eletricidade por 1000 Litros de leite para a mesma tipologia de ordenha	50
Figura 35 – Benchmarking do custo total com a energia por 1000 Litros de leite para a mesma tipologia de ordenha	51
Figura 36 – Benchmarking do custo total com a água por 1000 Litros de leite para a mesma tipologia de ordenha	52
Figura 37 – Cálculo de indicadores gerais da exploração Menu Chorume e balanço de nutrientes.....	54
Figura 38 – Entradas de azoto na exploração expressas em percentagem	54
Figura 39 – Saídas de azoto na exploração expressas em percentagem.....	55
Figura 40 – Cálculo do balanço de nutrientes	55
Figura 41 – Indicadores de impacto e eficiência Menu Chorume e balanço de nutrientes....	56
Figura 42 – Apresentação dos indicadores de valorização do chorume.....	59
Figura 43 – Custos de produção por categoria necessários para produzir mil litros de leite	60
Figura 44 – Visualização gráfica do somatório de todos os custos de produção e o preço de venda do leite.....	60
Figura 45 – Desagregação do consumo de energia elétrica por tipologia de equipamento ..	61
Figura 46 – Apresentação do consumo elétrico anual por tipologia de equipamento	62
Figura 47 – Apresentação parcial do caso de estudo com ordenha convencional	62
Figura 48 – Número de agricultores por cenário de eficiência energética.....	63
Figura 49 – Média do custo com energia elétrica necessária para produzir 1000 litros de leite por cenário de eficiência energética.....	64
Figura 50 – Média do custo com água necessária para produzir 1000 litros de leite por cenário de eficiência energética.....	64

Figura 51 – Exemplo da apresentação dos gráficos de benchmarking por tipologia de ordenha convencional	65
Figura 52 – Menu Manual de Boas Praticas.....	66

Índice Tabelas

Tabela 1 – Caracterização macro dos casos de estudo	18
Tabela 2 – Principais características da exploração A	18
Tabela 3 – Principais características da exploração B	19
Tabela 4 – Principais características da exploração C	20
Tabela 5 – Consumo energético global por tipo de exploração	21
Tabela 6 – Consumo energético mensal por produção de leite	22
Tabela 7 – Consumo e custo total anual estimado com água	24
Tabela 8 – Custo em euros com a água para produzir mil litros de leite	25
Tabela 9 – Medidas de utilização racional de energia (URE) e água (URA) propostas.....	26
Tabela 10 – Balanço de azoto nas explorações dos casos de estudo.....	32
Tabela 11 – Expressão do balanço de azoto e índices de impacto e de eficiência	33
Tabela 12 – Balanço de fósforo nas explorações dos casos de estudo	34
Tabela 13 – Quantidade médias de adubos de síntese a adquirir para assegurar o potencial produtivo das culturas nas 3 explorações estudadas	34
Tabela 14 – Tipo de medidas de eficiência propostas e sua descrição	52

Lista de abreviaturas

- **AGROS:** União de Cooperativas de Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes
- **APROLEP:** Associação de produtores de leite de Portugal
- **CONFAGRI:** Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal
- **EIP-AGRI:** The agricultural European Innovation Partnership
- **HA:** Hectare
- **ISQ:** Instituto de Soldadura e Qualidade
- **K:** Potássio
- **KPI:** *Key performance indicator*
- **KW:** Quilo Watt
- **LACTICOOP:** União de Cooperativas de Produtores de Leite de Entre Douro e Mondego
- **MS:** Matéria Seca
- **N:** Azoto
- **P:** Fósforo
- **PAC:** Política Agrícola Comum
- **PHP:** *Hypertext Preprocessor*
- **PROLEITE:** Cooperativa Agrícola de Produtores de Leite
- **REAP:** Regime de Exercício das Atividades Pecuárias
- **SAU:** Superfície Agrícola Utilizada
- **TEP:** Toneladas equivalente de petróleo
- **TIC:** Tecnologias de informação e comunicação
- **URA:** Uso racional de água
- **URE:** Uso racional de energia
- **UTAD:** Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- **ZV:** Zona vulnerável

1. Introdução

A produção intensiva de leite em Portugal tem vindo a sofrer grandes alterações nos últimos anos, quer do ponto de vista da produtividade, quer do número de explorações.

No período compreendido entre 1989 e 2013, Portugal perdeu 90 000 explorações leiteiras e um efetivo de 140 000 vacas. Esta perda deveu-se maioritariamente ao encerramento de explorações com um efetivo muito baixo. Consequentemente verificou-se um aumento significativo na dimensão média do efetivo que aumentou de 4 vacas por exploração para 34 vacas por exploração, sendo que, no mesmo período temporal, a média da União Europeia (UE) foi de 53,1 cabeças por exploração. Dados mais recentes (2016), confirmam a estabilização do efetivo médio por exploração em 34,3 vacas em Portugal (INE, 2016).

A perda do número explorações e efetivo foi amplamente compensada com o aumento da produtividade média por vaca que quase duplicou, atingindo em 2014 os 7 478 quilogramas de leite por vaca, valor superior à média da EU que era de 6 636 quilogramas. Desde então, a produtividade média em Portugal tem se mantido estável em cerca de 7 300 litros por vaca (INE, 2019, Milk Market Observatory, 2020).

Em relação ao preço do leite pago ao produtor em Portugal, em 2017 o valor foi de 0,297 €/kg, em 2018 de 0,308 €/kg e em 2019 de 0,307 €/kg. Face a média da UE assistimos a uma redução média de 0,04 €/kg no período de 2017 a 2019 (Milk Market Observatory, 2020).

Os custos de produção do leite estão fortemente relacionados com os custos das matérias primas para alimentação animal e representam cerca de 67,3%, onde as rações representam o principal custo. A este, seguem-se os custos com o fornecimento e serviços externos, como a eletricidade e a água. Os restantes custos são de menor significância (INE, 2016).

Apesar de não existirem estatísticas oficiais sobre o preço dos custos de produção de leite em Portugal, a Associação de produtores de leite de Portugal (APROLEP) estima que estes se situem acima dos 0,37 €/kg, sendo por isso as margens de lucro negativas face ao preço médio pago aos produtores. Porém, esta margem ainda terá de ter em conta o apoio aos agricultores pago pela Política Agrícola Comum (PAC).

Num setor fortemente regulado do ponto de vista do preço de venda do leite e onde as margens são extremamente reduzidas, a sustentabilidade económica poderá ser atingida por via do aumento da produtividade ou por via do aumento da eficiência no uso de recursos, fatores que não são externos ao produtor. Quanto à produtividade por vaca verificamos que esta encontra-se estabilizada sendo que o melhoramento genético não permitirá aumentar a produtividade de forma a ter impacto na melhoria das margens de lucro. Porém, em relação à eficiência no uso de recursos, nomeadamente aos custos com a energia, água e valorização dos efluentes pecuários, apesar de estes não serem a maior percentagem nos custos de

produção, poderá existir margem para melhorias, contudo são necessários estudos e ferramentas que permitam apoiar a decisão dos produtores. Uma variação de um cêntimo no preço de venda do litro de leite, num produtor com 50 vacas com uma produtividade média anual por vaca de 7500 litros, representa um aumento anual no rendimento de 3 750 € o que se traduz em cerca de 170 € por mês.

Com vista a estudar a eficiência no uso de recursos em explorações intensivas de leite, surgiu o projeto milkEE - Promoção da utilização eficiente de recursos e bioeconomia das explorações leiteiras, enquadrado no PDR2020 na Operação: 20.2.4 - Assistência técnica RRN - Área 4 (Observação da agricultura e dos territórios rurais) / Aviso: PDR2020-2024-003.

O projeto visava promover a eficiência na utilização dos recursos em explorações intensivas de leite promovendo os objetivos da estratégia da bioeconomia circular e foi liderado pela Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas (CONFAGRI) e pelo Crédito Agrícola de Portugal e copromovido pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), União de Cooperativas de Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes (AGROS), União de Cooperativas de Produtores de Leite de Entre Douro e Mondego (LACTICOOP) e a Cooperativa Agrícola de Produtores de Leite (PROLEITE).

Como principais resultados do projeto destacam-se:

- A criação e desenvolvimento de conhecimento para o setor leiteiro no domínio da utilização eficiente de recursos;
- A tipificação de boas práticas para a utilização de efluentes de bovinicultura leiteira na floresta;
- A criação de uma ferramenta de apoio e criação de *benchmarks*, que permita um diagnóstico da situação atual da instalação face às temáticas do projeto e comparação do seu desempenho com outras instalações;
- A capitalização de informação de outros projetos e transferir boas práticas, para o setor do leite e setor florestal;
- A criação de dossier de boas práticas de referência para a utilização eficiente de recursos e promoção da bioeconomia das explorações leiteiras e setor florestal;
- A sensibilização dos produtores de leite e das cooperativas demonstrando os benefícios da bioeconomia e da utilização eficiente de recursos.

As atividades do projeto foram as seguintes:

- Seleção de três explorações que serviram como casos de estudo do projeto
- Diagnóstico dos casos de estudo selecionados
- Desenvolvimento da aplicação de diagnóstico e *benchmarking* de explorações intensivas de leite

- Atividade de transferência de conhecimento e elaboração dos manuais de boas práticas

Esta dissertação irá focar-se na metodologia e no desenvolvimento da aplicação de diagnóstico e *benchmarking* de indicadores energéticos, hídricos e de valorização de chorume em explorações intensivas de leite, tendo por base os casos de estudo e o conhecimento das entidades participantes no projeto.

2.Revisão bibliográfica

2.1. Benchmarking – Definição, vantagens e constrangimentos

Benchmarking segundo Spendolini (1992) pode ser definido como uma comparação da performance de uma empresa ou indivíduo com a performance de outras empresas ou indivíduos com atividade semelhante, e que leva à aprendizagem através das informações geradas por esta comparação. Já Slavin (1994) complementa a definição anterior, acrescentando que *benchmarking* envolve a ação de medir e avaliar continuamente produtos, serviços e práticas em comparação com as de empresas de classe mundial ou dos principais concorrentes. *Benchmarking* pode ser resumido como o emprego das boas ideias de terceiros para melhorar uma performance (Brow,1995).

Os passos para a implementação de uma estratégia de *benchmarking* podem variar consoante a definição e metodologia a usar, mas essencialmente é assente em três pilares (Fig. 1), como pode ser verificado na figura seguinte:

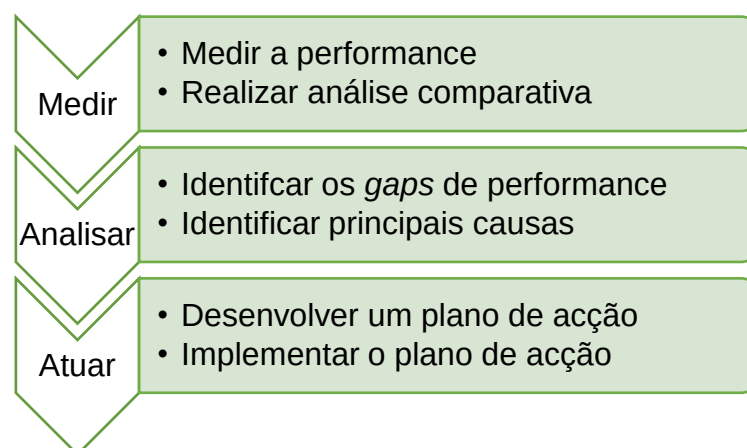


Figura 1 – Principais etapas para a implementação de uma estratégia de *benchmarking*

Para a medição de performance são utilizados indicadores específicos, que se traduzem numa métrica de desempenho que é então comparada a outras. O benchmarking, portanto, requer medidas quantitativas de indicadores-chave de desempenho (*key performance*

indicators, KPIs) selecionados que descrevem o desempenho competitivo alcançado. Importa realçar que *benchmarks* são metas a serem alcançadas, enquanto KPIs são medidas específicas usadas para medir o desempenho. KPIs representam um conjunto de medidas com foco nos aspetos do desempenho organizacional que são os mais críticos para o sucesso atual e futuro da organização (e.g., produtividade por unidade de medida e custo por unidade de medida).

Na agricultura, os KPIs por atividade agrícola, traduzem-se geralmente em quantidades, tal como o rendimento (por exemplo, toneladas de milho / hectare ou litros de leite / vaca), processos ou práticas de produção (e.g., uso de pesticidas ou fertilizantes por cultura) e desempenho económico (por exemplo, margem bruta por cultura e tipo de animais). Mais recentemente, estão a ser desenvolvidos e implementados KPIs para a avaliação de sustentabilidade nas explorações agrícolas (Iribarren, 2011).

Desenvolver uma metodologia de *benchmarking* que se adapte a todos os modos de produção e culturas, é algo que não é possível, devido à heterogeneidade e à distinta complexidade de cada sistema. Produtores altamente especializados e profissionalizados estarão mais aptos a introduzir abordagens de *benchmarking* nos seus processos devido à economia de escala.

Implementar metodologias de *benchmarking* que se traduzem em ganhos quer económicos, quer ambientais e sociais, requer uma grande quantidade de dados, um elevado conhecimento do seu processo produtivo. A partilha de dados é um tema de elevada complexidade devido a receios de identificação, partilha do conhecimento, perda de rendimento por via do crescimento dos concorrentes, etc.

As inovações em tecnologia da informação e comunicação (TIC) abriram uma janela de oportunidades para *benchmarking on-line* via computador ou *smartphone* (Kaloxylos et al., 2014). A utilização de plataformas digitais com uma interface de utilização simples e adaptada às necessidades de um setor ou sistema de produção, são um fator diferenciador para a sua adoção. A possibilidade de manter um registo histórico facilmente acessível e visualizado de uma forma gráfica é também uma mais valia. Estas ferramentas digitais facilitam também o processo de anonimização dos dados, algo crítico para o processo de comparação.

O grupo de trabalho da EIP-AGRI dedicado ao tema “Benchmarking de produtividade agrícola e desempenho de sustentabilidade” emitiu em 2017 um relatório onde conclui que os agricultores se estão a tornar mais conscientes acerca dos benefícios que o *benchmarking* pode gerar para melhorar a produtividade e o desempenho da sustentabilidade. Além disso os retalhistas e a indústria transformadora de alimentos estão cada vez mais interessados em partilhar informações trazendo vantagens inequívocas para todos os agentes envolvidos na cadeia de valor agroalimentar.

2.2. Ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações de leite

O Serviço de Conservação de Recursos Naturais (NRCS) unidade do departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) desenvolveu uma ferramenta de conscientização energética que foi projetada para informar sobre os custos com a energia em explorações de leite.

Esta ferramenta está dividida em 4 etapas: 1) Seleção da localização (Fig. 2); 2) Dados gerais da exploração (Fig. 3); 3) Caracterização do estábulo e equipamentos (Fig. 4); 4) Análise de resultados (Fig. 5).

Step 1: Getting Started

Instructions:

1. Enter your ZIP code.
2. Select an Animal Type.
3. Click **Next** to continue.

ZIP code: *

Animal Type: *

* Required Input

Next >>

Version: 2.2.0.623

Figura 2 – Etapa um da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA

Nesta etapa é selecionado o tipo de produção a estimar e é requerida o código postal da localização da exploração.

Step 2: Dairy Cow Housing Systems

The NRCS technical specialists have developed the Energy Estimator: Animal Housing to provide you with energy use and cost estimates for your dairy operation. Characterize the size of your dairy and provide some information on energy/fuel sources you use in your dairy operation, then click next.

Instructions:

1. Enter your total number of Confined Cows.
2. Enter your total Annual Milk Production.
3. Enter your unit Energy Cost for electricity.
4. Click **Next** to continue or **Back** to the previous page.

Herd and Milk Production

Enter your total number of Confined Cows: *

Enter your total Annual Milk Production: * Lbs

Energy Cost

Enter your unit Energy Cost for electricity: * \$ /kWh

* Required Input

<< Back **Next >>**

Version: 2.2.0.623

Figura 3 – Etapa dois da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA

Nesta etapa é solicitada o número de animais estabulados, a produção total de leite e o custo com a energia elétrica por kilowatt hora.

Step 3: Characterize Your Dairy Cow Housing System

Provide information about your lighting, air circulation and milking systems that apply to the dairy operations on your farm.

Instructions:

1. For **Housing Systems**, enter your **Lighting** and **Air Circulation** information.
2. For **Milking Operations**, enter your **Milk Cooling**, **Water Heating** and **Milk Harvest** information.
3. Answer "Yes or No" to each question as necessary.
4. Click **Next** to continue or **Back** to the previous page.

Housing Systems

Lighting

Select a Lighting Type: * Select Lighting Type ▼

Do you use Long-Day Lighting in your barns? ☐ Yes ☒ No

Air Circulation

Do you use Circulation Fans in your barn? ☐ Yes ☒ No

Do you keep your barn fans clean and maintained? ☐ Yes ☒ No

Do you use Circulation Fans in your milking parlor? ☐ Yes ☒ No

Do you keep your parlor fans clean and maintained? ☐ Yes ☒ No

Milking Operations

Milk Cooling

Select a Milk Pre-Cooling System: * Select Cooling Type ▼

Do you use a Scroll Compressor? ☐ Yes ☒ No

Water Heating

Select a Fuel Type: * Select Fuel Type ▼

Enter your unit fuel cost: * [energy unit]

Do you pre-heat your water using recovered compressor heat? ☐ Yes ☒ No

Milk Harvest

Do you use a Variable Frequency Drive on your vacuum pump? ☐ Yes ☒ No

* Required Input

<< Back Next >>

Version: 2.2.0.623

Figura 4 – Etapa três da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA

Esta etapa divide os equipamentos em duas categorias: estabulação e processos de ordenha. No estábulo são efetuadas questões sobre o tipo de iluminação e o tipo de equipamentos de circulação de ar. No que concerne ao processo de ordenha, este é dividido em arrefecimento do leite, aquecimento de água e processo de recolha de leite.

Estas questões pretendem caracterizar o tipo de equipamentos existentes no que à sua eficiência energética diz respeito e analisar se existem medidas de melhoria possíveis com vista à sua substituição ou adaptação.

A imagem seguinte (Fig. 5) demonstra a última etapa da ferramenta de estimativa do consumo energético em explorações de leite:

Step 4: Dairy Cow Housing System Analysis

The table below indicates your Dairy Housing energy use and cost estimates along with our projected use and costs after recommended modifications have been implemented to improve efficiency. This tool does not provide site-specific recommendations. It evaluates alternatives based on your input. Changes in energy use and costs are reported as differences from your current system configuration based on your responses on the previous pages.

User Input

State: Pennsylvania	Town: Bakerstown
Animal Operation: Dairy	Number of confined Cows: 12
Annual Milk Production: 1,200 lbs	Lighting: Fluorescent T8 *
Air Circulation: Barn No	Milk Cooling: Water-Cooled
Parlor No	Plate Cooler
Water Heating: Electricity	Milk Harvesting: VFD No

Annual Dairy Cow Housing System Analysis				
Description	Estimated Annual Energy Use (Units)	Unit	Estimated Annual Energy Cost (\$)	Estimated Annual Energy Savings (\$)
Lighting				
Your Lighting	110	kWh	\$11	
Milking Operations				
Your Milk Cooling	8	kWh	\$1	
Add VFD and Scroll Compressor	6	kWh	\$1	\$0
Add VFD	7	kWh	\$1	\$0
Add Scroll Compressor	7	kWh	\$1	\$0
Your Water Heating	12	kWh	\$1	
Pre-heat water using recovered compressor heat	6	kWh	\$1	\$0
Your Milk Harvest	10	kWh	\$1	
Use a Variable Frequency Drive on your vacuum pump	5	kWh	\$	\$1

By using Fluorescent T8 *, you are potentially saving an estimated \$53 on energy with your lighting system today compared to Incandescent lighting.

* These lamps contain a small amount of mercury. Dispose in accordance with manufacturers' recommendations.

Figura 5 – Última Etapa da ferramenta de estimativa de consumo energético em explorações leiteiras da USDA

Esta última etapa executa a análise com base nos *inputs* do utilizador, indicando os custos associados com as categorias definidas, iluminação e operações.

Indica também uma estimativa de poupança com base na alteração de equipamentos ou na adição de equipamentos de eficiência energética como o caso de variador de velocidade.

Esta é um exemplo de uma ferramenta simples, que pretende de uma forma rápida e intuitiva indicar possíveis medidas de redução do consumo energético em explorações de leite. Não efetua *benchmarking* e não é muito detalhada na caracterização dos equipamentos.

2.3. Principais equipamentos utilizados na produção intensiva de leite

A produção de leite contempla diversos equipamentos que poderão ser divididos em equipamentos presentes na ordenha e presentes no estábulo. Na figura 6 observamos os

principais equipamentos presentes no processo de ordenha, incluindo o arrefecimento do leite.

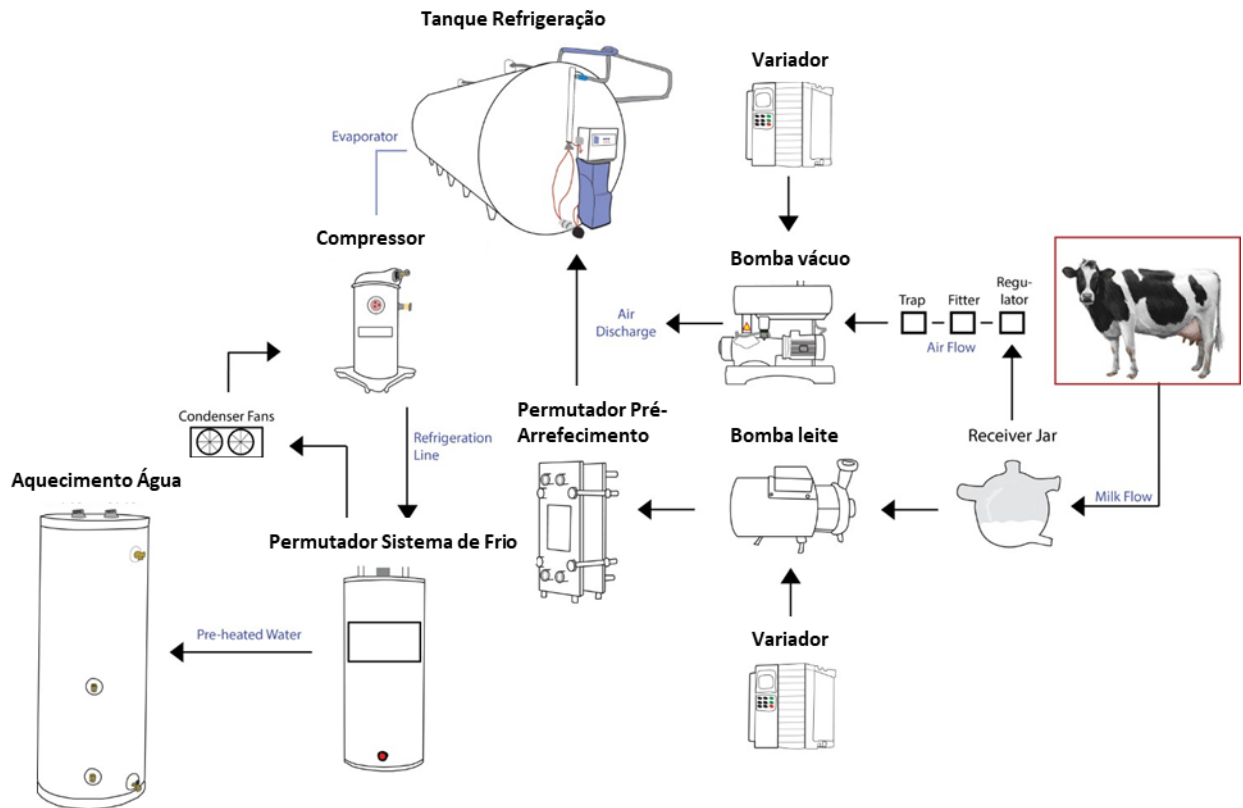


Figura 6 – Principais equipamentos utilizados na ordenha, armazenagem e transporte de leite. Esquema adaptado de apresentação do Minnesota Clean Energy Resource Teams.

