



O CONTRIBUTO DA PECUÁRIA DE PRECISÃO NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS RUMINANTES

A utilização de sistemas inteligentes, como as soluções tecnológicas baseadas em sensores inerciais e algoritmos de inteligência artificial, está a revolucionar a produção animal ao permitir a pecuária de precisão e práticas de gestão inteligentes apoiadas por dados, eficientes e sustentáveis.

Barbas, J.P.¹; Marques, M.R.¹; Gonçalves, P.²; Conceição, L.A.³; Belo, A.T.¹

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² Instituto de Telecomunicações e Universidade de Aveiro



³ Instituto Politécnico de Portalegre/InovTechAgro



Introdução

A produção de pequenos ruminantes é uma fonte importante de receitas em zonas agrícolas desfavorecidas, contribuindo para a produção de produtos de elevada qualidade nutricional e organolética (carne e leite) e fornecendo serviços ao ecossistema promotores da sustentabilidade económica e ambiental dessas regiões. No entanto, o setor enfrenta desafios crescentes, como a necessidade de otimizar custos através da gestão eficiente dos rebanhos, da prevenção de riscos/doenças, e da redução do impacto ambiental da atividade. É neste contexto que a pecuária de precisão surge como uma solução inovadora.

Pecuária de precisão (PLF): o que é e para que serve?

A PLF consiste na aplicação de tecnologias avançadas para monitorizar, controlar e analisar a produção animal, nas suas várias vertentes, de forma individualizada e em tempo real. Contrariamente aos métodos tradicionais, que muitas vezes se baseiam em observações generalizadas, esta abordagem permite uma tomada de decisão baseada em dados reais.

A aplicação de tecnologias de gestão pecuária e agrícola tem como objetivo melhorar a rentabilidade e a sustentabilidade das explorações pecuárias. Tecnologias emergentes, como a biotecnologia, “internet das coisas” (IoT), tecnologias avançadas de sensores, algoritmos de aprendizagem automática (ML), inteligência artificial (IA), veículos aéreos não tripulados (*drones*) e robótica, têm sido introduzidas em explorações agropecuárias^[1]. A utilização de PLF necessita de boa cobertura de comunicações, proteção de dados, e investimento na conceção, desenvolvimento e validação de soluções adaptadas às especificidades comportamentais dos pequenos ruminantes e ao sistema de exploração (extensivo ou intensivo). As tecnologias inovadoras que simplificam a gestão do rebanho utilizam sensores colocados nos animais [sistemas de identificação eletrónica através de radiofrequência (RFID), coleiras com sistemas de posicionamento global (GPS), acelerómetros, giroscópios, bolos ru-

minais...] ou nas instalações [sensores de pressão, fluxo, temperatura, humidade, gases, visão (câmaras de vídeo estáticas ou montadas em *drones*)] que registam dados de vários parâmetros produtivos, comportamentais, e de saúde e bem-estar em tempo real^[2,3], os quais são convertidos em sinais. Estes são traduzidos em dados por algoritmos de sensorização, que são posteriormente validados utilizando normas-padrão e integrados em algoritmos de deteção. Finalmente, os dados validados são combinados com dados externos (produção animal, dados e previsões meteorológicas, custos correntes) e analisados por modelos de apoio à decisão para produzir previsões realistas, decisões e, com base em dados económicos, aconselham soluções finais (Figura 1). Apesar da decisão final em PLF ser potencialmente tomada de forma autónoma pelo sistema, os sistemas de PLF são concebidos como uma ferramenta para ajudar os produtores e técnicos (veterinários, gestores, nutricionistas, geneticistas...) e não para os substituir nas decisões de gestão relevantes^[4].

Pecuária de precisão para pequenos ruminantes

Os sensores utilizados na PLF são geralmente classificados de acordo com a sua relação física com o animal^[5,6], sendo divididos em sensores colocados (*wearable*) ou não (*non-wearable*) nos animais. Os dispositivos colocados nos animais, como as marcas auriculares e bolos ruminais, são relativamente económicos e estão relativamente disseminados nos pequenos ruminantes. Os dispositivos não passíveis de serem colocados nos animais são mais frequentemente utilizados em ambientes interiores (como câmaras ópticas e de infravermelhos, ou microfones) e/ou em tecnologias mais complexas (como balanças eletrónicas, *drones*...).

Os dispositivos colocados nos animais devem ser sem fios, com capacidade para comunicar os dados recolhidos a uma unidade de processamento ou validação. Devem também ser pequenos e compactos (os desenvolvidos para bovinos são demasiado grandes). Além disso, é essencial que sejam robustos e resistentes a ambientes adversos, de modo a