Como principais equipamentos de eficiência energética na ordenha destacamos os seguintes:

- Variador de velocidade na bomba de vácuo: a bomba de vácuo é responsável por criar uma pressão negativa que torna possível ordenhar as vacas. O acoplamento de um variador de velocidade nesta bomba, segundo Ludington et al., 2004, faz com seja possível reduzir em até 60% o consumo energético da bomba de vácuo.
- Permutador de calor para pré-arrefecimento do leite: a instalação de um permutador de calor poderá baixar a temperatura do leite dos 39° C para temperaturas entre os 25° C e os 15° C. Esta redução fará com que a energia consumida pelo sistema de frio seja significativamente reduzida, traduzindo-se em reduções até 60% (Sanford, 2003) nos custos energéticos. A água utilizada por estes sistemas, pode ainda ser utilizada para as lavagens da máquina de ordenha.
- Variador de velocidade na bomba de leite: a bomba de leite é responsável por impulsionar o leite no circuito de ordenha e conduzi-lo até ao tanque de arrefecimento. O variador de velocidade acoplado à bomba de leite vai fazer com o que a velocidade do fluxo de leite seja mais reduzida e constante, o que aliada a um sistema de pré-arrefecimento fará com que a temperatura de arrefecimento seja maior.

- Permutador para recuperação do calor proveniente do sistema de refrigeração para aquecimento de água: ao arrefecer o leite num tanque, os compressores são usados para remover o calor do leite. O calor removido geralmente é liberado 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.
- Compressor do sistema de frio por tipo *scroll*: o compressor do sistema de frio é tradicionalmente do tipo pistão, se este se encontrar em mau estado, a substituição por um compressor do tipo *scroll*, poderá ser vantajosa pois pode apresentar uma redução de até 20% (Ludington et al., 2004) nos custos energéticos com o sistema de frio.
- Iluminação de elevada eficiência: a substituição de lâmpadas incandescentes, ou de pressão de sódio por lâmpadas economizadoras do tipo T-8 ou LEDs, traduz-se em elevadas poupanças energéticas que se podem reverter num período de retorno do investimento aproximado de apenas 2 anos.

Nos estábulos os principais equipamentos são: 1) ventiladores, 2) sistema de iluminação, 3) separadores de fase líquida e sólida; 4) dispensadores de alimentos; 5) sistema automáticos de limpeza do chorume.

Quanto a soluções de eficiência energética no estábulo destacam-se as seguintes:

- Instalação de ventoinhas de alto volume e baixa velocidade: Esta tipologia de ventoinhas devido ao seu elevado volume de ar movimentado e à baixa velocidade são mais eficientes quando comparadas com os ventiladores laterais mais utilizados para arrefecimento (Fig. 7).



Figura 7 – Ventoinha de grande volume e baixa velocidade (Fonte: Minnesota clean energy resource teams presentation)

- Instalação de termostatos no sistema de ventilação ventoinhas: a instalação de termostatos no sistema de ventilação irá fazer com o sistema possa ligar e desligar consoante a temperatura no estábulo e o *setpoint* definido. Este simples equipamento evitará ter o sistema ligado quando a temperatura definida já está atingida.

Segundo o relatório elaborado pelo *Minnesota Department of Commerce, Division of Energy Resources* em 2015, o consumo elétrico de uma exploração intensiva de leite é dividido em: 1) 25% sistema de arrefecimento do leite; 2) 24% iluminação; 3) 22 % sistema de ventilação; 4) 17% sistema de vácuo; 5) restantes 12 % aquecimento de água, gestão de chorume, dispensadores de alimento entre outros. Já o estudo realizado na Irlanda por Upton et al.(2013), conclui que o gasto com a energia elétrica em exploração de leite foi de 31% com o sistema de arrefecimento, 23% com o sistema de aquecimento de água, 20% com o sistema de vácuo e os restantes com equipamentos diversos tais como a iluminação.

Podemos constatar diferenças nestes dois estudos que podem ser justificadas pela localização, tipologia de ordenha, equipamentos de eficiência energética existentes, fontes de energia utilizadas, dimensão média do efetivo, entre outros. Os dados sobre os custos com a produção deverão ser sempre bem caracterizados para se poderem obter uma comparação exata e que contemple cenário similares.

Importa também analisar os custos de investimentos com o período de retorno para cada caso específico no sentido de avaliar a viabilidade económica do investimento, pois nem sempre os ganhos de eficiência atingidos são acompanhados pelos ganhos económicos demasiado reduzidos num espaço temporal muito alargado.

2.4. Estratégias de valorização do chorume e balanço de nutrientes

A produção de leite está diretamente ligada à produção de forragens e pastagens, onde se verifica um aumento na utilização de fatores de produção como o caso do azoto (N), fósforo (P) e potássio (K). As utilizações excessivas destes fertilizantes não só têm custos acrescidos para os agricultores, mas também custos ambientais. A lixiviação dos nitratos e dos fosfatos conduz à contaminação e à eutrofização das águas (Neeteson, 2000). A Diretiva 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro de 1991, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, também designada como Diretiva «Nitratos», constitui um dos instrumentos da Política da União Europeia para a proteção da água, enquanto recurso natural essencial para o desenvolvimento sustentável. A Diretiva «Nitratos» foi transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março e na Região Autónoma dos Açores pelo Decreto Legislativo Regional n.º 6/2005/A, de 17 de maio. Ferramentas que permitam avaliar se existe um excesso de aplicação de nutrientes e consequente impacto negativo são de extrema importância. De acordo com Schroder et al. (2003), o balanço de nutrientes determinado até ao portão da exploração (*farm gate*) pode ser considerado como uma ferramenta valiosa para avaliar os fluxos de nutrientes na exploração agrícola e poder-se assim executar uma eficiente gestão dos mesmos. Fangueiro et al. (2008), estudaram durante 3 anos várias explorações intensivas de leite no norte de Portugal, onde executaram um balanço de nutrientes (NPK) ao nível do portão da exploração. Neste estudo, concluiu-se que o excesso de azoto por hectare entre 200 e 850 kg estava diretamente correlacionado com a produção de leite por hectare e o efetivo da exploração. Já o excesso de fósforo e potássio apresentou menores variações. Outra conclusão foi a de que uma redução do excesso de azoto média para valores próximos dos 450 kg por hectare seria facilmente atingida pela maioria dos agricultores da região norte de Portugal.

3. Material e Métodos

Para atingir os objetivos definidos e principalmente para desenvolver a plataforma de *benchmarking* sobre eficiência energética e valorização do chorume em explorações intensivas de leite, foram definidos três casos de estudos. Tendo estes servido como base de

conhecimento e cálculo de indicadores de performance, a serem replicados na plataforma. Não se procurou escolher explorações mais eficientes ou as mais produtivas, tendo apenas por objetivo efetuar uma caracterização através de uma auditoria energética, hídrica e de práticas de valorização do chorume.

Para tal seria realizada uma auditoria em cada um dos associados das três cooperativas de leite presentes no projeto: 1) AGROS, 2) LACTICOOP, 3) PROLEITE. Definiu-se também, que se pretendia estudar diferentes tipologias de ordenha e como tal seria auditada uma exploração com ordenha convencional, outra com ordenha rotativa e, por fim, uma exploração com ordenha robotizada. Este facto prendeu-se com a diferença dos equipamentos presentes em cada tipologia de ordenha e analisar se estes teriam influência nos consumos energéticos. Por fim, que os casos de estudo tivessem dimensões distintas quer em termos de efetivo, quer em termos de produção, com vista a serem o mais representativas possível da realidade Portuguesa.

Nos subcapítulos seguintes é demonstrado o processo de seleção das explorações auditadas bem como a definição da arquitetura inicial da plataforma de *benchmarking*.

3.1. Elaboração de questionário para a seleção dos casos de estudo

No sentido de auxiliar a seleção dos casos de estudo, foi realizado um questionário, a ser preenchido pelas três cooperativas, onde 50 dos seus associados iriam ser previamente caracterizados para que depois se pudesse selecionar as três explorações do total de 150 pré-caracterizadas. As questões foram divididas em quatro grandes tópicos que são apresentados de seguida:

Identificação produtor

- Nº identificação para referência da cooperativa
- Idade média do gestor
- Localização (Concelho)

Dados gerais da exploração

- Efetivo Total
- Volume de leite produzido 2016 (L)
- Volume de leite produzido 2017 (L)
- Tipologia de ordenha (Convencional, Rotativa, Robotizada)
- Nº de recolhas de leite efetuadas por semana
- Volume do tanque (s) de refrigeração (L)

Dados energéticos

- Quais as fontes de energia usadas na exploração? (Eletricidade, Gasóleo, Biomassa, Solar Fotovoltaico, Solar Térmico, Gás)
- Possui contadores parciais de eletricidade?
- Possui variadores de velocidade?
- Estimativa do custo anual de energia (€)
- Existem espaços climatizados?

Dados sobre utilização de água

- Nº de captações de água
- Possui contadores de água?
- Área regada da exploração (ha)?

Dados sobre gestão de efluentes

- Nº de fossas
- Capacidade de armazenamento das fossas (m³)
- Fossa aberta ou fechada?
- Todo o chorume é aplicado na exploração?

Este pré-questionário foi o ponto de partida para a seleção dos casos de estudo, tendo por isso, sido alvo de discussão com os representantes das cooperativas, uma vez que o conhecimento de cada um destes produtores é um fator crucial no sentido de perceber a sua recetividade a participar no estudo. As auditorias foram exaustivas e tiveram o acompanhamento próximo aos técnicos auditores e também da recolha de um conjunto elevado de dados prévios às auditorias, tais como todas as faturas elétricas anuais. A seleção final foi realizada após uma ponderação dos questionários e do conhecimento intrínseco das explorações por parte dos técnicos das cooperativas.

3.2. Preparação dos materiais para o diagnóstico dos casos de estudo

Nos casos de estudo selecionados foram realizadas auditorias energéticas, hídricas e de valorização do chorume. A auditoria energética e hídrica teve uma duração média de 5 dias. Neste período, equipamentos de medição foram instalados e monitorizaram em contínuo os consumos elétricos e hídricos. Na auditoria energética foram instalados analisadores energéticos nos quadros elétricos que contém os principais equipamentos. Foram também instaladas pinças amperimétricas nas fases dos circuitos elétricos onde estão ligados os principais equipamentos consumidores, que vão monitorizar os consumos. Devido ao facto

de as pinças serem colocadas no quadro elétrico, nas fases dos circuitos, por vezes nem sempre foi possível desagregar totalmente o consumo de um equipamento, uma vez que na mesma fase poderão estar ligados vários equipamentos, o que inviabiliza a desagregação dos mesmos. Esta desagregação do consumo por equipamento é a grande mais valia de uma auditoria energética, pois permite caracterizar o consumo individual, mas também o seu perfil de utilização. Na imagem seguinte (Fig. 8) é apresentado um analisador energético utilizado na realização de auditorias energéticas:



Figura 8 – Analisador energético com pinças amperimétricas ligadas a um quadro elétrico
(Fonte: www.fluke.com)

As auditorias hídricas foram realizadas com recurso a caudalímetros ultrassónicos, não evasivos, que contabilizam o volume de água total que passou no tubo de medição. Pode-se, assim, obter consumo desagregados pelos principais equipamentos consumidores de água (Fig. 9).



Figura 9 – Caudalímetro ultrassónico para medição de volume utilizado nas auditorias hídricas
(Fonte: <https://industria.tecnilab.pt>)

Em conjunto com os dados obtidos diretamente pelos sensores, foram recolhidas diversas informações que permitem obter cálculos indiretos e estimar os consumos. Todo o processo foi caracterizado no sentido de obter um relatório fidedigno que se traduz em medidas de Utilização Racional de Energia (URE) e Utilização Racional de Água (URA). Em qualquer auditoria é imprescindível definir bem a fronteira do estudo, no caso das auditorias energéticas e hídricas os consumos foram contabilizados apenas na ordenha e no estábulo, deixando de fora os consumos com a produção de forragem.

A auditoria de valorização de chorume teve por base a recolha de informações relativas ao efetivo, a caracterização das áreas de produção de forragem, a localização em zonas vulneráveis ou não, a quantidade de fertilizantes utilizada, entre outros. O objetivo foi recolher todos os dados que permitam efetuar um balanço de nutrientes à porta da exploração, permitindo assim elaborar recomendações sobre a gestão dos efluentes e sobre a quantidade de fertilizantes de origem mineral aplicados.

3.3. Definição da arquitetura da ferramenta milKEE

Para o desenvolvimento da ferramenta de *benchmarking* milKEE foi proposta a utilização do *WordPress*. O *WordPress* é o principal sistema de gestão de conteúdo, com uma quota de mercado de cerca de 63% segundo o *W³ Techs (Web Technology Surveys)*. Um sistema de gestão de conteúdo é um *framework* que permite criar, editar, gerir e publicar conteúdo de forma dinâmica, através de uma interface de acesso via internet, permitindo que o mesmo seja modificado, removido e adicionado sem a necessidade de conhecimentos avançados de programação. O *WordPress* é gratuito e altamente personalizável e escalável através da utilização de *plug-ins*, daí ter sido escolhida para a realização desta plataforma. Como foi necessário executar diversos cálculos, foi utilizada a linguagem *Hypertext Preprocessor* (PHP), para todas as fórmulas, cálculos e.

Foi idealizada uma estrutura de partida, antes dos casos de estudo e discussão com parceiros, onde a arquitetura inicial, a estruturação dos dados de input e output foi delineada. Este delineamento inicial é apresentado nas figuras 10, 11 e 12.

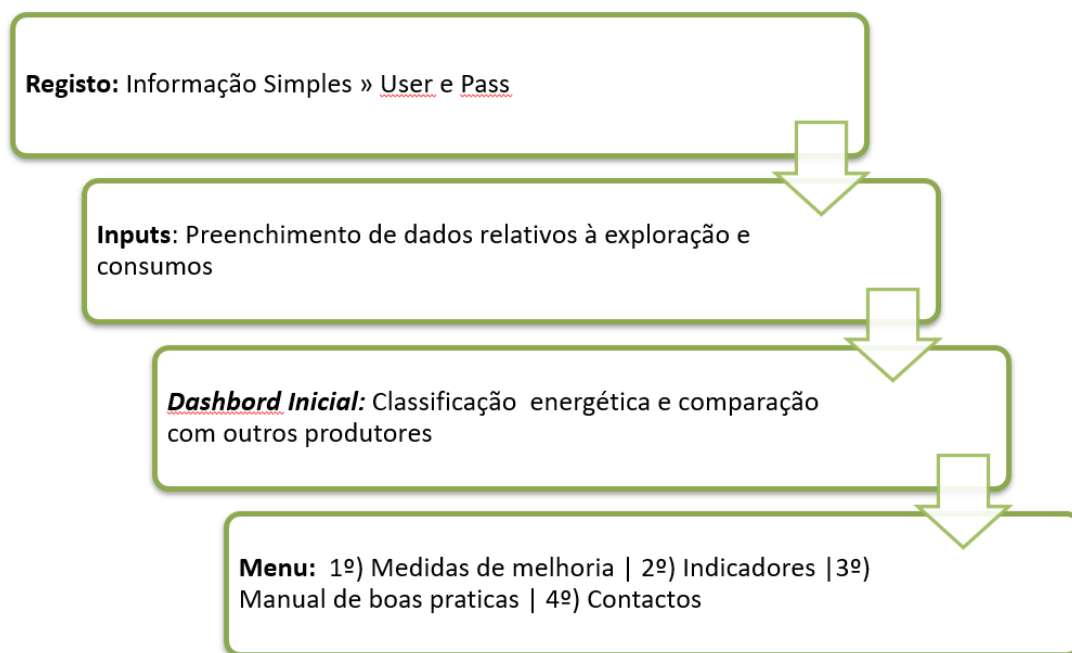


Figura 10 – Arquitetura geral plataforma milkEE

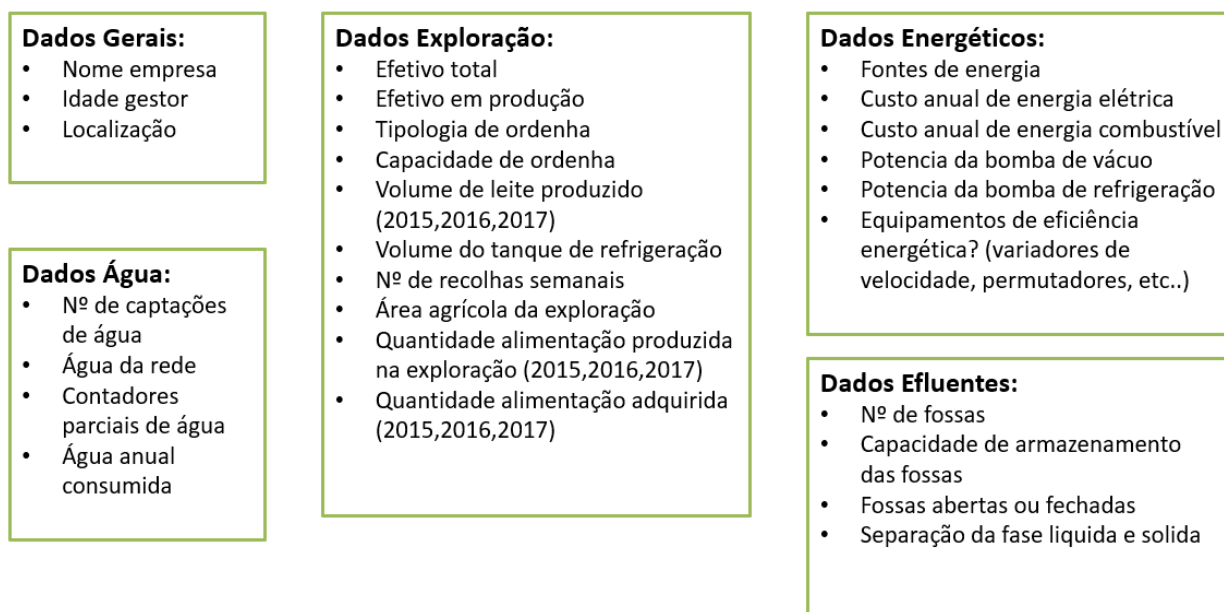


Figura 11 – Proposta inicial de *input* de dados

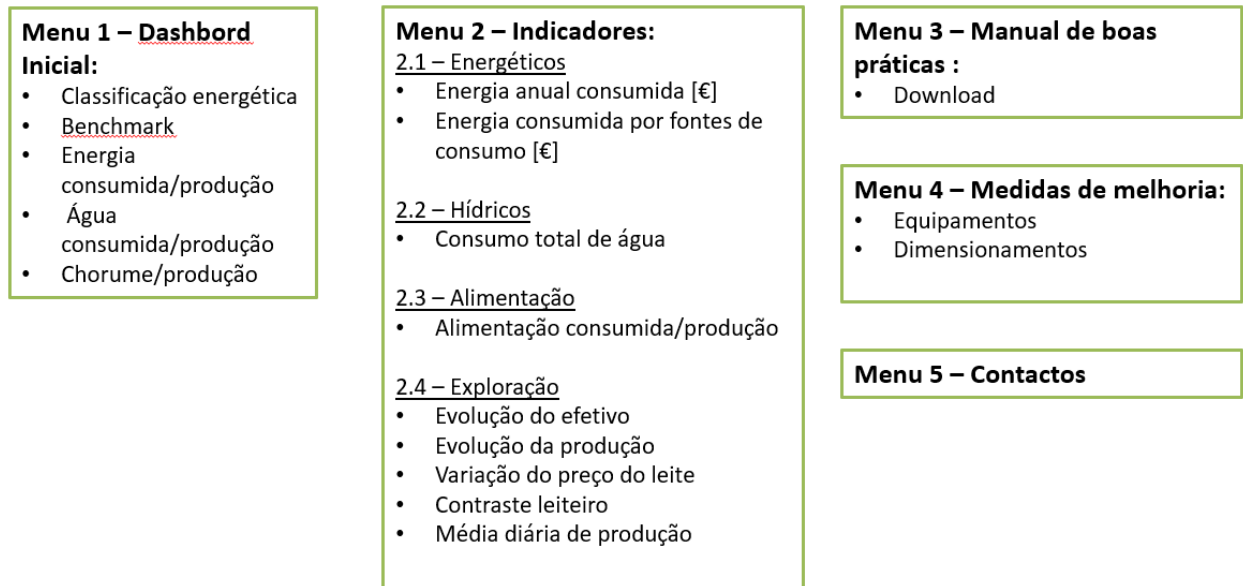


Figura 12 – Proposta inicial de *output* de dados

4. Resultados e Discussão

Este capítulo pretende apresentar os principais resultados dos casos de estudo e efetuar uma comparação com a literatura consultada. Pretende ainda demonstrar a plataforma desenvolvida, as suas funcionalidades e objetivos em detalhe.

4.1. Caracterização geral dos casos de estudo selecionados

Após o preenchimento do questionário (3.1) pelas 3 cooperativas, procedeu-se à escolha dos casos de estudo que teve em conta: 1) a localização – Norte, Centro e Alentejo, 2) a tipologia de ordenha – Convencional, Rotativa e Robotizada, 3) a cooperativa a quem vende o leite – AGROS, LACTICOOP e PROLEITE, 4) a dimensão por custo anual de energia elétrica – Pequena <12.000€, Média 12.000€ - 25.000€ e Grande: > 25.000€. Os resultados dos inquéritos podem ser consultados nos Anexos 1, 2 e 3.

A tabela 1, apresenta os seguintes casos de estudo selecionados para serem auditados no âmbito deste projeto e após a validação com os técnicos das cooperativas:

Tabela 1 – Caracterização macro dos casos de estudo

Instalação	Dimensão / Localização	Idade do gestor	Consumo Eletricidade	Efetivo total (em produção)	Tipo de Ordenha
Exploração A	Grande; Alentejo	50	> 25 k€	400 (250)	Convencional
Exploração B	Média; Minho	38	> 10 e < 25 k€	170 (150)	Rotativa
Exploração C	Pequena; Beira Litoral	44	< 10 k€	120 (60)	Robot

4.1.1. Exploração A

A exploração A situa-se no Alentejo e considera-se a exploração de maior dimensão quer em termos de consumo elétrico quer em termos de efetivo, cujas principais características são fornecidas na tabela 2.

Tabela 2 – Principais características da exploração A

Ano do estudo	2017
Tipologia de ordenha	Convencional
Localização	Sul
Sistema cultural	Milho Azevém e Aveia
Zona vulnerável	Não
Pastagem natural	Sim
Total de área forrageira	141
Vacas leiteiras	300
Vacas secas REAP	74
Novilha(o)s com 1 a 2 anos	140
Novilha(o)s com 6 meses a 1 ano	70
Vitela(o)s < 6 meses	70
Efetivo de substituição (base CN)	28,5 %
Bovinos de carne (% CN)	3 %
Encabeçamento (CN/ha)	3,83
Quantidade anual de leite produzido	4 283 273 L
Volume de leite produzido por hectare	14 280 L
Média anual de leite por vaca	11 640 L
Origem da água	2 Furos + Rede
Capacidade dos tanques de refrigeração	15 670 L + 12 000 L + 7 220 L

Em relação a equipamentos de eficiência energética esta exploração dispõe de variador de velocidade na bomba de vácuo e também um permutador de calor no sistema de frio, que é usado para aquecimento da água.

4.1.2. Exploração B

A exploração B iniciou o seu funcionamento em outubro de 2015 e no período de auditoria, Fevereiro 2019, apresentava um efetivo de 170 animais, dos quais 150 em produção (valores médios).

Em 2017, ano de referência da auditoria, a produção total de leite foi de 1 516 192 litros de leite, sendo entregues na sua totalidade à AGROS.

Esta exploração é constituída pelos seguintes setores:

- estábulo, onde estão alocados os animais;
- ordenha, onde se procede à recolha do leite;
- armazenamento do leite, onde se situam os dois tanques de leite (leite próprio e impróprio) e os sistemas de arrefecimento do leite;
- outras zonas auxiliares, como a central de vácuo, o reservatório de água, zonas técnicas (instalações sanitárias, sala de convívio);
- silo de rações e as reservas de silagem, no exterior.

Na tabela 3 são apresentadas as principais características da exploração:

Tabela 3 – Principais características da exploração B

Ano do estudo	2017
Tipologia de ordenha	Rotativa
Localização	Norte
Sistema cultural	Milho Azevém e Aveia
Zona vulnerável	Sim
Pastagem natural	Não
Total de área forrageira	42
Vacas leiteiras	137
Vacas secas REAP	34
Novilha(o)s com 1 a 2 anos	104
Novilha(o)s com 6 meses a 1 ano	30
Vitela(o)s < 6 meses	22
Efetivo de substituição (base CN)	27,8 %
Bovínos de carne (% CN)	10 %
Encabeçamento (CN/ha)	6,16
Quantidade anual de leite produzido	1 516 192 L
Volume de leite produzido por hectare	36 100 L

<i>Média anual de leite por vaca</i>	11 640 L
<i>Origem da água</i>	2 Furos + Rede
<i>Capacidade dos tanques de refrigeração</i>	15 000 L + 1 400 L

Em relação a equipamentos de eficiência energética esta exploração dispõe de:

- Variador de velocidade na bomba de vácuo
- Permutador para recuperação do calor do sistema de frio para aquecimento de água
- Sistema de iluminação com recurso a projetores LED e lâmpadas tubulares fluorescentes

4.1.3. Exploração C

A exploração C iniciou o seu funcionamento em junho de 2013 e no período de auditoria, Novembro 2018, apresentava um efetivo de 120 animais, dos quais 57 em produção (valores médios). Em 2015 a área de estábulo expandiu-se com a construção do estábulo novo, onde estão atualmente as vacas em produção. Em 2016, ano de referência da auditoria, a produção total de leite foi de 533 581 litros de leite, sendo entregues na sua totalidade à PROLEITE.

Esta exploração é constituída pela zona de estábulo, onde estão os animais, sendo que os efetivos em produção estão localizados num setor mais recente, ampliado em 2015; pela sala do robot de ordenha; pela sala do tanque de leite; e pelos setores auxiliares, como armazenagem de ferramentas e alimentos para os animais, zonas técnicas (central de ar comprimido, instalações sanitárias, escritórios). No exterior encontram-se os silos de rações, reservas de silagem e depósitos de água. A tabela 4, apresentada as principais características desta exploração.

Tabela 4 – Principais características da exploração C

Ano do estudo	2017
<i>Tipologia de ordenha</i>	Convencional
<i>Ano do estudo</i>	2016
<i>Tipologia de ordenha</i>	Robotizada
<i>Localização</i>	Centro
<i>Sistema cultural</i>	Milho Azevém
<i>Zona vulnerável</i>	Não
<i>Pastagem natural</i>	Não
<i>Total de área forrageira</i>	20 ha
<i>Vacas leiteiras</i>	62
<i>Vacas secas REAP</i>	16
<i>Novilha(o)s com 1 a 2 anos</i>	36
<i>Novilha(o)s com 6 meses a 1 ano</i>	19

Vitela(o)s < 6 meses	19
Efectivo de substituição (base CN)	34,6 %
Bovinos de carne (% CN)	0 %
Encabeçamento (CN/ha)	5,83
Quantidade anual de leite produzido	533 581 L
Volume de leite produzido por hectare	26 679 L
Média anual de leite por vaca	6 840 L
Origem da água	2 Furos + Rede
Capacidade dos tanques de refrigeração	5 000 L

Em relação a equipamentos de eficiência energética esta exploração dispõe de:

- Permutador para recuperação do calor do sistema de frio
- Sistema de iluminação integralmente a partir de lâmpadas LED
- Sistema de ventilação no estábulo das vacas em produção do tipo alto volume e baixa velocidade
- Sistema de ventilação do estábulo em produção com variador eletrónico de velocidade
- Sistema de ventilação no estábulo das vacas em produção automático, com utilização de termóstato

4.2. Principais resultados dos casos de estudo

4.2.1. Energéticos e Hídricos

Neste capítulo são expostos os principais resultados obtidos após a auditoria energética e hídrica nos três casos de estudo (Tabela 5). De acordo com o Despacho n.º 17313/2008, de 26 de Junho, efetuou-se a conversão para tonelada-equivalente de petróleo (tep) de todas as formas de energia, bem como o cálculo das toneladas de dióxido de carbono equivalente. Importa referir que apesar de a fronteira ter excluído os consumos com a produção de forragem, os valores de gasóleo obtidos foram muito dispares e seguramente que contemplaram atividades de produção de forragem. Os produtores não dispunham do consumo de gasóleo usado apenas para as atividades na vacaria, como tal, os consumos de gasóleo não apresentam um elevado rigor pelo que devem ser vistos com alguma ressalva.

Tabela 5 – Consumo energético global por tipo de exploração

Forma de Energia	Consumo Total Anual						
	[unid.]	[tep]	[%]	[t CO ₂ e]	[%]	[€]	[%]
Energia Elétrica	[kWh] 279 072	60,0	82,3%	131,2	76,7%	34 879 €	78,9%
Gasóleo	[t] 12,6	12,9	17,7%	39,9	23,3%	9 344 €	21,1%
TOTAL	- -	72,9	100%	171,1	100%	44 224 €	100%

Exploração B

Forma de Energia	Consumo Total Anual						
	[unid.]	[tep]	[%]	[t CO ₂ e]	[%]	[€]	[%]
Energia Elétrica	[kWh] 43 333	9,3	34,6%	20,4	27,2%	7 636 €	36,9%
Gasóleo	[t] 17	17,6	65,4%	54,6	72,8%	13 066 €	63,1%
TOTAL	- -	26,9	100%	75,0	100%	20 702 €	100%

Exploração C

Forma de Energia	Consumo Total Anual						
	[unid.]	[tep]	[%]	[t CO ₂ e]	[%]	[€]	[%]
Energia Elétrica	[kWh] 15 905	3,4	40,4%	7,5	32,3%	2 898 €	44,7%
Gasóleo	[t] 4,94	5,0	59,6%	15,6	67,7%	3 581 €	55,3%
TOTAL	- -	8,5	100%	23,1	100%	6 479 €	100%

A tabela 6 apresenta o consumo elétrico mensal, a produção mensal de mil litros de leite e calcula o primeiro indicador que é custo de energética elétrica em euros por produção de 1000 litros de leite.

Tabela 6 – Consumo energético mensal por produção de leite

Exploração A

2017	Energia Elétrica *	Produção Anual (Leite)	Componente Energética
	[€]	[1000 L]	[€/1000 L]
Jan.	1 488 €	374,8	3,97
Fev.	1 295 €	343,3	3,77
Mar.	1 453 €	379,4	3,83
Abr.	1 521 €	366,6	4,15
Mai.	1 778 €	379,9	4,68
Jun.	2 013 €	356,9	5,64
Jul.	2 044 €	362,0	5,65
Ago.	1 998 €	350,1	5,71
Set.	1 729 €	323,7	5,34
Out.	1 648 €	341,7	4,82
Nov.	1 421 €	344,5	4,13
Dez.	1 493 €	360,4	4,14
TOTAL	19 881 €	4 283,3	4,64
Val. Médio	1 657 €	356,9	4,64

* Só Vacaria

Exploração B

2017	Energia Elétrica	Produção Anual	Componente Energética - Energia Elétrica
	[€]	[L]	[€/1000 L]
Jan.	924 €	113 287	8,16
Fev.	836 €	108 106	7,73
Mar.	951 €	129 222	7,36
Abr.	922 €	130 540	7,06
Mai.	953 €	126 668	7,52
Jun.	106 €	131 469	0,81
Jul.	473 €	145 895	3,24
Ago.	473 €	129 073	3,67
Set.	458 €	123 272	3,71
Out.	463 €	129 034	3,59
Nov.	459 €	124 351	3,69
Dez.	617 €	125 275	4,93
TOTAL	7 636 €	1 516 192	5,04
Média Mensal	636 €	126 349	5,04

Exploração C

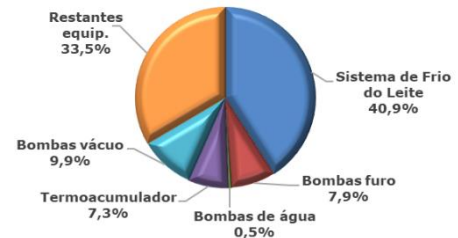
2016	Energia Elétrica	Produção Anual	Componente Energética - Energia Elétrica
	[€]	[L]	[€/1000 L]
Jan.	275 €	42 875,0	6,41
Fev.	356 €	45 668,0	7,79
Mar.	209 €	45 520,0	4,59
Abr.	342 €	40 792,0	8,38
Mai.	225 €	47 524,0	4,73
Jun.	242 €	49 735,0	4,87
Jul.	217 €	51 327,0	4,24
Ago.	221 €	51 914,0	4,27
Set.	217 €	43 844,0	4,96
Out.	188 €	39 781,0	4,72
Nov.	200 €	37 897,0	5,27
Dez.	206 €	36 704,0	5,62
TOTAL	2 898 €	533 581,0	5,43
Média Mensal	241 €	44 465,1	5,43

A auditoria energética permitiu desagregar os consumos elétricos por tipologia de equipamento, no sentido de perceber os principais equipamentos consumidores de energia em cada exploração e a representação gráfica da sua percentagem (Fig. 13).

Figura 13 – Desagregação dos consumos energéticos anuais por tipologia de equipamento

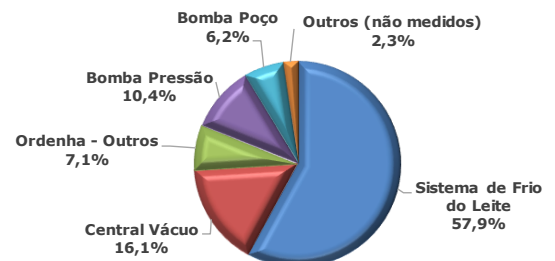
Exploração A

Setor/Equipamento	Consumo anual estimado	
	[kWh]	[%]
Sistema de Frio do Leite	65 112	40,9%
Bombas furo	12 631	7,9%
Bombas de água	795	0,5%
Termoacumulador	11 608	7,3%
Bombas vácuo	15 677	9,9%
Restantes equip.	53 248	33,5%
TOTAL	159 071	100%



Exploração B

Setor/Equipamento	Consumo anual estimado	
	[kWh]	[%]
Sistema de Frio do Leite	25 095	57,9%
Central Vácuo	6 976	16,1%
Ordenha - Outros	3 059	7,1%
Bomba Pressão	4 526	10,4%
Bomba Poço	2 702	6,2%
Outros (não medidos)	976	2,3%
TOTAL	43 333	100%



Exploração C

Setor/Equipamento	Consumo anual estimado	
	[kWh]	[%]
Robot	5 444	34,2%
Sistema de Frio do Leite	5 713	35,9%
Bomba distribuição Água	366	2,3%
Compressor	1 526	9,6%
Iluminação	1 102	6,9%
Bombas furos	1 143	7,2%
Outros	612	3,8%
TOTAL	15 905	100%



Em relação aos consumos hídricos, as explorações A e B apenas utilizavam água de captações subterrâneas e não dispunham de contadores de água. Já a exploração C consumia água de uma captação subterrânea, mas esta não era suficiente para colmatar as necessidades pelo que tinha de recorrer à água da rede. Devido à inexistência de contadores, o consumo anual de água e o custo foi calculado com base nas medições e levantamentos efetuados nos períodos de auditoria. O custo da água das captações teve em conta o consumo elétrico da bomba dos furos. A tabela 7 apresenta o consumo anual de água, bem como o seu custo estimado.

Tabela 7 – Consumo e custo total anual estimado com água

Exploração A

Origem da Água de Consumo	Consumo Total Anual		Custo Total Anual	
	[m³]	[%]	[€]	[%]
Água da Rede	0,0	0%	0 €	0%
Fonte Alternativa: Furos	15 586,1	100%	4 166 €	100%
TOTAL	15 586,1	100%	4 166 €	100%

Exploração B

Origem da Água de Consumo	Consumo Total Anual		Custo Total Anual	
	[m³]	[%]	[€]	[%]
Água da Rede	0,0	0%	0 €	0%
Fonte Alternativa: Furos	7 163,6	100%	709 €	100%
TOTAL	7 163,6	100%	709 €	100%

Exploração C

Origem da Água de Consumo	Consumo Total Anual		Custo Total Anual	
	[m ³]	[%]	[€]	[%]
Água da Rede	1 375,0	53%	2 556 €	87%
Fonte Alternativa: Furos	1 237,7	47%	375 €	13%
TOTAL	2 612,7	100%	2 931 €	100%

O custo anual com a água e a produção anual de leite permitiu calcular mais um indicador que é o custo com a água em euros para produzir 1000 litros de leite (tabela 8).

Tabela 8 – Custo em euros com a água para produzir mil litros de leite

Exploração A

2017	Fonte Alternativa: Furos	Produção Anual (Leite)	Componente Hídrica
	[€]	[L]	[€/1000 L]
TOTAL	2 954,5 €	4 283 273	0,690 €
Val. Médio	246,2 €	356 939	0,690 €

Exploração B

2017	Fonte Alternativa: Furos	Produção Anual (Leite)	Componente Hídrica
	[€]	[L]	[€/1000 L]
TOTAL	708,9 €	1 516 192	0,468 €
Val. Médio	59,1 €	126 349	0,468 €

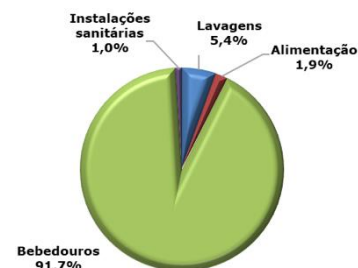
Exploração C

2016	Água da Rede	Fonte Alternativa: Furos	Custo Total	Produção Anual (Leite)	Componente Hídrica
	[€]	[€]	[€]	[L]	[€/1000 L]
TOTAL	2 556,3 €	374,8 €	2 931,0 €	533 581	5,49 €
Val. Médio	213,0 €	31,2 €	244,3 €	44 465	5,49 €

Pretendeu-se desagregar os consumos de água por atividade e para tal recorreu-se às medições efetuadas com o caudalímetro e com informações recolhidas durante o período da auditoria. Para o consumo de água pelos animais estimou-se um volume de 90 litros por dia por animal em produção e 45 litros nos restantes para a exploração A e para a exploração B e C de 90 litros por dia por animal em produção e 20 litros nos restantes. A figura 14 apresenta o consumo anual de água estimado por setor/equipamento e a representação gráfica da percentagem de consumo água por atividade.

Exploração A

Setor/equipamento	Consumo Estimado	
	[m ³ /ano]	[%]
Lavagens	843,8	5,4%
Alimentação	302,9	1,9%
Bebedouros	14 288,5	91,7%
Instalações sanitárias	150,8	1,0%
Total	15 586,1	100%



Exploração B

Setor/equipamento	Consumo Estimado	
	[m ³ /ano]	[%]
Bebedouros	5 146,5	71,8%
Lavagens	1 989,4	27,8%
Instalações sanitárias	20,4	0,3%
Alimentação	7,3	0,1%
Total	7 163,6	100,0%



Exploração C

Setor/equipamento	Consumo Estimado	
	[m ³ /ano]	[%]
Lavagens	392,22	15,0%
Alimentação	116,47	4,5%
Bebedouros	2 079,75	79,6%
Instalações sanitárias	24,26	0,9%
Total	2 612,70	100%

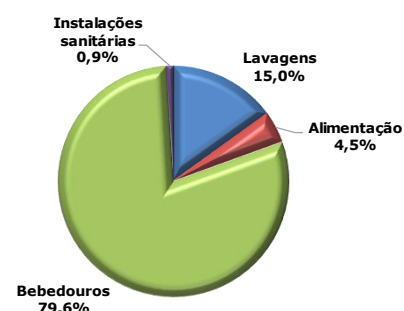


Figura 14 – Consumo anual de água por setor/equipamento por exploração.

Com os resultados e indicadores obtidos na auditoria foram propostas medidas de utilização racional de energia (URE) e água (URA). As medidas propostas bem como o custo e período de retorno são apresentadas na tabela 9.

Tabela 9 – Medidas de utilização racional de energia (URE) e água (URA) propostas

Exploração A

Medida n.º	MEDIDA DE URE	Poupanças Energéticas			Poupanças Económicas Anuais	Investimento	Período de Retorno	Redução do consumo energético
		Energia Elétrica	Poupanças Energéticas Anuais					
		[kWh]	[tep]	[t CO ₂]				
1	Implementação de Contadores de Água	1 230	0,3	0,6	154 €	449 €	2,9	0,36%
2	Substituição da Iluminação	10 054	2,2	4,7	1 257 €	3 548 €	2,8	2,97%
	TOTAL	11 284	2.4	5.3	1 410 €	3 997 €	2.8	3.3%

Exploração B

Medida n.º	MEDIDA DE URE	Poupanças Energéticas			Poupanças Económicas Anuais	Investimento	Período de Retorno	Redução do consumo elétrico
		Energia Elétrica	Poupanças Energéticas Anuais					
		[kWh]	[tep]	[t CO ₂]				
1	Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo	11 803	2,5	5,5	3 587 €	28 055 €	7,8	27,2%
2	Pré-arrefecimento do leite antes do tanque de refrigeração	9 886	2,1	4,6	1 562 €	3 000 €	1,9	22,8%
3	Aproveitamento de água da chuva para lavagens	481	0,1	0,2	76 €	1 547 €	20,3	1,1%
4	Substituição de lâmpadas fluorescentes por tubos LED equivalentes	1 340	0,3	0,6	212 €	263 €	1,2	3,1%
TOTAL		23 509	5.1	11.0	5 437 €	32 866 €	6.0	54.3%

Medida n.º	MEDIDA DE URA	Poupanças Hídricas		Poupanças Globais Anuais		Investimento	Período de Retorno	Redução do Consumo de Água
		Fonte Alternativa: Furos						
		[m³]	[€]	[m³/ano]	[€/ano]			
3	Aproveitamento de água da chuva para lavagens	857,3	(1)	857,3	(1)	(1)	-	12,0%
5	Adaptação de ponteiros nas mangueiras de limpeza de equipamentos e de pavimentos	830,1	82,1 €	830,1	82,1 €	60,0 €	0,7	11,6%
6	Aplicação de redutores de caudal nas torneiras dos lavatórios	43,8	4,3 €	43,8	4,3 €	3,9 €	0,9	0,6%
TOTAL		1 731,2	86,5 €	1 731,2	86,5 €	63,9 €	0,7	24,2%

(1) As economias e investimento já foram consideradas nas poupanças elétricas, uma vez que o custo da água é apenas referente à energia consumida na captação.

Exploração C

Medida n.º	MEDIDA DE URE	Poupanças Energéticas			Poupanças Económicas Anuais	Investimento	Período de Retorno	Redução do consumo energético
		Energia Elétrica	Poupanças Energéticas Anuais					
		[kWh]	[tep]	[t CO ₂]				
1	Instalação de uma central fotovoltaica para autoconsumo	14 613	3,1	6,9	3 049 €	13 920 €	4,6	37,11%
2	Pré-arrefecimento do leite antes do tanque de refrigeração	2 251	0,5	1,1	363 €	3 000 €	8,3	5,72%
TOTAL		16 864	3,6	7,9	3 412 €	16 920 €	5,0	42,8%

Medid a n.º	MEDIDA DE URA	Poupanças Hídricas		Poupanças Globais Anuais		Investimento	Período de Retorno	Redução do Consumo de Água
		Água da Rede		[m³/ano]	[€/ano]			
		[m³]	[€]					
1	Aproveitamento da água da chuva para lavagens	325,2	605 €	325,2	605 €	1 547 €	2,6	12,4%
2	Adaptação de ponteiros nas mangueiras de limpeza de equipamentos e de pavimentos	101,9	189 €	101,9	189 €	30 €	0,2	3,9%
3	Aplicação de redutores de caudal nas torneiras dos lavatórios	15,4	29 €	15,4	29 €	12 €	0,4	0,6%
4	Redução do volume dos depósitos dos autoclismos	6,6	12 €	6,6	12 €	- €	0,0	0,3%
TOTAL		449.1	835 €	449.1	835 €	1 589 €	1.9	17.2%

Com a análise dos principais indicadores energéticos e hídricos, podemos observar que o consumo energético foi maior na exploração A, a de maior dimensão e que apresenta uma ordenha convencional (Fig.15). Este valor seria expectável uma vez que o sistema de arrefecimento do leite é o principal consumidor de energia elétrica nas 3 explorações e a exploração A dispõe de 3 tanques com grande capacidade. Se analisarmos o custo em euros em energia elétrica para produzir 1000 litros de leite verificamos que a exploração A é a que

apresenta o menor custo, mas este facto deve-se a que esta exploração dispõe de uma tarifa de média tensão, que apresenta um preço de quilowatt médio mais baixo do que as tarifas de baixa tensão.

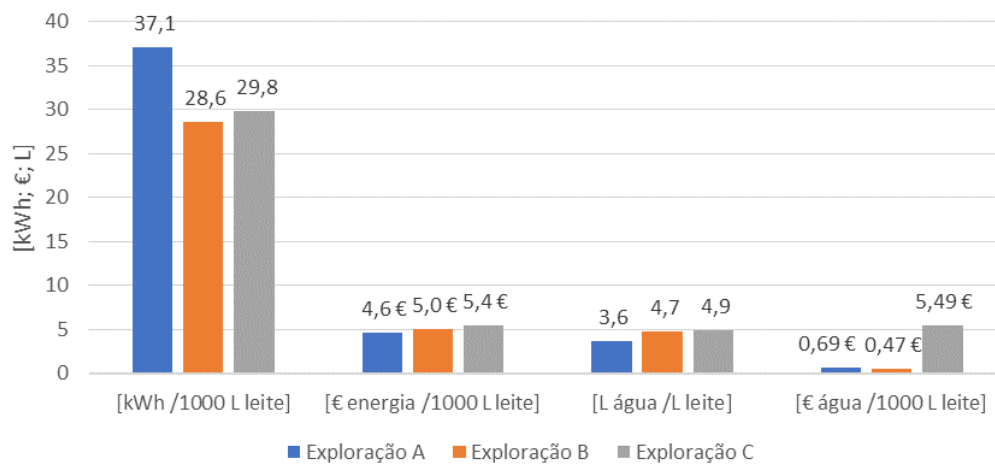


Figura 15 – Resumo dos principais indicadores energéticos e hídricos por exploração.

No que se refere à quantidade de água necessária para produzir um litro de leite, a exploração A destacou-se pela positiva pois apenas precisa de 3.6 litros face aos 4.7 e 4.9 das explorações B e C respetivamente. Este facto pode ser explicado pela localização geográfica da exploração A, Alentejo, ou seja, a disponibilidade de água é muito menor o que se traduz em medidas de gestão e racionamento de água muito mais assertivas. Este valor ainda é mais significativo uma vez que a quantidade de água fornecida aos animais que não estão em produção é de 45L face aos 20L da exploração B e C. Já o custo com a água é o indicador que apresenta as diferenças mais significativas, uma vez que a exploração C usa água da rede o que se traduz num custo de 5.49€ com a água para produzir 1000 L de leite, face a 0.69€ e 0.47€ da exploração A e B respetivamente.

A água proveniente das captações subterrâneas apresenta de facto um custo quase residual quando comparada com a água da rede pois o seu custo está associado ao consumo de bomba do furo, cuja potência está diretamente correlacionada com a profundidade do furo. O preço médio por metro cubico da água proveniente das captações subterrâneas dos casos de estudo foi de 0,22 € em contraste com 1,85 € da água de rede pagos pela exploração C. A não existência de contadores de água torna impossível efetuar uma correta avaliação dos consumos e perceber se estão a ser cometidos excessos no consumo. A gestão da água subterrânea é um problema estrutural complexo e quando esta é abundante e visto o seu custo ser residual, o cuidado com a sua gestão e racionamento é muitas vezes negligenciado. Isto é visível nos casos de estudo onde a percentagem de água para lavagens na exploração A é de 5.4% face aos 27.8% da exploração B e 15% da exploração C. Importaria analisar os boletins de contraste leiteiro para perceber se a qualidade de leite não está afetada pelo

menor uso de água nas lavagens, mas sendo estes uma exploração de grande dimensão a qualidade do leite deverá estar assegurada e estes valores são atingidas por medidas de racionamento e consciencialização de que a água é um bem escasso.

Segundo o estudo realizado por Upton (2013) na Irlanda o consumo elétrico principal foi para o sistema de frio com 31%, aquecimento de água 23% e sistema de vácuo 20%. Já o estudo elaborado por Duman (2016) na Turquia conclui que o sistema de frio representou 36.4% do consumo elétrico e o sistema de vácuo 35.7%. Os valores médios dos casos de estudo foram de 45% do consumo elétrico para os sistemas de refrigeração do leite. De realçar o consumo elétrico para o aquecimento de águas que foi praticamente inexistente, o que contrasta com o estudo de Upton (2013) cujo consumo foi de 23%. Este facto pode ser explicado pela presença de um sistema de permutador de calor instalado nos sistemas de refrigeração que permitem o aquecimento da água praticamente sem consumo energético.

De facto, em termos de medidas de eficiência energética as explorações já dispunham de equipamentos para aumentar a eficiência energética como o caso dos variadores de velocidade na bomba de vácuo e da instalação de um permutador de calor no sistema de frio. Isto, denota uma preocupação com a otimização os custos de produção e um estudo dos períodos de retorno dos investimentos. Uma das medidas que poderia ser equacionada seria a instalação de um sistema de pré-arrefecimento do leite, contudo este iria reduzir o potencial de aquecimento das águas, uma vez que o calor produzido pelos sistemas de frio seria menor pois o leite já entraria nos tanques mais frio. Este facto poderá garantir um aumento da qualidade do leite pois pretende-se que ocorra um arrefecimento o mais rápido possível. A existência de um sistema de pré-arrefecimento com a presença de um permutador no sistema de frio tem de ser avaliada caso a caso no sentido de perceber se o investimento terá um período de retorno vantajoso, mas também um aumento na qualidade do leite.

Devido aos perfis de consumo, a instalação de painéis fotovoltaicos poderá não ser a medida de eficiência energética principal a adotar, uma vez que requer a instalação de acumuladores de energia para disponibilizar nos períodos de pico, das ordenhas efetuadas no início da manhã e no final da tarde, onde a existência de sol é reduzida. Em explorações que não apresentem quaisquer medidas de eficiência, os variadores e os permutadores de calor poderão atingir eficiências muito elevadas e com períodos de retorno muito menores que os sistemas solares fotovoltaicos.

Em relação a medidas de eficiência hídrica o principal problema é a não existência de contadores de água o que limita a eficaz gestão da mesma. A adoção de redutores de caudal e ponteiros de aeração (introdução de ar) nas mangueiras são medidas com um custo de investimento muito baixo e que têm um impacto direto na redução. Foi sugerido também a instalação de depósitos para recolha da água das chuvas para lavagens, contudo se as

lavagens forem dos sistemas do leite e não apenas das zonas de trabalho, o sistema de recolha da água tem de ser complementado com uma solução de desinfeção da água, pelo que poderá deixar de ser um investimento tão atrativo.

Pela avaliação dos casos de estudo percebeu-se que as explorações já estavam conscientes dos equipamentos de eficiência energética existentes e já tinham realizado alguns dos investimentos. No que à gestão da água diz respeito, importa realçar a importância da presença dos contadores e reforçar a necessidade de medidas de consciencialização para a gestão racional da água, em especial a água subterrânea que devido ao seu baixíssimo custo não é vista como uma necessidade de gestão exceto quando esta não está disponível. Seria interessante fazer o exercício de instalar caudalímetros, quantificar a água gasta anualmente e calcular o seu custo com base nas tarifas de rede pública. Seguramente que causaria um impacto significativo, como se pode observar na exploração C, onde o custo com a água foi de 5.49€ para produzir 1000 litros de leite, face à média de 0.58€ das explorações A e B.

4.2.2. Valorização do chorume

Com este capítulo pretende-se demonstrar os resultados obtidos com a aplicação da metodologia de balanço de nutrientes nos 3 casos de estudo, com o objetivo de perceber oportunidades de valorização do chorume e redução dos custos com a aplicação de fertilizantes de síntese. Para o cálculo do balanço de nutrientes foram recolhidas informações gerais da exploração que foram apresentadas nas tabelas 2, 3 e 4 do capítulo 4.1, bem como as quantidades dos fatores de produção adquiridos e as suas características e por fim as quantidades de produtos exportados da exploração. Na figura 16 são apresentadas as percentagens de Azoto de entradas nas explorações e na figura 17 as saídas.



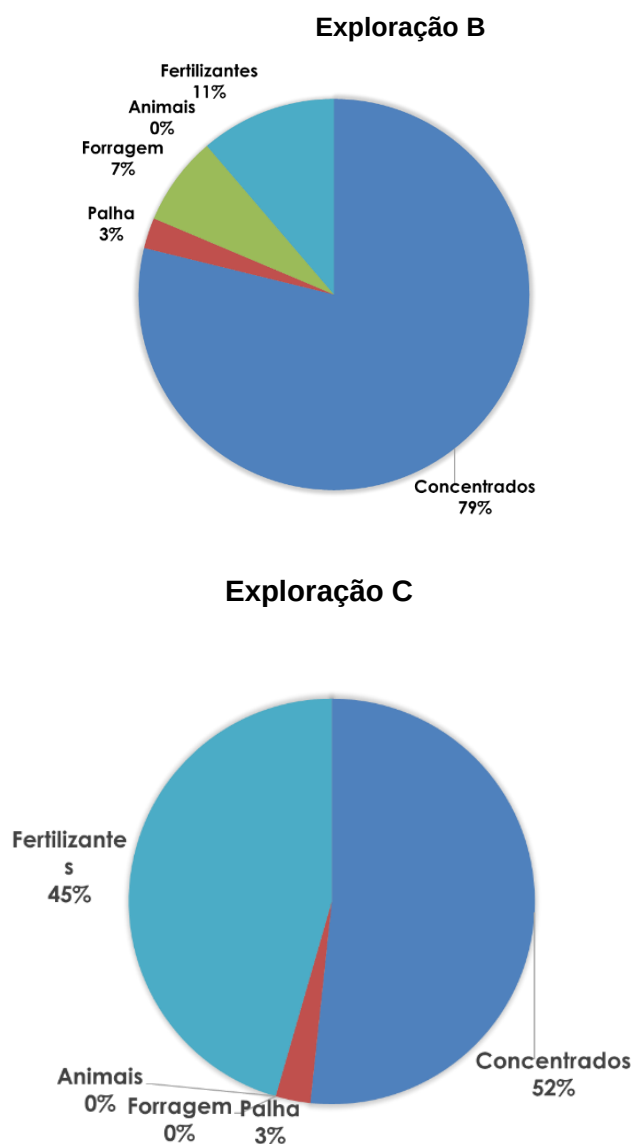


Figura 16 – Percentagem de entradas de azoto nas explorações auditadas

Pela análise percebe-se que a principal entrada de azoto (Fig. 16) nas explorações é proveniente dos concentrados, seguido dos fertilizantes. Os restantes prendem-se com a palha e a forragem.

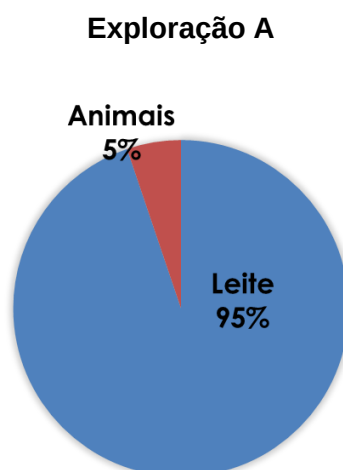




Figura 17 – Percentagem de saídas de azoto nas explorações auditadas

Pela análise das saídas de azoto das explorações estas são maioritariamente através do leite, contudo a exploração B apresenta um excesso de chorume, devido às restrições na aplicação por se encontrar em Zona Vulnerável e como tal o chorume representa 30% das saídas do azoto.

Na tabela 10 é apresentado o balanço de azoto expresso em kg de azoto por hectare para as 3 explorações dos casos de estudo.

Tabela 10 – Balanço de azoto nas explorações dos casos de estudo

	Exploração A	Exploração B	Exploração C
Entradas (kg N / ha)			
Concentrados	148	455	168
Palha	4	15	9
Forragem	0	43	0
Animais	0	0	0
Fertilizantes	72	65	148
Total de entradas	224	578	325

Saídas (kg N / ha)			
Leite	78	215	160
Animais	4	31	9
Chorume	0	106	0
Total de saídas	82	352	169
Balanço (excesso)	142	226	156

Os resultados demonstram que a exploração B apresenta o maior excesso de azoto e esse facto é explicada pelo valor de saída de azoto no chorume, uma vez que este não pode ser todo aplicado na exploração agrícola devido às restrições legais.

Já em relação à entrada com os concentrados a exploração B apresenta um valor consideravelmente superior à exploração A e C. A exploração C apresenta uma entrada de azoto nos fertilizantes quase duas vezes superior à exploração A e B.

Na tabela 11 são apresentados diversos indicadores que podem ser calculados após a aplicação do cálculo do balanço de azoto.

Tabela 11 – Expressão do balanço de azoto e índices de impacto e de eficiência

	Exploração A	Exploração B	Exploração C
kg N excesso / ha	142	226	156
kg N excesso / m ³ leite	9,98	6,24	4,82
kg N excesso / kg N exportado	1,75	0,64	0,92
g concentrado / L leite	350	435	180
kg concentrado / kg N exportado	61,3	44,6	34,6

Para os indicadores apresentados, quanto menor for o seu valor, melhor será o resultado que se traduz num aumento da eficiência das práticas culturais. O indicador quilograma de azoto em excesso por hectare representa um impacto que é observado localmente na área da exploração. Por sua vez, o indicador quilograma de azoto em excesso por metro cúbico de leite ao ser expresso por quantidade de leite representa um impacto global. Os indicadores gramas de concentrado por litro de leite e quilogramas de concentrado por quilograma de azoto exportado são indicadores que refletem a eficiência no uso de recursos.

Pela análise dos resultados observamos que a exploração C se destaca praticamente em todos os indicadores o que se traduz num conceito de intensificação sustentável, isto é, pretende-se obter uma grande eficiência no uso de recursos que não comprometa a produção e que reduza ao mínimo os impactos ambientais. A tabela 12 apresenta o balanço de fosforo nas três explorações estudadas no projeto milkEE.

Tabela 12 – Balanço de fósforo nas explorações dos casos de estudo

	Exploração A	Exploração B	Exploração C
Entradas (kg P₂O₅ / ha)			
Concentrados	51	157	58
Palha	2	6	0,5
Forragem	0	21	0
Animais	0	0	0
Fertilizantes	0	0	0
Total de entradas	53	184	64
Saídas (kg P₂O₅ / ha)			
Leite	31	78	70
Animais	3	21	6
Chorume	0	48	0
Total de saídas	34	147	76
Balanço (excesso)	19	37	- 12

Em relação ao excesso de fósforo por hectare verificou-se que a exploração C não apresenta nenhum excesso e a exploração B é a que apresenta o valor superior mais uma vez devido à saída de chorume da exploração.

A metodologia de balanço de nutrientes permite efetuar o cálculo das necessidades médias de aquisição de adubos de síntese após a aplicação das quantidades permitidas de chorume. Esta informação é apresentada na tabela 13 para os três casos de estudo.

Tabela 13 – Quantidade médias de adubos de síntese a adquirir para assegurar o potencial produtivo das culturas nas 3 explorações estudadas

	Exploração A	Exploração B	Exploração C
Quantidade média de adubos N (kg N/ha) a adquirir para assegurar o potencial produtivo das culturas	106	297	148
Quantidade média de adubos P ₂ O ₅ (kg P ₂ O ₅ / ha) a adquirir para assegurar o potencial produtivo das culturas	0	95	3

Pela análise dos resultados obtidos verificamos que a exploração B é a que necessita de adquirir maiores quantidades de azoto e fósforo para assegurar o potencial produtivo das explorações. Este resultado vai de encontro ao expectável uma vez que a quantidade permitida de aplicação é menor visto se encontrar numa zona vulnerável.

Por sua vez a exploração A é a que apresenta o melhor desempenho e não necessita sequer de efetuar aplicações de fosforo de síntese pois o chorume aplicado é suficiente para garantir o potencial produtivo das culturas.

Foi efetuada uma comparação dos resultados obtidos nos casos de estudo com os resultados obtidos no projeto Europeu GreenDairy que efetuou balanços de azoto em diversas explorações da Europa. Essa comparação é apresentada nas figuras 18 e 19.

Excesso de azoto (kg N/ha SAU)

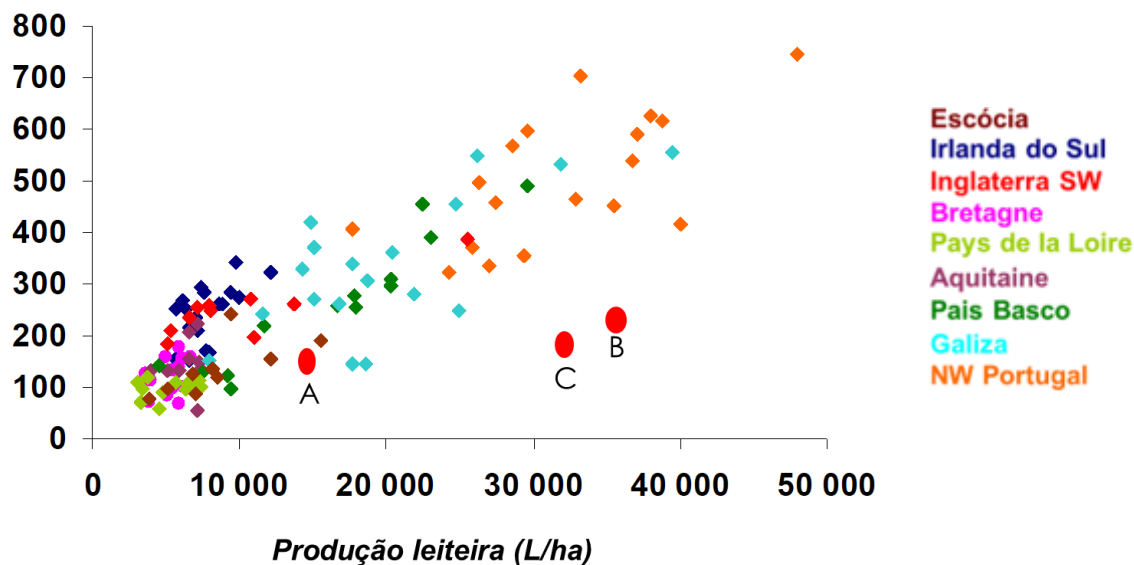


Figura 18 – Comparação entre os dados obtidos no projeto milKEE e os dados do projeto europeu GreenDairy ocorrido entre 2002 e 2007 – Excesso de azoto (kg N/ ha SAU) por produção leiteira (L/ha)

Excesso de N (kg N/1 000 L)

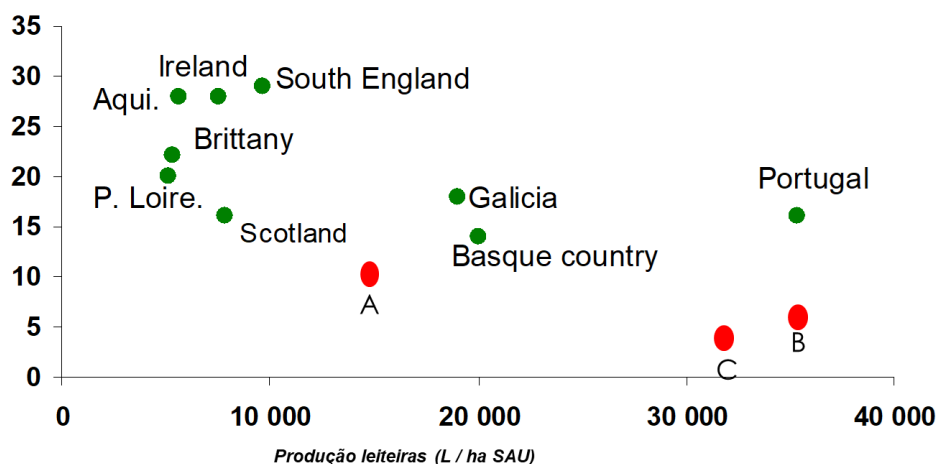


Figura 19 – Comparação entre os dados obtidos no projeto milKEE e os dados do projeto europeu GreenDairy ocorrido entre 2002 e 2007 – Excesso de azoto (kg N/ 1000 L) por produção leiteira (L/ha SAU)

Verificou-se que as explorações obtiveram um desempenho muito significativo face às explorações do noroeste de Portugal estudadas no projeto. Estas diferenças têm muito a ver

com a mudança nas práticas culturais onde se notou um progresso excelente. A aplicação de nutrientes de síntese em excesso foi algo apontado nos resultados do projeto GreenDairy.

Os balanços de nutrientes são uma ferramenta simples, mas poderosa pois permitem:

- Acompanhar no tempo a evolução da exploração e o efeito de medidas de gestão e alternativas técnicas
- Estimar a dimensão das perdas
- Comparação da performance com outras explorações – incentivo à melhoria

4.3. Processo geral de utilização da ferramenta milKEE

Este campo pretende demonstrar a utilização geral e o processo de registo na plataforma milKEE. Esta encontra-se disponível no endereço www.milkee.pt.

Na página inicial, são oferecidos os menus Sobre a Plataforma, Registo, Login e Contactos são apresentados (Fig. 20). Um dos campos da plataforma é a apresentação do âmbito, objetivos, metodologia e o processo sem a necessidade de efetuar qualquer registo.

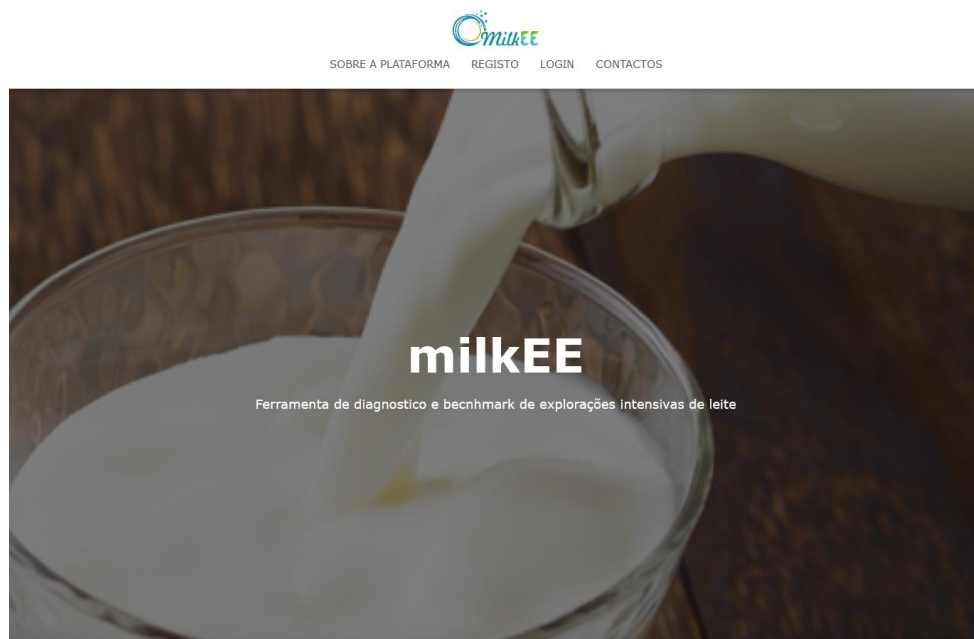


Figura 20 – Página inicial da ferramenta milKEE

O campo de registo, distingue dois tipos de perfis: agricultor e técnico. O objetivo desta diferenciação no registo do utilizador prendeu-se com a necessidade dos técnicos das cooperativas puderem introduzir diferentes explorações dos seus associados com o mesmo utilizador (Fig. 21).

Para estimular a utilização e mitigar a dificuldade da partilha de dados associados à possível transmissão de conhecimento ou possíveis incumprimentos legais, a plataforma foi desenhada para que a única informação que possa identificar o utilizador é o nome e o email.

SOBRE A PLATAFORMA REGISTO LOGIN CONTACTOS

Registo

Por favor efetue o seu registo para poder aceder a todas as funcionalidades da ferramenta milkEE

Tipo de utilizador

☐ Técnico

☐ Produtor

Utilizador *

Password *

Enter password again *

Nome *

Email *

Figura 21 – Página de registo na plataforma milkEE

O campo *Login* abre o acesso à plataforma após registo. No campo Contactos são disponibilizados os contactos do projeto para esclarecimento de dúvidas e problemas relacionados com utilização da plataforma. Após o registo são apresentados os menus: 1) Instruções; 2) Introdução de dados; 3) Indicadores; 4) Casos de Estudo; 5) Benchmark; 6) Manual de Boas praticas; 7) Área de cliente (Fig. 22).



Figura 22 – Página inicial apresentada após o login

4.4. Descrição dos campos da ferramenta milKEE

Este capítulo pretende detalhar os menus da plataforma e explicar os indicadores desenvolvidos e apresentados tendo por base os resultados dos casos de estudo.

4.4.1. Instruções

Este menu pretendeu fornecer informações sobre qual o objetivo de cada menu da plataforma (Fig. 23).

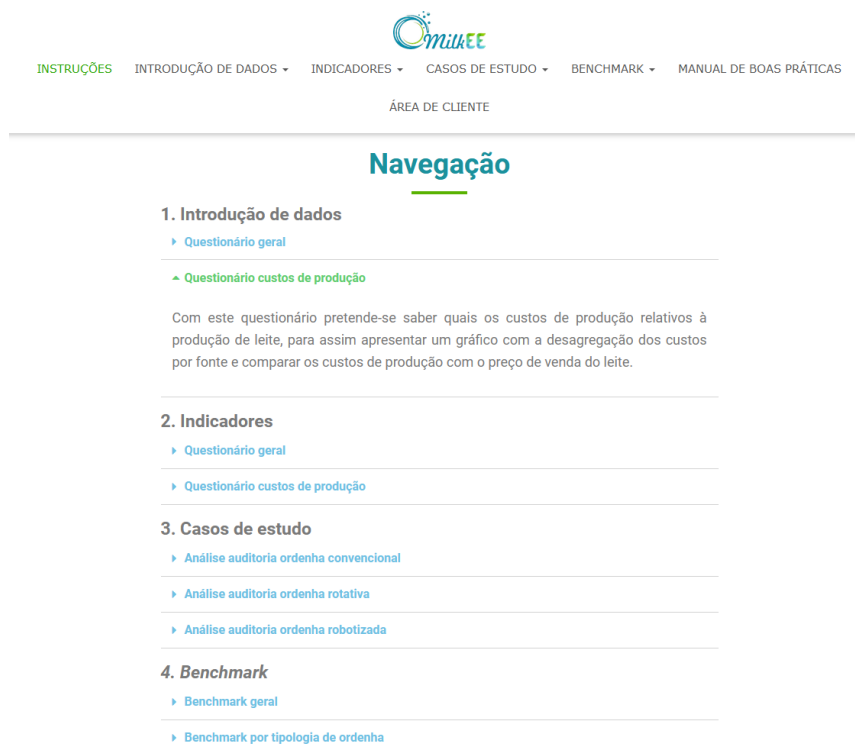


Figura 23 – Imagem do menu Instruções da plataforma milKEE

4.4.2. Introdução de dados

O menu introdução de dados foi dividido em dados gerais, dados sobre os custos de produção e questionário sobre os equipamentos. Apenas o preenchimento do questionário geral é necessário para a obtenção dos indicadores e da execução do benchmarking.

a. Questionário geral

Este questionário pretendeu recolher todas as informações sobre a exploração necessárias para executar os cálculos relativos aos indicadores. As questões foram divididas em:

Dados Gerais

- Qual ano dos valores que irá inserir?
- Qual a região onde se situa a sua exploração? Checkbox: Norte | Centro | Lisboa | Alentejo | Algarve | Açores | Madeira
- Qual a entidade a quem vende o leite? Checkbox: AGROS | LACTICOOP | PROLEITE | Outra – Qual?
- Quantidade de leite produzido anualmente (L)?
- Proteína bruta média do leite(g/kg)?
- Volume do tanque de armazenamento de chorume (m3)?

INSTRUÇÕES INTRODUÇÃO DE DADOS INDICADORES CASOS DE ESTUDO BENCHMARK MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

ÁREA DE CLIENTE

Dados Gerais

Qual ano dos valores que irá inserir? *

Qual a região onde se situa a sua exploração? *

☐ Norte

☐ Centro

☐ Área metropolitana de Lisboa

☐ Alentejo

☐ Algarve

☐ Açores

☐ Madeira

Qual a entidade a quem vende o leite? *

☐ Agros

☐ Proleite

☐ Lacticoop

☒ Outra

Qual? *

Quantidade de leite produzido anualmente (L) *

Proteína bruta média do leite(g/kg) *

Volume do tanque de armazenamento de chorume (m3) *

Figura 24 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Gerais

Dados Efetivo

- Número de vacas leiteiras?
- Número de vacas secas?
- Novilha(o)s com 1 a 2 anos?
- Novilha(o)s com 6 meses a 1 ano?
- Vitela(o)s < 6 meses?



[INSTRUÇÕES](#)
[INTRODUÇÃO DE DADOS ▾](#)
[INDICADORES ▾](#)
[CASOS DE ESTUDO ▾](#)
[BENCHMARK ▾](#)
[MANUAL DE BOAS PRÁTICAS](#)

ÁREA DE CLIENTE

Dados Efetivo

Número de vacas leiteiras *

Número de vacas secas *

Novilha(o)s com 1 a 2 anos *

Novilha(o)s com 6 meses a 1 ano *

Vitela(o)s < 6 meses *

PÁG. SEGUINTE

Figura 25 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Efetivo

Dados Energéticos

- Fontes de energia que utiliza na instalação? Checkbox: Eletricidade | Gás | Gasóleo | Gasolina
- Quantidades consumidas das fontes de energia selecionadas?
- Custo com as fontes de energia selecionadas (€)?
- Possui fontes de energia renováveis? Se sim quais? Checkbox: Fotovoltaica | Eólica | Solar Térmica

Dados da Instalação

Dados Energéticos

Fontes de energia que utiliza na instalação *

- ☒ Eletricidade
☐ Gás
☒ Gasóleo
☐ Gasolina

Energia elétrica consumida anualmente (kWh) *

Custo de energia elétrica anual (€) *

Valores sem IVA

Gasóleo consumido anualmente (litros) *

Custo de gasóleo anual (€) *

Sem IVA

Possui fontes de energia renováveis? *

- ☒ Sim
☐ Não

Que fontes de energia renováveis possui? *

- ☐ Fotovoltaica
☐ Eólica
☐ Solar Térmica

Figura 26 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Efetivo

Dados Hídricos

- Utiliza água da rede na exploração? Seleção: Sim / Não
- Utiliza água da rede para produção de forragem?
- Quantidade de água consumida da rede (m³ / ano)?
- Custo anual da água consumida pela rede (€ / ano)?
- Número de captações de água?
- Quantidade anual de água consumida das captações (m³ / ano)?
- Custo anual da água consumida das captações (€ / ano)?

Dados Hídricos

Utiliza água da rede na exploração? *

- ☒ Sim
☐ Não

Utiliza água da rede para produção de forragem? *

- ☒ Sim
☐ Não

Quantidade de água consumida da rede (m3 / ano) *

Custo anual da água consumida pela rede (€ / ano) *

Número de captações de água *

Quantidade anual de água consumida das captações (m3 / ano) *

Custo anual da água consumida das captações (€ / ano) *

PÁG. ANTERIOR

PÁG. SEGUINTE

Figura 27 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Hídricos

Dados Culturais

- A sua exploração situa-se em Zona Vulnerável (ZV)? Seleção: Sim / Não
- Que tipos de forragem produz? Checkbox: Milho | Azevém | Nenhuma | Outra?
- Área de milho fora de ZV (ha)?
- Área de cultura de inverno fora de ZV (ha)?
- Área de milho em ZV (ha)?
- Área de cultura de inverno em ZV (ha)?
- Produção forrageira verificada de milho (t MS / ha)? Pré-preenchido com valor de referência para o milho de 21 toneladas de matéria seca por hectare (t MS / ha)
- Produção forrageira verificada de Cultura de Inverno (t MS / ha)? Pré-preenchido com valor de referência para o azevém de 9 toneladas de matéria seca por hectare (t MS / ha)

Dados Culturas

A sua exploração situa-se em Zona Vulnerável? (ZV) *

- ☒ Sim
☐ Não

Que tipos de forragem produz? *

- ☒ Milho
☒ Azevém
☐ Nenhuma
☐ Outra

Área de milho fora de ZV (ha) *

Área de cultura de inverno fora de ZV (ha) *

Área de milho em ZV (ha) *

Área de cultura de inverno em ZV (ha) *

Produção forrageira verificada de milho (t MS / ha) *

Obs: Unidade em Tonelada de Matéria Seca por Hectare

Produção forrageira verificada de Cultura de Inverno (t MS / ha) *

Obs: Unidade em Tonelada de Matéria Seca por Hectare

PÁG. ANTERIOR

PÁG. SEGUINTE

Figura 28 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Culturas

Dados Culturas

- Tipologia de ordenha? Checkbox: Convencional | Rotativa | Robot
- Possui variador eletrónico de velocidade na bomba de vácuo? Seleção: Sim / Não
- Possui variador eletrónico de velocidade na bomba de leite? Seleção: Sim / Não
- Possui permutador para pré-arrefecimento do leite? Seleção: Sim / Não
- Possui permutador para recuperação do calor do sistema de frio para aquecimento de água? Seleção: Sim / Não
- Que tipo de iluminação possui? Checkbox: LED | Fluorescentes | Outro? Qual?

- Possui sistemas de ventilação no estábulo? Seleção: Sim / Não
- Possui variadores de velocidade nos seus sistemas de ventilação? Seleção: Sim / Não
- Possui termostato para controlo da temperatura do ar do estábulo? Seleção: Sim / Não
- Qual o tipo de sistema de ventilação que utiliza? Checkbox: Ventoínhas de alto volume e baixa velocidade (teto) | Ventiladores laterais
- Qual a tipologia do compressor do sistema de frio? Checkbox: Scroll | Pistão | Outro? Qual?
- Possui separador de fase líquida e sólida na fossa? Seleção: Sim / Não

INSTRUÇÕES
INTRODUÇÃO DE DADOS
INDICADORES
CASOS DE ESTUDO
BENCHMARK

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS
ÁREA DE CLIENTE

Dados Equipamentos

Tipologia de ordenha

☐ Convencional
☐ Rotativa
☐ Robot

Possui variador eletrónico de velocidade na bomba de vácuo?

☐ Sim
☐ Não

Possui variador eletrónico de velocidade na bomba de leite?

☐ Sim
☐ Não

Possui permutador para pré-aquecimento do leite?

☐ Sim
☐ Não

Possui permutador para recuperação do calor do sistema de frio para aquecimento de água?

☐ Sim
☐ Não

Que tipo de iluminação possui?

☐ LED
☐ Fluorescentes
☐ Outro

Possui sistemas de ventilação no estábulo?

☐ Sim
☐ Não

Possui termostato para controlo da temperatura do ar do estábulo?

☒ Sim
☐ Não

Qual a tipologia do compressor do sistema de frio?

☐ Scroll
☐ Pistão
☐ Outro

Possui separador de fase líquida e sólida na fossa?

☐ Sim
☐ Não

Figura 29 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Dados Culturas

Balanço de nutrientes

Entradas – Fertilizantes

- Número de fertilizantes utilizados? Checkbox: 1 | 2 | 3 | 4 | 5
- Quantidade anual de fertilizante nº1 utilizado (ton)?
- Percentagem de azoto (N) no fertilizante nº1?
- Percentagem de fósforo (P) no fertilizante nº1?
- Percentagem de Potássio (K) no fertilizante nº1?
- Repetição pelo número de fertilizantes selecionados

Entradas – Concentrados

- Número de concentrados utilizados? Checkbox: 1 | 2 | 3 | 4 | 5
- Quantidade anual de concentrados nº1 utilizado (ton)?
- Percentagem de azoto (N) no concentrados nº1?
- Percentagem de fósforo (P) no concentrados nº1?
- Percentagem de Potássio (K) no concentrados nº1?
- Repetição pelo número de concentrados selecionados

Entradas – Animais adquiridos

- Vacas > 2 anos?
- Novilha (o)s com 1 a 2 anos?
- Vitela(o)s < 1 ano?

Entradas – Forragem

- Quantidade anual de milho adquirido (ton)?
- Quantidade anual de azevém adquirido (ton)?

Entradas – Outros produtos

- Quantidade anual de palha adquirida (ton)?
- Quantidade anual de leite de substituição adquirido (ton)?
- Percentagem de proteína bruta do leite de substituição?

Entradas – Água de rega

- Número anual de regas?
- Dotação média de cada rega (mm)?
- Teor de nitratos presentes na água de rega (mg NO₃- / L)?

Saídas – Animais vendidos

- Vacas > 2 anos?
- Novilha (o)s com 1 a 2 anos?

- Vitela(o)s < 1 ano?

Saídas – Forragem vendida

- Quantidade anual de milho vendido (ton)?
- Quantidade anual de azevém vendido (ton)?

Saídas – Chorume exportado

- Quantidade anual de chorume exportado (m3)?



[INSTRUÇÕES](#)
[INTRODUÇÃO DE DADOS ▾](#)
[INDICADORES ▾](#)
[CASOS DE ESTUDO ▾](#)
[BENCHMARK ▾](#)
[MANUAL DE BOAS PRÁTICAS](#)

ÁREA DE CLIENTE

Balanco de nutrientes

Entradas

Fertilizantes

Número de fertilizantes utilizados *

☒ 1
 ☐ 2
 ☐ 3
 ☐ 4
 ☐ 5

Fertilizante nº1

Quantidade anual de fertilizante nº1 utilizado (ton) *

Percentagem de azoto (N) no fertilizante nº1 *

Percentagem de fósforo (P) no fertilizante nº1 *

Percentagem de Potássio (K) no fertilizante nº1 *

Figura 30 – Menu introdução de dados » Questionário Geral » Balanço de nutrientes

b. Questionário custos de produção

Este questionário tem como objetivo calcular e desagregar todos os custos anuais com a produção de leite. As questões efetuadas são as seguintes:

- Qual o ano dos valores que irá inserir?
- Preço de venda do Litro de leite (€)
- Custos com a alimentação (€)
- Custos com pessoal (€)
- Custos de veterinário (€)
- Custos de manutenção (€)
- Custos com a cama (€)
- Outros gastos (€)
- Amortizações
- Custos financeiros (€)
- Custos com fertilizantes (€)

INSTRUÇÕES INTRODUÇÃO DE DADOS ▾ INDICADORES ▾ CASOS DE ESTUDO ▾ BENCHMARK ▾ MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

ÁREA DE CLIENTE



Outros Custos de Produção

Qual o ano dos valores que irá inserir?

Preço de venda do Litro de leite (€)

Custos com a alimentação (€)

Custos com pessoal (€)

Custos de veterinário (€)

Custos de manutenção (€)

Figura 31 – Menu introdução de dados » Questionário Custos de Produção

c. Questionário características dos equipamentos

Este questionário tem como objetivo calcular e desagregar os consumo e custos com a energia elétrica por tipologia de equipamento. As questões efetuadas são as seguintes:

- Potência da bomba de vácuo (kW)
- Número de horas diárias de funcionamento?
- Potência da bomba de leite?
- Número de horas diárias de funcionamento?
- Potência do sistema de frio (kW)?
- Número de horas diárias de funcionamento?
- Potência da bomba de captação de água (kW)?
- Número de horas diárias de funcionamento?
- Potência da bomba de pressão de água (kW)?
- Número de horas diárias de funcionamento?
- Somatório da potência do sistema de iluminação (kW)?
- Número de horas diárias de funcionamento?

INSTRUÇÕES INTRODUÇÃO DE DADOS ▾ INDICADORES ▾ CASOS DE ESTUDO ▾ BENCHMARK ▾ MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

ÁREA DE CLIENTE

Características dos Equipamentos

Potência da bomba de vácuo (kW)

Número de horas diárias de funcionamento?

Potência da bomba de leite?

Número de horas diárias de funcionamento?

Potência do sistema de frio (kW)?

Número de horas diárias de funcionamento?

Figura 32 – Menu introdução de dados » Questionário características dos Equipamentos

4.4.3. Indicadores

No menu Indicadores serão calculados e apresentados os indicadores tendo por base as informações recolhidas no menu introdução de dados. Estes foram divididos em: 1) indicadores; 2) Chorume e balanço de nutrientes; Custos de produção de leite; Custos energéticos com equipamentos. De seguida são detalhados cada destes submenus.

a. Energéticos e hídricos

Para a apresentação do benchmarking de eficiência energética ser mais exato, foram definidos 4 cenários com base na presença ou ausência dos principais equipamentos de eficiência energética utilizados em explorações intensivas de leite. Os cenários estabelecidos são os seguintes:

- A. Exploração com variador de velocidade na bomba de vácuo + Permutador para recuperação do calor do sistema de frio para aquecimento de águas + Permutador para pré-arrefecimento do leite
- B. Exploração com variador de velocidade na bomba de vácuo + Permutador para recuperação do calor do sistema de frio para aquecimento de águas
- C. Exploração com variador de velocidade na bomba de vácuo
- D. A exploração não possui variadores de velocidade nem nenhum tipo de permutadores de calor

A página está dividida em análises gráficas dos indicadores energéticos e hídricos e em propostas de medidas de melhoria.

A análise gráfica começa com a apresentação dos custos com a energia (todas as fontes de energia inseridas no formulário), bem como os custos com a água (rede + captações), necessários para produzir 1000 litros de leite (Fig. 33).

Custos Energéticos e de Água por 1000 litros de leite produzido (€/1000L leite)

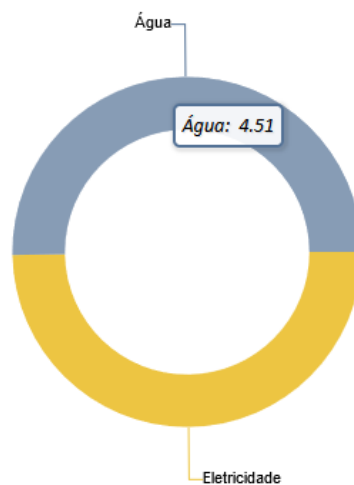
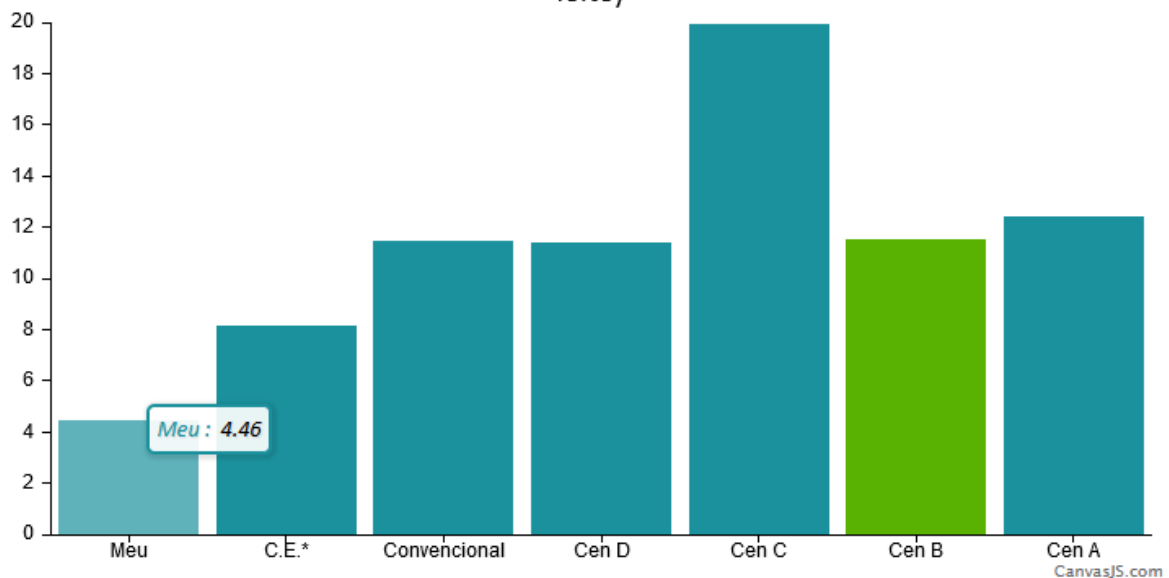


Figura 33 – Custos energéticos e de água, em euros, necessários para produzir 1000 litros de leite

O segundo gráfico apresentado no menu Indicadores energéticos e hídricos (Fig. 34) calcula o custo médio de eletricidade gasto na produção de 1000 litros de leite na exploração em estudo (primeira coluna) e compara esse com o obtido no caso de estudo com tipologia de ordenha semelhante à exploração em análise (segunda coluna), com a média do custo de eletricidade dos produtores com tipologia de ordenha idêntica à exploração em análise (terceira coluna) e com as médias do custo de eletricidade por cenário de eficiência energética entre os produtores com a mesma tipologia de ordenha que a em análise (colunas 4 a 7). A coluna sinalizada a verde indica o cenário atual de eficiência energética da exploração em estudo, tendo por base os equipamentos que foram inseridos no questionário.

Média de Custo de Eletricidade para a sua tipologia de ordenha (€ eletricidade / 1000L leite)

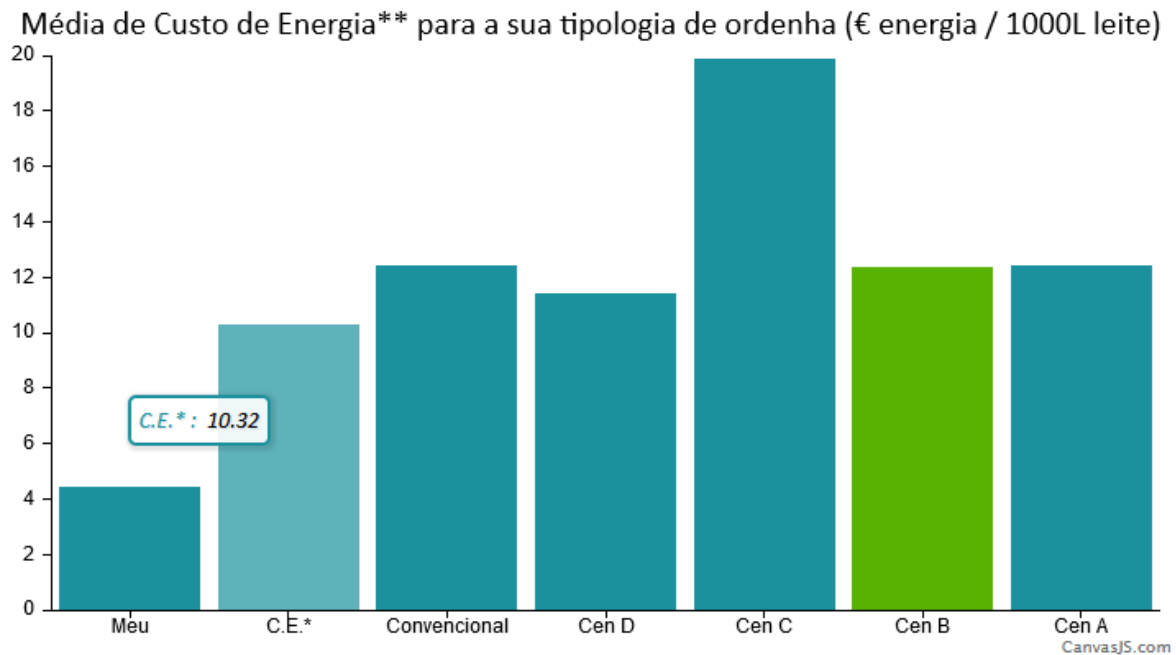


* C.E. - Caso de Estudo

Figura 34 – Benchmarking do custo de eletricidade por 1000 Litros de leite para a mesma tipologia de ordenha

O terceiro gráfico apresentado no menu Indicadores energéticos e hídricos (Fig. 35) calcula o custo médio de energia (todas as formas de energia inseridas por si no questionário) gasto na produção de 1000 litros de leite na sua exploração (primeira coluna) e compara esse custo com o obtido no caso de estudo com tipologia de ordenha semelhante à exploração analisada (segunda coluna), com a média do custo de energia dos produtores com tipologia de ordenha idêntica à analisada (terceira coluna) e com as médias do custo total de energia por cenário de eficiência energética entre os produtores com a mesma tipologia de ordenha analisada (colunas 4 a 7).

A coluna sinalizada a verde indica o cenário atual de eficiência energética da exploração em análise, tendo por base os equipamentos que foram inseridos no questionário.



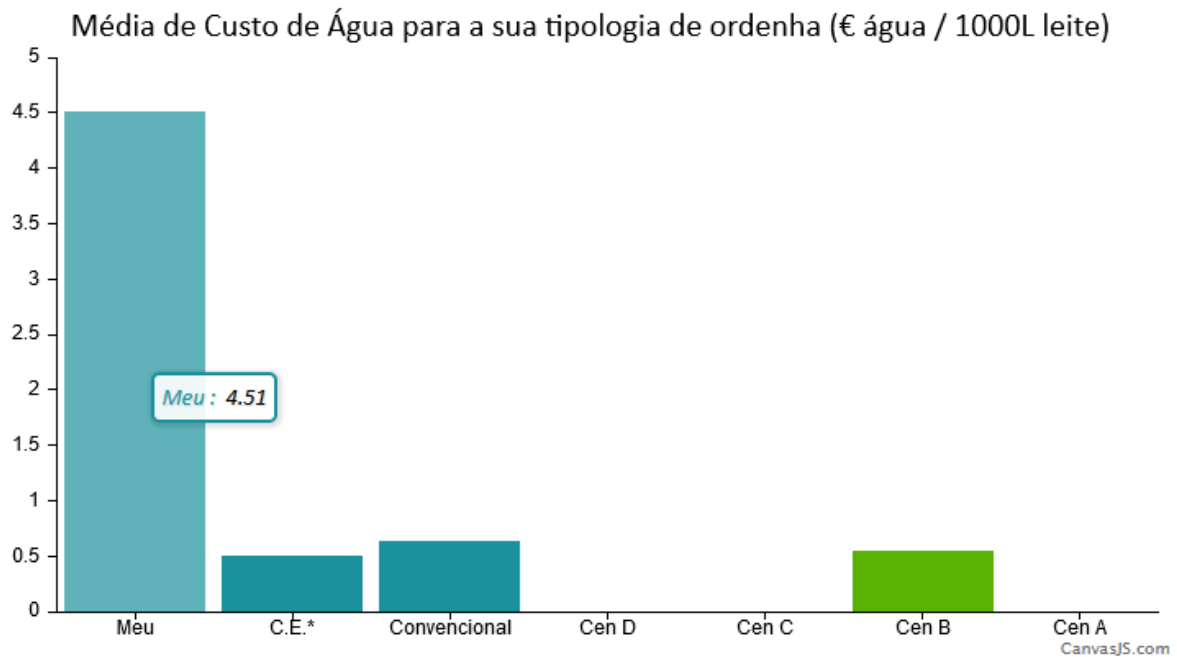
* C.E. - Caso de Estudo

** Energia = todas as formas de energia que possui na instalação (eletricidade, gásóleo, gás, gasolina)

Figura 35 – Benchmarking do custo total com a energia por 1000 Litros de leite para a mesma tipologia de ordenha

O ultimo gráfico apresentado no menu Indicadores energéticos e hídricos (Fig. 36) calcula o custo médio de água gasta (rede + captações) na produção de 1000 litros de leite na exploração em análise (primeira coluna) e compara esse custo com o obtido no caso de estudo com tipologia de ordenha semelhante à exploração em análise (segunda coluna), com a média do custo de água dos produtores com tipologia de ordenha idêntica à exploração em análise (terceira coluna) e com as médias do custo de água por cenário de eficiência energética entre os produtores com a mesma tipologia de ordenha que a exploração em análise (colunas 4 a 7).

A coluna sinalizada a verde indica o seu cenário atual de eficiência energética, tendo por base os equipamentos que foram inseridos no questionário.



* C.E. - Caso de Estudo

Figura 36 – Benchmarking do custo total com a água por 1000 Litros de leite para a mesma tipologia de ordenha

Os gráficos apresentados têm como objetivo efetuar uma comparação gráfica, benchmarking, dos indicadores da exploração, com o caso de estudo, com a média de todos os produtores que apresentam uma tipologia de ordenha independentemente do cenário de eficiência e posteriormente compara também por tipologia de cenário.

Este conjunto de informações poderá ser muito vantajosa para perceber as diferenças face a outros produtores e em especial as diferenças face aos cenários com maior número de equipamentos de eficiência energética.

Pretende-se em primeiro demonstrar o nível atual calculando os indicadores específicos e posteriormente estimular a mudança demonstrando o potencial que é possível atingir com dados reais de outros produtores intensivos de leite.

As medidas de eficiência energética são apresentadas de acordo com as respostas às perguntas efetuadas no Questionário Geral sobre a presença ou ausência de equipamentos de eficiência energética. As medidas e a sua descrição são apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 14 – Tipo de medidas de eficiência propostas e sua descrição

Tipo de medida	Descrição
Sistema solar fotovoltaico	A instalação de um sistema solar fotovoltaico bem dimensionado e adequado à instalação, pode-se traduzir em poupanças energéticas entre 25 a 50%
Variador de velocidade na bomba de vácuo	A bomba de vácuo é responsável por criar uma pressão negativa que torna possível ordenhar as vacas. O acoplamento de um variador de velocidade nesta bomba,

	segundo Ludington et al., 2004, faz com seja possível reduzir em até 60% o consumo energético da bomba de vácuo.
Variador de velocidade na bomba de circulação do leite	O variador eletrónico de velocidade ajusta a velocidade da bomba fazendo com que o leite flua de forma mais lenta e continua, o que conjuntamente com um permutador de calor para pré-arrefecimento de leite, torna este processo muito mais eficaz. Este equipamento associado ao permutador de pré-arrefecimento pode acrescentar uma redução adicional da temperatura do leite entre 6 a 9 ° C (Sanford, 2003).
Permutador de calor para pré-arrefecimento do leite	A instalação de um permutador de calor para pré-arrefecimento do leite poderá baixar a temperatura do leite dos 39°C para temperaturas entre os 25°C e os 15°C. Esta redução fará com que a energia consumida pelo sistema de frio seja significativamente reduzida, traduzindo-se em reduções até 60% (Sanford, 2003) nos custos energéticos. A água utilizada por estes sistemas, pode ainda ser utilizada para os bebedouros dos animais, tendo a vantagem de se encontrar a uma temperatura mais elevada o que é benéfico para as vacas leiteiras.
Permutador para recuperação do calor do sistema de frio para aquecimento de água	Ao arrefecer o leite num tanque, os compressores são usados para remover o calor do leite. O calor removido geralmente é liberado 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.
Sistema iluminação	A substituição de lâmpadas incandescentes, ou de pressão de sódio por lâmpadas economizadoras do tipo T-8 ou LEDs, traduz-se em elevadas poupanças energéticas que se podem reverter num período de <i>payback</i> aproximado de apenas 2 anos.
Termostato no sistema de ventilação	Instalação de termostatos no sistema de ventilação irá fazer com o sistema possa ligar e desligar consoante a temperatura no estábulo e o setpoint definido. Este simples equipamento evitará ter o sistema ligado quando a temperatura definida já está atingida.
Tipo de sistema de ventilação	Instalação de ventoinhas de alto volume e baixa velocidade. Esta tipologia de ventoinhas devido ao seu elevado volume de ar movimentado e à baixa velocidade são mais eficientes quando comparadas com os ventiladores laterais mais utilizados para arrefecimento.
Compressor do sistema de frio	Um compressor do tipo scroll, pode apresentar uma redução de até 20% nos custos energéticos do sistema de frio, face a um compressor do tipo pistão. Se este tipo de compressor for antigo e estiver em más condições a substituição por um do tipo scroll poderá ser muito vantajosa.

b. Chorume e balanço de nutrientes

Este menu pretende calcular os indicadores referentes ao chorume e ao balanço de nutrientes. As primeiras informações apresentadas dizem respeito a indicadores gerais da exploração e que são os seguintes:

- Quantidade média diária de leite produzido por vaca em litros
- Total de área forrageira em hectares
- Encabeçamento expresso por cabeças normais de gado por hectare
- Capacidade de armazenamento de chorume em dias
- Número do efetivo animal expresso em cabeças normais de gado
- Percentagem do efetivo substituição

Principais características da exploração

Na tabela seguinte podemos verificar as principais características da sua exploração:

Quantidade média diária de leite produzido por vaca (l)	19,8
Total de área forrageira (ha)	
Encabeçamento (CN/ha)	6,5
Capacidade de armazenamento de chorume (dias)	268,8
Efetivo animal (nº CN)	129,7
Efetivo substituição (%)	31,3

Figura 37 – Cálculo de indicadores gerais da exploração Menu Chorume e balanço de nutrientes

O campo seguinte apresentado é a análise gráfica das entradas e saídas de azoto na exploração que podem ser observadas na figura 38 e 39.

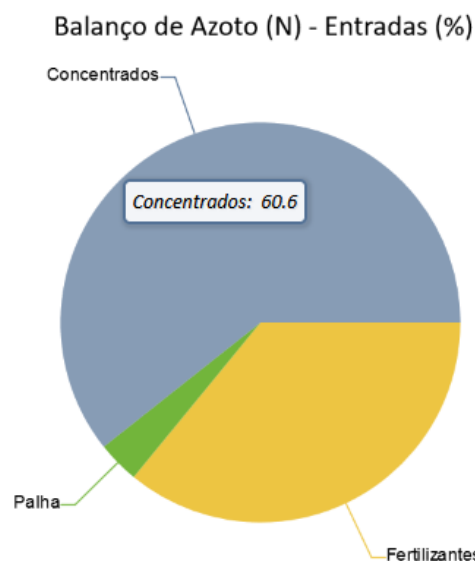


Figura 38 – Entradas de azoto na exploração expressas em percentagem

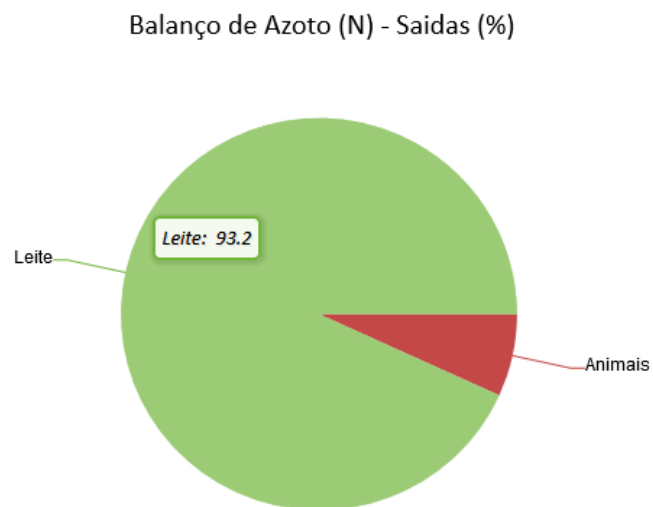


Figura 39 – Saídas de azoto na exploração expressas em percentagem

O seguinte conjunto de indicadores apresentados é o cálculo do balanço de nutrientes contemplando todas as entradas e saídas que foram indicadas no formulário e convertidas. O formato de apresentação pode ser visualizado na figura 40.

Balanço de Nutrientes

Na tabela seguinte verificamos as entradas e saídas de azoto, fosforo e potássio na exploração e o cálculo do seu balanço.

Entradas			
	Azoto (kg N / ha)	Fósforo (kg P / ha)	Potássio (kg K / ha)
Concentrados	185,6		550,0
Fertilizantes		55,0	55,0
Palha		2,0	17,6
Animais	0,0	0,0	
Forragem	0,0		
Água de Rega	0,0	n.a.	n.a.
Leite de Substituição	0,0		
Total Entradas	206,2		652,6

Saídas			
	Azoto (kg N / ha)	Fósforo (kg P / ha)	Potássio (kg K / ha)
Leite	192,1	29,9	45,4
Chorume	0,0	0,0	
Animais	14,0		2,1
Forragem	0,0	0,0	
Total Saídas	207,2		45,4
Balanço (excesso)	99,0	607,1	

Figura 40 – Cálculo do balanço de nutrientes

Os indicadores que são apresentados posteriormente ao balanço de nutrientes são indicadores que refletem o impacto e a eficiência das práticas culturais e que são os seguintes:

- Quilograma de azoto em excesso por área em hectares
- Quilograma de azoto em excesso por quantidade de leite em metros cúbicos
- Quilograma de azoto em excesso por quilograma de azoto exportado
- Quantidade de concentrado em gramas por quantidade de leite em litros
- Quantidade de concentrado em quilogramas por quilograma de azoto exportado

A apresentação dos indicadores pode ser vista na imagem seguinte:



Figura 41 – Indicadores de impacto e eficiência Menu Chorume e balanço de nutrientes

O último conjunto de indicadores apresentado dizem respeito à valorização do chorume e são apresentados de seguida:

1) Total de chorume produzido na exploração expresso em metros cúbicos por ano

Este indicador calcula o chorume anual produzido na exploração, tendo por base os valores da Portaria 259/2012 de 28 de Agosto – “Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes espécies pecuárias e sua conversão em cabeça normal (CN)”

2) Excesso absoluto de chorume na exploração expresso em metros cúbicos por ano

Atendendo à disponibilidade de chorume na exploração é determinado, caso exista, o excedente de chorume na exploração (quantidade que não é possível valorizar na superfície forrageira da exploração, devido à legislação vigente). Fora das ZVN, as quantidades máximas de chorume a aplicar por hectare e por ano são calculadas tendo em atenção as necessidades das culturas nos dois nutrientes, tendo como principal facto limitante o valor de azoto ou de fósforo que primeiro satisfaça as necessidades da cultura a instalar ou já instalada. Nas ZVN respeita-se ainda a aplicação máxima de 170 kg de N com origem orgânica e os valores da quantidade máxima de N a aplicar às culturas em função da sua produtividade conforme o Anexo VIII da Portaria 259/2012.

- 3) Excesso de chorume em metros cúbicos da exploração expresso por hectare
- 4) Excesso de chorume em metros cúbicos expresso por cabeças normais de gado
- 5) Quantidade de azoto em quilogramas no chorume em excesso por hectare

Para a estimativa da concentração de N e P no chorume obtido na exploração, dividiu-se o total de nutrientes excretados pelo volume de chorume produzido. Para o azoto disponível, que na legislação se define como correspondente “à fração que resulta da mineralização do azoto orgânico que pode ser utilizada pelas culturas em condições ótimas”, e igualmente face à incoerência entre os valores de azoto excretado inscritos nos Anexos V e XII da Portaria 259/2012, neste cálculo o azoto disponível é considerado o azoto disponibilizado ao solo para as culturas depois de subtraídas as perdas ocorridas no estábulo, no armazenamento e na aplicação do chorume ao solo (principalmente na forma de NH_3). Para o cálculo do azoto disponível considerou-se que o seu valor é igual a 60% do azoto excretado. Este indicador calcula os quilogramas de azoto disponíveis no chorume em excesso na exploração, expresso por hectares.

- 6) Quantidade de fósforo em quilogramas no chorume em excesso por hectares
- 7) Quantidade média de azoto mineral a adquirir em quilogramas por hectare

Nas explorações em que o chorume disponível não seja suficiente para satisfazer as necessidades das culturas ou em que, embora o chorume disponível seja suficiente, a legislação não permita a sua utilização em quantidade que satisfaça aquelas necessidades, a aplicação determina os fertilizantes minerais de a adquirir com aquele fim. O cálculo das necessidades das culturas em azoto e fósforo é efetuado usando as seguintes equações:

$$\text{kg N/ha} = \text{Produção de MS/ha} \times [\text{N}] \times \text{EUN}$$

$$\text{kg P2O5/ha} = \text{Produção de MS/ha} \times [\text{P2O5}] \times \text{EUP}$$

Em que se assumiu os seguintes valores:

Produção de matéria seca de milho expressa em toneladas por hectares = 21 t MS/ha

Produção de matéria seca de azevém expressa em toneladas por hectares = 9 t MS/ha

[N] – Concentração de azoto presente na MS da forragem em percentagem - Milho = 1,25
| Azevém = 1,40

[P2O5] – Concentração de fósforo presente na MS da forragem - Milho = 0,57 | Azevém = 0,65

EU – Coeficiente de eficiência de utilização pelas culturas do N e P aplicados ao solo. Traduz-se em kg de nutriente absorvido por kg de nutriente aplicado, expresso em proporção ou em percentagem (Roberts, 2008).

EU N: Milho = 0,7 | Azevém = 0,6

EU P: Milho = 0,9 | Azevém = 0,9

O indicador calcula a quantidade média de azoto a adquirir por hectare para garantir o potencial produtivo das culturas.

8) Quantidade média de fósforo mineral em quilogramas a adquirir por hectares

O indicador calcula a quantidade média de fósforo a adquirir por hectare para garantir o potencial produtivo das culturas, tendo por base os valores apresentados no ponto anterior.

9) Quantidade média de azoto mineral aplicado em quilogramas por hectare

É apresentado a quantidade em quilogramas de azoto mineral que é aplicada às culturas por hectare com base nos dados recolhidos no questionário geral. Este indicador permite ser comparado com o indicador 7 que é o cálculo teórico das necessidades de azoto a aplicar às culturas para garantir o potencial produtivo das mesmas.

10) Quantidade média de fósforo mineral aplicado em quilogramas por hectare

É apresentado a quantidade em quilogramas de fósforo mineral que é aplicada às culturas por hectare com base nos dados recolhidos no questionário geral. Este indicador permite ser comparado com o indicador 8 que é o cálculo teórico das necessidades de azoto a aplicar às culturas para garantir o potencial produtivo das mesmas.

A apresentação dos indicadores pode ser visualizada na figura 42.

Indicadores valorização do chorume

Na tabela seguinte podemos encontrar os principais indicadores relacionadas com a valorização do chorume:

1) Total de chorume produzido na exploração (m3/ano)	2444,0
2) Excesso absoluto de chorume na exploração (m3)	
3) Excesso de chorume na exploração por hectare (m3/ha)	10,5
4) Excesso de chorume por cabeças normais de gado (m3/CN)	1,7
5) Azoto no chorume em excesso (kg N /ha)	
6) Fósforo no chorume em excesso (kg P2O5 /ha)	19,1
7) Quantidade média de azoto mineral a adquirir (kg/ha)	250,2
8) Quantidade média de fósforo mineral a adquirir (kg / ha)	
9) Quantidade média de azoto mineral aplicado (kg / ha)	110,0
10) Quantidade média de fósforo mineral aplicado (kg / ha)	

Valorização de chorume - Indicações

▲ 1) Total de chorume produzido na exploração (m3/ano)

Este indicador calcula o chorume anual produzido na exploração expresso em Cabeças Normais, tendo por base os valores da Portaria 259/2012 de 28 de Agosto – “Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes espécies pecuárias e sua conversão em cabeça normal (CN)”

▲ 2) Excesso absoluto de chorume na exploração (m3)

Atendendo à disponibilidade de chorume na exploração é determinado, caso exista, o excedente de chorume na exploração (quantidade que não é possível valorizar na superfície forrageira da exploração, devido à legislação vigente). Fora das ZVN, as quantidades máximas de chorume a aplicar por hectare e por ano são calculadas tendo em atenção as necessidades das culturas nos dois nutrientes, tendo como principal facto limitante o valor de azoto ou de fósforo que primeiro satisfaça as necessidades da cultura a instalar ou já instalada.

Nas ZVN respeita-se ainda a aplicação máxima de 170 kg de N com origem orgânica e os valores da quantidade máxima de N a aplicar às culturas em função da sua produtividade conforme o Anexo VIII da Portaria 259/2012.

Figura 42 – Apresentação dos indicadores de valorização do chorume

c. Custos de produção de leite

Este menu pretende apresentar todos os custos de produção inerentes a uma exploração intensiva de leite. Pretende ainda calcular o total dos custos de produção com o preço de venda do leite no sentido de perceber a margem de lucro existente.

Na figura 43 é apresentado em forma gráfico os custos indicados no formulário custos de produção e na figura 44 a análise gráfica da soma de todos os custos de produção e do preço de venda de leite.

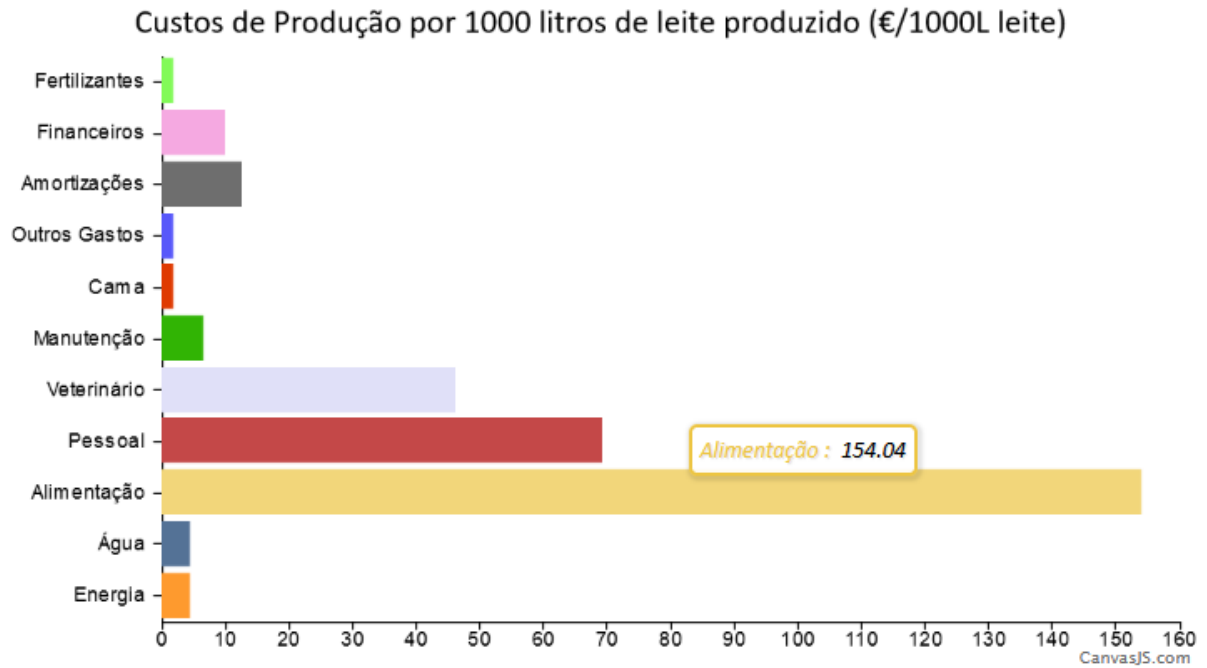


Figura 43 – Custos de produção por categoria necessários para produzir mil litros de leite

Soma de todos os custos de produção e preço de venda de 1000 litros de leite (€/1000L leite)

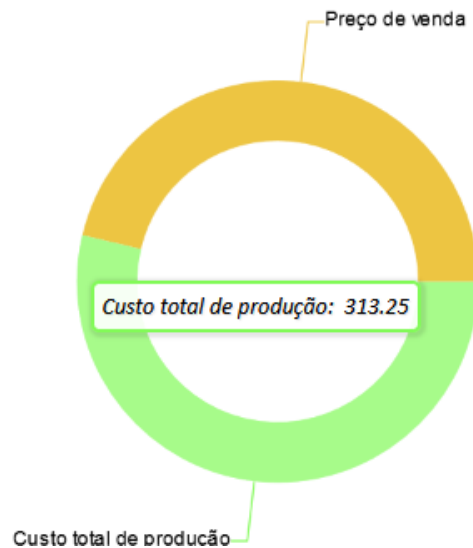


Figura 44 – Visualização gráfica do somatório de todos os custos de produção e o preço de venda do leite

d. Custos energéticos com equipamentos

Pretendeu-se com este menu apresentar os principais equipamentos consumidores de energia elétrica e o seu custo associado à semelhança do apresentado numa auditoria energética, sendo para isso necessário preencher o questionário características dos equipamentos.

Um exemplo da apresentação da análise gráfica da percentagem de consumo elétrico total por equipamento é visualizado na figura seguinte:

Desagregação do Consumo de Energia Elétrica por equipamento (%)

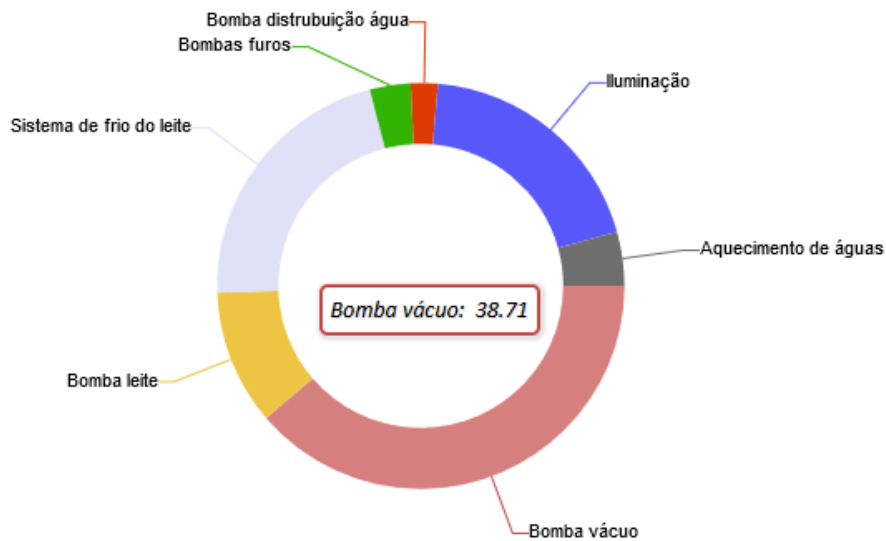


Figura 45 – Desagregação do consumo de energia elétrica por tipologia de equipamento

Neste menu é ainda calculado o custo anual com a energia elétrica por tipologia de equipamento:

- Bomba de vácuo (€/Ano)
- Bomba de leite (€/Ano)
- Sistema de frio (€/Ano)
- Bomba(s) de furo (€/Ano)
- Bomba de distribuição da água (€/Ano)
- Sistema de iluminação (€/Ano)
- Equipamento de aquecimento de águas (€/Ano)

Bomba de vácuo (€/Ano)	
Bomba de leite (€/Ano)	665,06
Sistema de frio (€/Ano)	1330,11
Bomba(s) de furo (€/Ano)	
Bomba de distribuição da água (€/Ano)	133,01
Sistema de iluminação (€/Ano)	1197,10
Equipamento de aquecimento de águas (€/Ano)	266,02

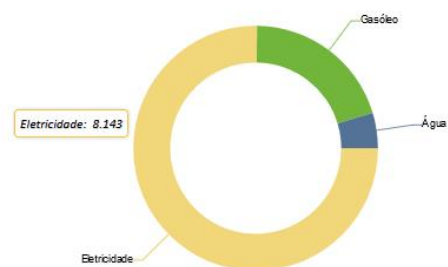
Figura 46 – Apresentação do consumo elétrico anual por tipologia de equipamento

4.4.4. Casos de estudo

Este menu descreve as principais características e resultados dos 3 casos de estudo, para que quando se observa o benchmarking com os casos de estudo se possa ter um conhecimento detalhado sobre os mesmos. Um exemplo da apresentação do caso de estudo com tipologia de ordena convencional é apresentado na figura seguinte:



Custos por 1000 litros de leite produzido (€/1000L leite)



Canvaq5.com

Informações gerais

Ano do estudo	2017
Tipologia de ordenha	Convencional
Localização	Sul
Sistema cultural	Milho Azevém e Aveia
Zona vulnerável	Não
Pastagem natural	Sim
Total de área forrageira	141

Figura 47 – Apresentação parcial do caso de estudo com ordenha convencional

4.4.5. Benchmarking

Neste menu são apresentados os gráficos de benchmarking por cenário de eficiência energética, mas também por tipologia de ordenha, para obter assim uma análise mais detalhada. Estes são apresentados nos capítulos seguintes.

a. Geral

Em primeiro lugar é apresentado o número de agricultores na base de dados por cenário de eficiência energética. Este pode ser visualizado na figura seguinte:

Análise benchmark geral

No gráfico seguinte podemos verificar a número de agricultores distribuídos por cenário de eficiência energética que se encontram registados e inseriram os seu na plataforma milkEE.

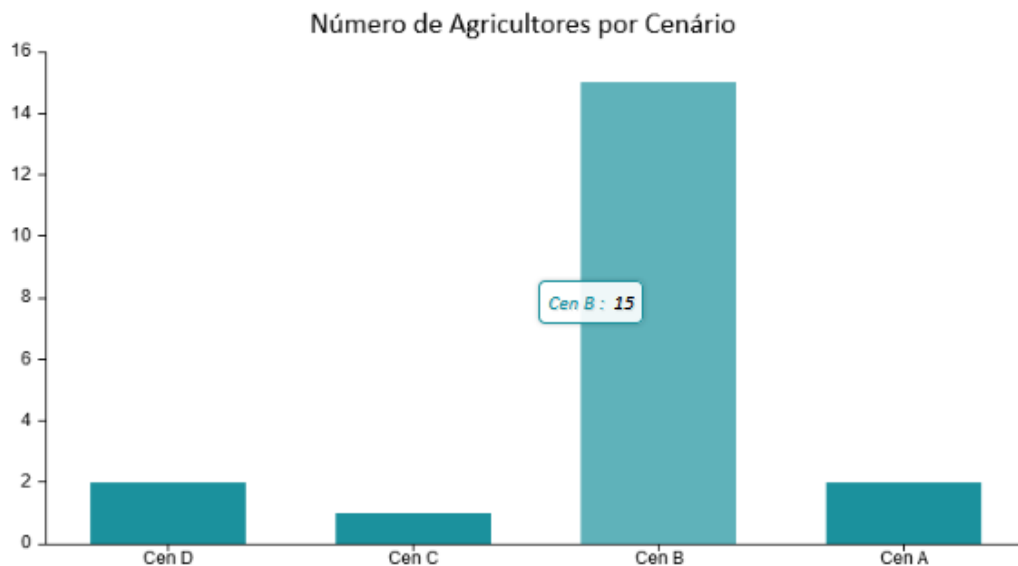


Figura 48 – Número de agricultores por cenário de eficiência energética

Após este gráfico é apresentado a média do consumo da energia elétrica necessária para produzir 1000 litros de leite para os 4 cenários de eficiência energética (Fig. 49) e a média do consumo de água necessária para produzir 1000 litros de leite para os 4 cenários de eficiência energética (Fig. 50).

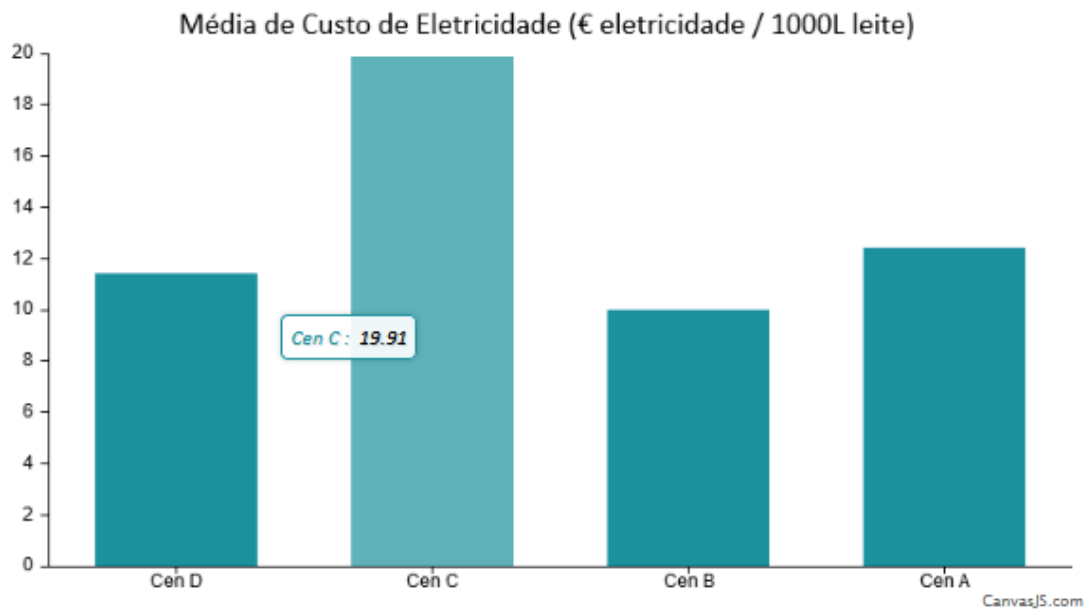


Figura 49 – Média do custo com energia elétrica necessária para produzir 1000 litros de leite por cenário de eficiência energética

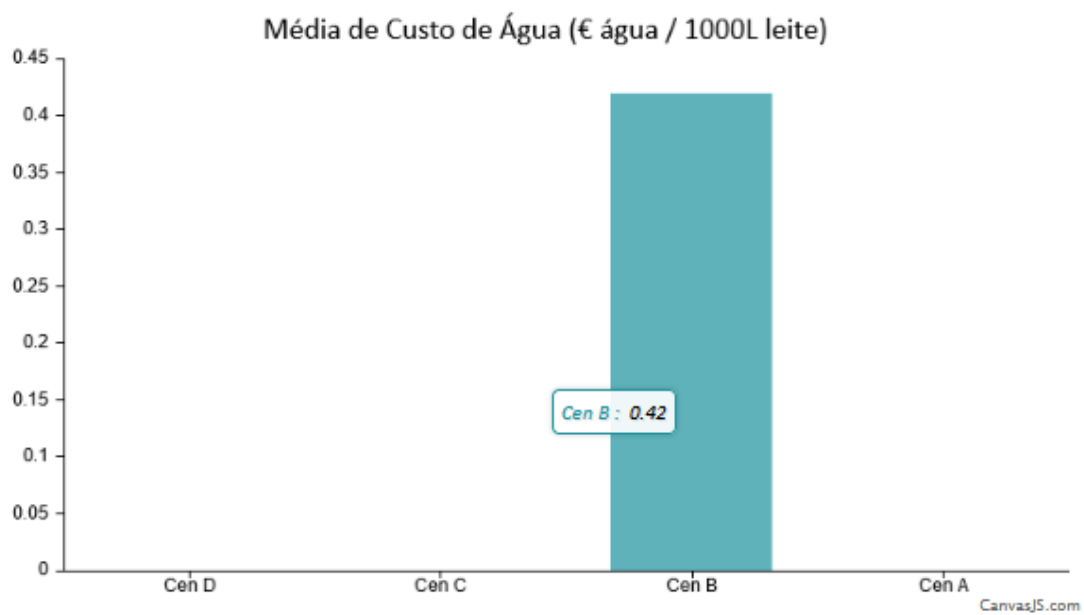


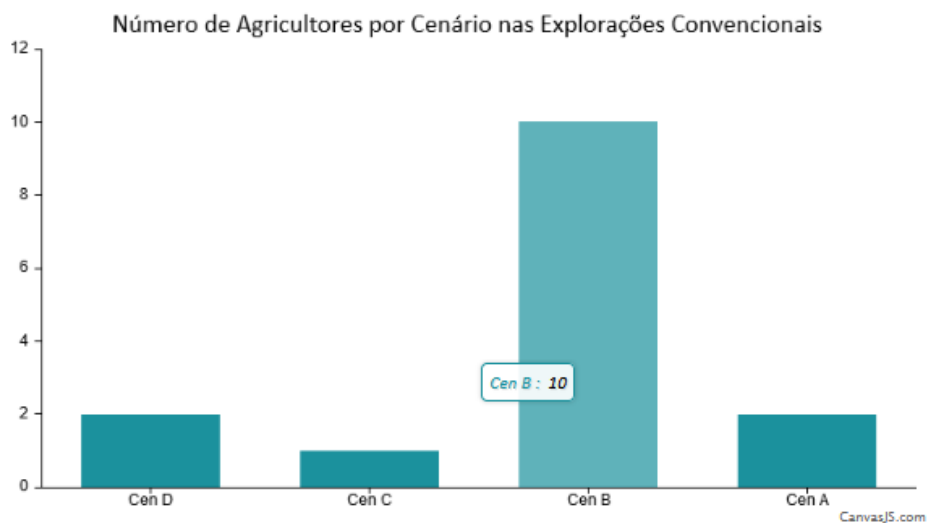
Figura 50 – Média do custo com água necessária para produzir 1000 litros de leite por cenário de eficiência energética

b. Tipologia de ordenha

Neste menu são apresentados os mesmos gráficos que no menu anterior, mas divididos por tipologia de ordenha, para que se possa assim obter uma comparação entre produtores com o mesmo tipo de ordenha. O exemplo para as explorações com tipologia de ordenha convencional é apresentado de seguida:

Tipologia de ordenha convencional

No gráfico seguinte podemos verificar a número de agricultores distribuídos por cenário de eficiência energética e que possuem uma ordenha do tipo convencional.



No gráfico seguinte podemos verificar o custo médio de eletricidade gasto na produção de 1000 litros de leite em produtores que possuem uma ordenha do tipo convencional.

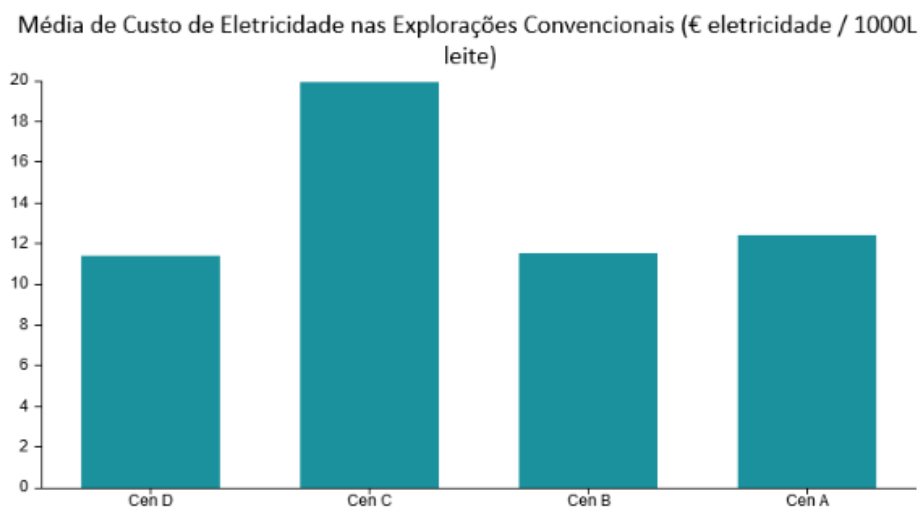


Figura 51 – Exemplo da apresentação dos gráficos de benchmarking por tipologia de ordenha convencional

4.4.6. Manual de boas práticas

Neste menu pode-se visualizar e descarregar o manual de boas práticas que foi produzido no âmbito do projeto milkEE, que se encontra no anexo 4. Uma imagem deste menu é apresentada de seguida:



Figura 52 – Menu Manual de Boas Práticas

4.4.7. Área de cliente

A área de cliente permite consultar e alterar os dados de registo.

5. Conclusões

A ferramenta de diagnóstico e benchmarking de eficiência energética, hídrica e valorização de chorume, foi desenvolvida com o intuito de calcular de uma forma intuitiva e simples diversos indicadores relacionados com a produção de leite e poder compará-los com outros produtores de leite, no sentido de estimular a melhoria contínua e de demonstrar que é possível produzir leite com menores custos de produção.

Como limitações da aplicação destacamos a necessidade de uma grande base de dados para que o benchmarking seja o mais fidedigno possível e representativo das explorações portuguesas. As cooperativas agrícolas poderiam ter um contributo valioso para atingir este objetivo, uma vez que podiam apoiar os seus associados no preenchimento da ferramenta e perceber assim qual o nível em que estes se encontram. As cooperativas poderiam ainda desenvolver um esquema de recompensa aos seus associados que tivessem um desempenho melhor e mais sustentável. Esta recompensa poderia ser um aumento no preço de compra no leite, mas não sendo possível esta medida, poderia existir um esquema de pontos que seriam trocados por descontos na aquisição de fatores de produção nas cooperativas associadas. Ferramentas que demonstrem e comuniquem o esforço e o nível de sustentabilidade que os produtores apresentam e a evolução que estes alcançaram, são de extrema importância, uma vez que a população perceciona o setor da produção animal como um setor altamente poluente e sem contributos tangíveis para a sociedade. Esta imagem não é contrariada com informação científica rigorosa e com a demonstração de dados concretos, pelo que se torna muito difícil de refutar. Ferramentas de recolha de grande quantidade de dados e que demonstrem a evolução dos produtores, poderão ser relevantes para contrariar a perceção negativa do setor e as cooperativas deverão organizar-se numa estratégia de comunicação concertada que contrarie o decréscimo do consumo de leite, mantendo assim as explorações do setor em funcionamento.

Este esquema de recompensa baseado na melhoria da eficiência do uso de recursos e que contribua para o aumento da sustentabilidade poderia ser uma excelente forma de aplicação dos fundos públicos nomeadamente do PDR2020, tendo para isso que existir uma entidade de terceira parte que pudesse fazer o controlo e a verificação das informações carregadas na plataforma, à semelhança do que o IFAP faz no âmbito dos pagamento do pedido único.

Outra limitação da plataforma prende-se com a otimização da base de dados, uma vez que o wordpress foi escolhido por ser um sistema open source, gratuito e de fácil utilização, sem necessidade de conhecimentos extensivos de programação. Este facto permitiu que o desenvolvimento fosse executado por profissionais sem expertise de base informática, contudo devido à elevada quantidade de cálculos e verificações, a base de dados encontra-se lenta pelo que as informações demoram bastante tempo a carregar. Este facto seria

facilmente ultrapassado numa versão 2.0 da ferramenta visto a arquitetura já estar muito bem definida.

Devido às limitações de tempo e de orçamento, apenas se realizou benchmarking para os indicadores energéticos e hídricos. Seria de extrema importância executar benchmarking para indicadores de balanço de nutrientes e valorização de chorume.

Os dados de input desenvolvidos permitem executar um vasto conjunto de análises que com outra linguagem de programação poderiam ser facilmente executados e visualizados aumentando ainda mais as potencialidades da ferramenta.

6. Referências Bibliográficas

- Apresentação realizada pelo Minnesota Clean Energy Resource teams sobre equipamentos de eficiência energética consultada em Março 2020, disponível [AQUI](#)
- Brown, S. (1995). "Measures of Perfection" Sales and Marketing Management May: 104-105.
- Ebinger, F., 2015. "Dairy Energy Efficiency" - Dairy Cooperative Partnerships for improved efficiency program adoption. Minnesota Department of Commerce
- EIP-AGRI Focus Group – Benchmarking of farm productivity and sustainability performance, 2017, disponível [AQUI](#)
- Fanguero, D., Pereira, J., Coutinho, J., Moreira, N., Trindade, H., 2008. NPK farm-gate nutrient balances in dairy farms from Northwest Portugal. Europ. J. Agronomy 28 (2008) 625–634
- Ferramenta Energy Estimator - Dairy Cows elaborada por United States Agriculture Department consultada em Março de 2020, disponível [AQUI](#)
- INE., 2015. Estatísticas agrícolas 2015. Instituto Nacional de Estatística, I.P. pp. 1-170
- Iribarren, D., Hospido, A., Moreira, M.T., Feijoo, G. (2011). "Benchmarking environmental and operational parameters through eco-efficiency criteria for dairy farms." Science of the Total Environment 409(10): 1786-1798.
- Kaloxylou, A., Groumas, A., Sarris, V., Katsikas, L., Magdalinos, P., Antoniou, E., Politopoulou, Z., Wolfert, S., Brewster, C., Eigenmann, R., Maestre Terol, C. (2014). "A cloud-based Farm Management System: Architecture and implementation." Computers and Electronics in Agriculture 100 168-179.
- Ludington, David, Eric Johnson, James Kowalski, Anne Magem and Richard Peterson. 2004. Dairy Farm Energy Efficiency Guide. Ithaca, NY: DLTech, Inc.

- Market share trends for content management systems acedido em Março 2020, disponível [AQUI](#)
- Milk Market Observatory consultado em Agosto 2020, disponível [AQUI](#)
- Neeteson, J.J., 2000. Nitrogen and phosphorous management on Dutch dairy farms: legislation and strategies employed to meet the regulations. Biol.Fert. Soils 30, 566–572.
- Noticia custos de produção de leite em Portugal APROLEP consultada em Junho 2020 disponível [AQUI](#)
- Sanford, Scott. 2003b. Well Water Precoolers. University of Wisconsin - Cooperative Extension Publication (A3784-3). Madison, Wisconsin: University of Wisconsin.
- Schroder, J.J., Aarts, H.F.M., ten Berge, H.F.M., van Keulen, H., Neeteson, J.J., 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. Eur. J. Agron. 20, 33–44.
- Slavin, L. (1994). "Benchmarking Information Technology: How Do You Rate?" Beyond Computing (July/August): 45-47.
- Spendolini, M. (1992). The Benchmarking Book. New York, American Management Association.
- Upton, J., Humphreys, J., Koerkamp, P. W. G., French, P., Dillon, P., De Boer, I. J. M., 2013. Energy demand on dairy farms in Ireland. J. Dairy Sci. 96 :6489–6498

7. Anexos

Anexo 1 – Resposta ao Inquérito preliminar AGROS

       Projecto milKEE – Inquérito preliminar a 50 explorações da Agros, UCRL																	
Dados da exploração						Energia					Água			Efuentes			
Efetiv o Total	Volume de leite produzido o 2016 (L)	Volume de leite produzido o 2017 (L)	Tipologia de ordenha	Nº de recolhas por semana	Volume do tanque de refrigeraçã o (L)	Fontes de energia na exploração	Contadores parciais de eletricidade?	Variadores de velocidade?	Estimativa do custo anual de energia (€)	Existem espaços climatizados?	Nº de captaçõ es de água	Possui contador es de água?	Área regada da exploraçã o (ha)	Nº de fossas	Capacidade de armazena mento da fossa (m³)	Fossa aberta ou fechada?	Todo o chorume é aplicado na exploração?
85	281864	336880	Convencion	4	2500	Eletricidade	Sim	Não	3360	Nenhuim	2	Não	10	2	480	Fechada	Sim
120	496456	525481	Convencion	4	3000	Eletricidade	Não	Não	7900	Nenhuim	1	Não	8	4	1200	Aberta	Sim
90	342038	405873	Convencion	4	3000	Eletricidade	Sim	Sim	3400	Vacaria	1	Sim	15	1	270	Fechada	Sim
94	424192	431244	Convencion	4	3000	Eletricidade	Não	Não	6500	Sala de ordenha	2	Sim	14	2	508	Fechada	Sim
370	1650640	1863634	Convencion	4	3000	Eletricidade	Não	Sim	19200	Vacaria	2	Não	30	5	1800	Fechada	Sim
230	1139613	1213866	Convencion	4	10000	Eletricidade	Sim	Não	7200	Nenhuim	2	Não	23	4	2200	Aberta	Sim
110	541506	586530	Convencion	4	3300+1600	Eletricidade	Sim	Sim	5000	Vacaria	1	Sim	11	2	572	Fechada	Sim
220	820222	828426	Convencion	4	14000	Eletricidade	Não	Sim	9000	Nenhuim	1	Não	40	3	900	Fechada	Sim
60	291798	303750	Convencion	4	2000	Eletricidade	Sim	Não	3000	Nenhuim	2	Não	12	1	105	Fechada	Sim
70	270500	283251	Convencion	4	2000	Eletricidade	Sim	Não	2400	Vacaria	5	Não	7	2	430	Fechada	Sim
77	292136	334353	Convencion	4	1900	Eletricidade	Sim	Não	4200	Nenhuim	3	Não	6	4	372	Fechada	Sim
160	1094828	1130756	Convencion	4	10000	Eletricidade	Sim	Sim	13200	Vacaria	3	Não	17	1	1200	Fechada	Sim
50	196427	209806	Convencion	4	1600	Eletricidade	Sim	Não	3600	Vacaria	4	Sim	3,5	3	374	Fechada	Sim
64	244375	288682	Convencion	4	2600	Eletricidade	Sim	Não	3000	Nenhuim	1	Sim	4	3	643	Fechada	Sim
32	98590	116059	Convencion	4	1000	Eletricidade	Não	Não	1800	Nenhuim	1	Sim	6	1	180	Fechada	Sim
35	132087	133289	Convencion	4	1300	Eletricidade	Não	Não	1440	Nenhuim	1	Não	7	2	315	Fechada	Sim
250	658621	937236	Convencion	4	6000	Eletricidade	Sim	Não	8400	Vacaria	7	Não	30	4	2000	Fechada	Sim
200	1027842	1074621	Robot	4	9000	Eletricidade	Sim	Sim	4200	Nenhuim	1	Sim	18	4	1562	Aberta	Sim
125	681767	717663	Convencion	4	6000	Eletricidade	Sim	Sim	13200	Nenhuim	3	Não	22	2	1700	Aberta	Sim
140	359136	407186	Convencion	4	4000	Eletricidade	Sim	Não	3000	Nenhuim	7	Não	10	5	2100	Fechada	Sim
350	1856364	2060198	Robot	4	15000	Eletricidade	Sim	Sim	18000	Vacaria	1	Não	45	2	4500	Aberta	Sim
130	502448	566489	Convencion	4	4500	Eletricidade	Sim	Não	4800	Nenhuim	4	Não	11	2	718	Fechada	Sim
92	318568	338918	Convencion	4	3195	Eletricidade	Não	Sim	4200	Nenhuim	1	Sim	2	2	537	Fechada	Sim
100	435835	552966	Convencion	4	4000	Eletricidade	Sim	Não	3000	Nenhuim	1	Não	10	2	900	Fechada	Não
39	89378	101303	Convencion	4	1200	Eletricidade	Não	Não	1680	Nenhuim	1	Sim	0	3	200	Fechada	Sim
220	750508	865642	Robot	4	5000+1000	Eletricidade	Sim	Sim	24000	Vacaria	5	Não	17	4	1107	Fechada	Sim
52	135265	157338	Convencion	4	1000	Eletricidade	Não	Sim	2400	Nenhuim	1	Sim	10	1	100	Fechada	Sim
140	551289	591613	Convencion	4	4000	Eletricidade	Não	Sim	4200	Vacaria	1	Não	10	2	1500	Fechada	Sim
150	423824	513380	Convencion	4	5200	Eletricidade	Sim	Sim	6000	Nenhuim	1	Sim	5	2	750	Fechada	Sim
200	911971	1061393	Convencion	4	8095	Eletricidade	Sim	Sim	10800	Sala de ordenha	2	Sim	12	3	2400	Fechada	Sim
180	524164	727468	Convencion	4	6135	Eletricidade	Não	Sim	8400	Vacaria	2	Não	25	5	1200	Aberta	Sim
250	850605	975836	Convencion	4	8000	Eletricidade	Sim	Sim	13200	Vacaria	5	Sim	30	4	1874	Fechada	Sim
170	469817	610620	Convencion	4	4145	Eletricidade	Não	Não	12000	Nenhuim	1	Não	30	3	2000	Fechada	Sim
103	344705	389131	Convencion	4	3000	Eletricidade	Sim	Sim	4200	Nenhuim	6	Sim	8	3	751	Fechada	Sim
150	564465	596323	Robot	4	5000	Eletricidade	Não	Sim	9600	Vacaria	2	Não	14	4	1263	Fechada	Sim
400	1685025	2129042	Rotativa	4	12000+8200	Eletricidade	Sim	Sim	18000	Vacaria	12	Sim	84	5	1844	Aberta	Sim
400	2130817	2368244	Rotativa	4	24000	Eletricidade	Sim	Sim	16800	Nenhuim	9	Não	40	4	4300	Aberta	Sim
77	132591	168334	Convencion	4	1600	Eletricidade	Não	Não	1800	Nenhuim	1	Não	10	3	560	Fechada	Sim
215	763338	870865	Convencion	4	6000	Eletricidade	Não	Sim	6000	Nenhuim	1	Sim	20	2	1300	Fechada	Sim
370	1634541	1831174	Robot	4	8000+3500	Eletricidade	Sim	Sim	19200	Vacaria	2	Não	0	4	3200	Aberta	Sim
105	431254	496378	Convencion	4	4000	Eletricidade	Não	Sim	4200	Nenhuim	1	Sim	30	2	350	Fechada	Sim
105	151026	209206	Convencion	4	2550	Eletricidade	Sim	Não	4800	Vacaria	20	Não	25	6	957	Fechada	Sim
250	1050004	1114803	Convencion	4	8000	Eletricidade	Sim	Sim	7800	Nenhuim	3	Sim	14	2	2200	Fechada	Sim
100	439559	529828	Convencion	4	3000	Eletricidade	Não	Sim	6000	Vacaria	1	Não	8	2	500	Aberta	Sim
300	1207287	1516192	Rotativa	4	15000	Eletricidade	Sim	Sim	15600	Nenhuim	5	Sim	10	4	3000	Fechada	Sim
230	945836	1019130	Convencion	4	7500	Eletricidade	Sim	Sim	24000	Vacaria	14	Não	18	5	2300	Aberta	Sim
40	124082	148395	Convencion	4	1000	Eletricidade	Não	Não	2400	Vacaria	1	Não	5	2	60	Fechada	Sim
180	512794	609134	Convencion	4	5000	Eletricidade	Sim	Não	5400	Nenhuim	1	Não	22	4	2000	Aberta	Sim
80	179354	214304	Convencion	4	2000	Eletricidade	Sim	Não	2400	Nenhuim	2	Não	10	1	144	Fechada	Sim
205	906862	1039579	Convencion	4	6000	Eletricidade	Sim	Sim	7200	Nenhuim	18	Não	20	5	1500	Fechada	Sim

Anexo 2 – Resposta ao Inquérito preliminar LACTICOOP

																	
EE – Inquérito preliminar a 50 explorações da cooperativa Lacticoop																	
Dados da exploração						Energia					Água			Efluentes			
Effectivo Total	Volume de leite produzido em 2016 (L)	Volume de leite produzido em 2017 (L)	Tipologia da ordenha	N.º de vacas em produção	Volume do tanque de refrigeração (L)	Fonte de energia na exploração	Contadores pessoais de electricidade?	Variação da velocidade?	Estimativa do custo anual de energia (€)	Existem aspectos climatizadores?	N.º de captações de água	Possui contadores de água?	Área regada da exploração (ha)	N.º de furos	Capacidade de armazenamento de água (m³)	Fazee aberta ou fechada?	Toda a charuma é aplicada na exploração?
1650	#####	#####	Convencional	Díria	17.300+12.000+2.000	Electricidade	Não	Sim	148.000€	Nenhum	2 furos	Não	não tem	4 lagoas	não sabe	Aberta	Sim
2.000	#####	9 762 747	Convencional	Díria	30.000+30.000	Gasóleo			51.000€								
						Electricidade	Não	Sim	120.000€	Nenhum	5furos	Não	100 hect.	Etar+1 lago	não sabe	Aberta	Sim
						Solar Fotovoltaico											
1100	3 596 245	4 377 417	Rotativo	Alternado	5.000+10.000+15.000	Electricidade	Não	Sim	36.000€	Nenhum	3 furos	Não	não tem	3	4.000m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			10.000 l								
750	4 429 527	#####	Convencional	Alternado	24 000	Electricidade	Não	Sim	110.000 l	Nenhum	5 furos	Não	83 hect.	5	10.000 m3	fechada	Sim
						Gasóleo			40.500 l								
						Solar Térmico											
720	3 288 681	#####	Convencional	Díria	5.000+4.000+2.500	Electricidade	Não	Sim	45.000€	Nenhum	2 furos	Sim	5 hect.	6	2.500 m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			55.000€		publica					Fechada	
590	#####	#####	Convencional	Alternado	16.500+6.500	Biomassa	Não	Não		Nenhum	2 furos	Sim	não tem	1	12.000 m3	Fechada	Sim
						Solar Térmico											
						Gasóleo			67.500 l								
350	#####	3 265 051	Convencional	Díria	2 000	Electricidade	Não	Sim	2.200 l	Nenhum	3 furos	Não	35 hect.	2	8.000 m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			13.500 l								
600	1 373 944	3 127 643	Convencional	Alternado	15.000+12.000+7.000	Electricidade	Não	Sim	36.000€	Nenhum	10 furos	Não	não tem	3	9.000 m3	Aberta	Sim
						Solar Térmico											
400	2 674 193	2 558 531	Convencional	Díria	5.200+5.200	Electricidade	Não	Sim	25.000€	Nenhum	1 furo	Sim	não tem	3	5.500 m3	Aberta	Não
530	2 301 681	#####	Convencional	Díria	10 000	Electricidade	Não	Não	21.600 l	Nenhum	1 furo	Não	não tem	1	200 m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			33.800 l								
						Solar Térmico											
500	2 377 453	#####	Convencional	Díria	6.000+4.000	Electricidade	Não	Sim	20.400€	Nenhum	1 furo	Sim	não tem	3	5.000m3	Fechada	Sim
450	2 205 540	#####	Convencional	Díria	8 000	Electricidade	Não	Sim	40.000€	Nenhum	1 furo	Não	30 hect.	1	1.500 m3	aberta	Sim
						Gasóleo			25.000 l								
300	1 870 478	1 832 027	Convencional	Alternado	10.000+6.000	Electricidade	Não	Sim	25.500€	Nenhum	2 furos	Não	32 hect.	4	2.000 m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			12.200 l								
						Solar Térmico											
470	1 853 307	1 814 050	Convencional	Díria	9 000	Electricidade	Sim		11.400 l	Nenhum	1 furo	Não	20 hect.	6	1.500 m3	Fechada	Sim
						Gasóleo			13.500 l								
300	1 416 633	1 758 353	Convencional	Alternado	5.000+5.000	Electricidade	Não	Sim	18.000€	Nenhum	1 furo	Não	não tem	5	3.000m3	Aberta	Sim
						Gasóleo										Fechada	
250	1 707 086	1 705 435	Convencional	Díria	9 000	Electricidade	Não	Sim	12.000€	Nenhum	1 furo	Sim	30 hect.	3	1.500m3	aberta	Sim
						Gasóleo			18.000 l								
270	1 488 179	1 586 513	Convencional	Alternado	1.100+4.300	Electricidade	Não	Sim	9.000€	Nenhum	1 furo	Não	não tem	1	800m3	Aberta	Sim
260	1 182 542	1 436 355	Convencional	Díria	3.200+2.100	Electricidade	Não	Sim	12.000€	Nenhum	2 furos	Sim	26 hect.	(3+2)5	(600+311)=911m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			12.300 l							Fecha	
260	1 073 513	#####	Convencional	Alternado	4.000+4.000	Electricidade	Não	Não	10.800€	Nenhum	3 furos	Não	não tem	(1+1)2	100 m3	Fechada	Sim
						Gasóleo			11.000 l							Aberta	
220	1 016 421	#####	Robot	Díria	5 300	Electricidade	Não	Sim	13.000€	Nenhum	1 furo	Não	15 hect.	(7+1)8	1.500 m3	Fechada	Sim
						Gasóleo			9.500 l							Aberta	
						Solar Térmico											
260	1 035 451	1 135 862	Robot	Díria	6 500	Electricidade	Não	Sim	15.000€	Nenhum	1 furo	Não	35 hect.	2	2 000	Aberta	Sim
						Gasóleo			20.300 l								
200	1 156 683	1 111 432	Convencional	Alternado	5.000+2.000	Electricidade	Não	Não	17.600 e	Nenhum	1 furo	Sim	5,5 hect.	(2+2)4	800 m3	Aberta	Sim
						Gasóleo			5.400 l							Fechada	

Anexo 3 – Resposta ao Inquérito preliminar PROLEITE

Projeto milkEE – Inquérito preliminar a 50 explorações da cooperativa Proleite																	
Dados da exploração						Energia					Água			Efluentes			
Efektiva Total	Volume da leite produzida 2016 (L)	Volume da leite produzida 2017 (L)	Tipologia da exploração	Nº de vacas em produção	Volume do tanque de refrigeração (L)	Fornecedor da energia na exploração	Contador parcial de electricidade	Variação da velocidade (L/h)	Estimativa da curta anual de energia (€)	Existem espaços climatizados?	Nº de captações de água das instalações (m³/ano)	Parcial contador de água	Arrecadação da exploração (€)	Nº de furos	Capacidade de armazenamento da fazenda (L)	Fazenda aberta ou fechada?	Toda a charuma é aplicada na exploração?
285	1233 737	1497 553	Relat	7	10 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Sim	14 000,00	Não	2	Não	ver anexos	1	3 200,00	Fechada	Sim
627	3 019 871	2 994 472	Convencional	7	20 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	34 000,00	Sala de ardenha	1	Não	90	2	7 550,00	Aberta	Sim
110	533 225	540 935	Convencional	4	5 200,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	7 200,00	Exterior	3	Não	12	2	400,00	Fechada	Sim
44	63 814	59 167	Convencional	4	600,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	1560,00	Não	1	Não	5	2	100,00	Fechada	Sim
242	415 073	496 591	Convencional	4	5 200,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	10 200,00	Não	1	Não	100	3	4 404,00	Aberta	Sim
131	463 223	532 494	Convencional	4	5 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	6 000,00	Não	2	Sim	30	1	170,00	Fechada	Sim
973	6 577 993	5 936 064	Relativa	7	36 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Sim	Sim	40 000,00	Não	2	Sim	150	4	23 400,00	2 Aberta 2 Fechada	Sim
86	101 287	216 253	Convencional	4	2 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	2 600,00	Não	3	Não	7	1	16,00	Fechada	Sim
						Electricidade / Gardina Agrícola											
147	533 563	649 193	Relat	4	5 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Sim	1 000,00	Vacaria	2	Não	0	1	1 000,00	Aberta	Sim
57	16 096	173 055	Convencional	4	1 200,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	2 100,00	Não	1	Não	10	1	30,00	Fechada	Sim
410	1 200 252	1 161 938	Convencional	7	9 200,00	Electricidade / Gardina Agrícola Painel solar	Não	Sim	8 400,00	Outra (Indicar) Ordem	2	Não	70	3	1636,00	2 Aberta; 3 Fechada	Sim
146	402 301	559 904	Convencional	4	5 500,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Sim	5 400,00	Ordem	1	Não	10	2	172,00	Fechada	Sim
153	644 455	644 455	Convencional	4	5 500,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	8 500,00	Não	2	Não	0	1	20,00	Fechada	Sim
191	524 736	602 606	Convencional	4	7 400,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Sim	12 000,00	Vacaria	2	Não	30	2	650,00	Fechada	Sim
14	80 826	14 793	Convencional	4	600,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	1 000,00	Não	1	Não	3	1	80,00	Fechada	Sim
169	614 671	717 602	Convencional	4	5 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	7 200,00	Não	1	Não	0	3	270,00	Fechada	Sim
						Electricidade / Gardina Agrícola											
1610	9 246 214	9 506 141	Relativa	7	34 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Sim	Sim	60 000,00	Vacaria Ordem	5	Não	50	4	Não como que indicar a dimensão da fazenda, apenas referir a zona da grande dimensão	2 Aberta; 2 Fechada	Não Especial
471	2 337 243	2 541 004	Convencional	4	23 500,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Sim	24 000,00	Não	1	Não	60	4	2 200,00	Aberta	Sim
637	1 114 920	1 171 953	Convencional	4	16 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola Painel Solar; Painel Fotovoltaico	Não	Sim	42 000,00	Sala de ardenha	1	Não	125	2	1 500,00	1 Aberta; 1 Fechada	Sim
26	65 044	68 077	Convencional	4	600,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	2 000,00	Não	1	Não	5	3	50,00	Fechada	Sim
54	112 016	125 710	Convencional	4	1 200,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	1 500,00	Não	1	Não	3,7	2	300,00	Fechada	Sim
339	1 611 555	1 754 957	Convencional	7	7 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	15 000,00	Vacaria	2	Não	0	1	1 000,00	Aberta	Sim
157	644 072	742 004	Convencional	4	6 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Não	7 200,00	Vacaria	3	Não	26	3	1 403,00	Aberta	Não como que indicar a dimensão da fazenda, apenas referir a zona da grande dimensão
961	5 275 990	6 034 494	Convencional	7	40 000,00	Electricidade / Gardina Agrícola	Não	Sim	52 000,00	Vacaria	1	Não	30	1	10 000,00	Aberta	Especial

Anexo 4 – Declaração autorização CONFAGRI



A CONFAGRI – Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal enquanto promotor líder do projeto milkEE – Promoção da utilização eficiente de recursos e bioeconomia das explorações leiteiras, vem por este meio informar que autorizou a utilização dos dados e resultados do projeto milkEE para a realização da tese do aluno Pedro Filipe Lima de Miranda intitulada “Desenvolvimento de ferramenta de diagnóstico e *benchmarking* aplicada a explorações intensivas de leite”, não permitindo no entanto a divulgação de dados que permitam identificar pessoas.

Eng.º. Domingos Godinho

Coordenador projeto milkEE



Anexo 5 – Manual de boas práticas para a utilização eficiente de energia, água e valorização agrícola do efluente em explorações leiteiras, realizado no âmbito do projeto milkEE



Manual do projeto Milkee

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



CONFAGRI





Nota Inicial

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

O presente manual pretende ser um contributo para focar na questão do custo de produção, que é algo onde o produtor pode atuar mais facilmente do que no preço. 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]



Eficiência energética [p.5]

1. Análise dos consumos energéticos das explorações leiteiras
– Auditoria energética
2. Principais medidas de eficiência energética
3. Energia Renovável



Eficiência Hídrica [p.11]

1. Análise dos consumos energéticos das explorações leiteiras
– Auditoria energética
2. Principais medidas de eficiência energética
3. Energia Renovável
4. Energia Renovável



Valorização Agrícola do efluente [p.17]

1. Gestão e valorização de chorumes de bovinos leiteiros





EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EXPLORAÇÕES LEITEIRAS

1. Análise dos consumos energéticos das explorações leiteiras

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 agricultor 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 agricultor para esclarecer as dúvidas que suscite, 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





2. Principais medidas de eficiência energética

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.

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 devido à maior eficiência nas permutas de calor. O variador de velocidade utiliza um sensor na linha de vácuo para detetar mudanças na pressão 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.

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.

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.

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



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.

2.7 Permutador de calor (placas de arrefecimento)

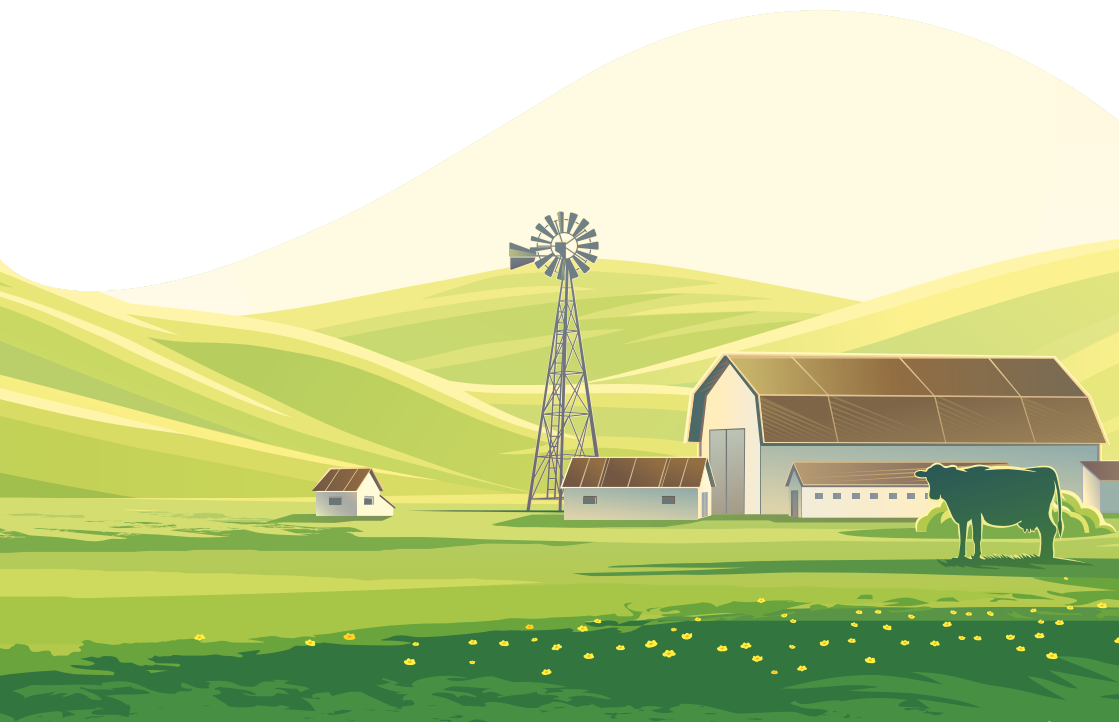
O leite na ordenha está à temperatura de cerca de 37°C, flui para um reservatório, sendo depois bombeado para o tanque. Os compressores arrefecem o leite para cerca de 3°C a 4 °C no interior do tanque. O permutador de calor consiste num conjunto de placas de aço inoxidável (ou outro tipo de tecnologia) instaladas no circuito do leite entre a ordenha e o tanque. A água passa pelo permutador numa direcção e absorve o calor do leite quente bombeado através do permutador na direcção 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.

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 liberado 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.

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.





EFICIÊNCIA HÍDRICA NAS EXPLORAÇÕES LEITEIRAS

1. Principais usos de água numa exploração leiteira

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

2. Principais origens da água utilizada nas explorações leiteiras

- 2.1 Captação de água subterrânea
- 2.2 Água fornecida pelas empresas de abastecimento
- 2.3 Água superficial
- 2.4 Captação de água da chuva
- 2.5 Reutilização da água

3. Principais pontos para uma verificação rápida do consumo de água

3.1 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 1,5 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





3.2 Passos chave na detecção de fugas

- 3.2.1 Desenhar um mapa do abastecimento de água na sua exploração
- 3.2.2 Ler e anotar as leituras do contador de água
- 3.2.3 Verifique o seu contador numa altura de pouca ou nenhuma utilização
- 3.2.4 Isolar secções do seu abastecimento
- 3.2.5 Percorrer a sua rede de abastecimento de água
- 3.2.6 Contacte a empresa de água local
- 3.2.7 Contrate uma empresa especializada na detecção de fugas
- 3.2.8 Registar a utilização de água

3.3 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.

3.4 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.



3.5 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 (m³) após dedução dos fatores de drenagem e de filtragem

Área de recolha (m ²)	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 fator 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)

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 contas 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.





VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DO EFLUENTE

1. Gestão e valorização de chorumes de bovinos leiteiros

Este documento 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 (NH_3), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). 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.

1.1 Boas práticas na gestão dos efluentes no interior dos estábulos

1.1.1 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.





1.1.2 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.

1.2 Boas práticas no armazenamento dos chorumes

1.2.1 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, estanquicidade 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.

1.2.2 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 agricultor 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 consequente 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.

1.3 Boas práticas na aplicação aos solos e valorização agrónómica

1.3.1 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.

1.3.2 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 ⁻¹)*	4.00	4.86	3.75
N-NH ₄ ⁺ (g kg ⁻¹)	1.22	1.01	1.27
P total (g kg ⁻¹)	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 ⁻¹)	86.0	248.1	43.3

*por kg de efluente fresco

1.3.3 Técnicas de distribuição/aplicação ao solo de 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.

1.3.4 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 impactos 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 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
DESDE 1949
UNIÃO DE COOPERATIVAS



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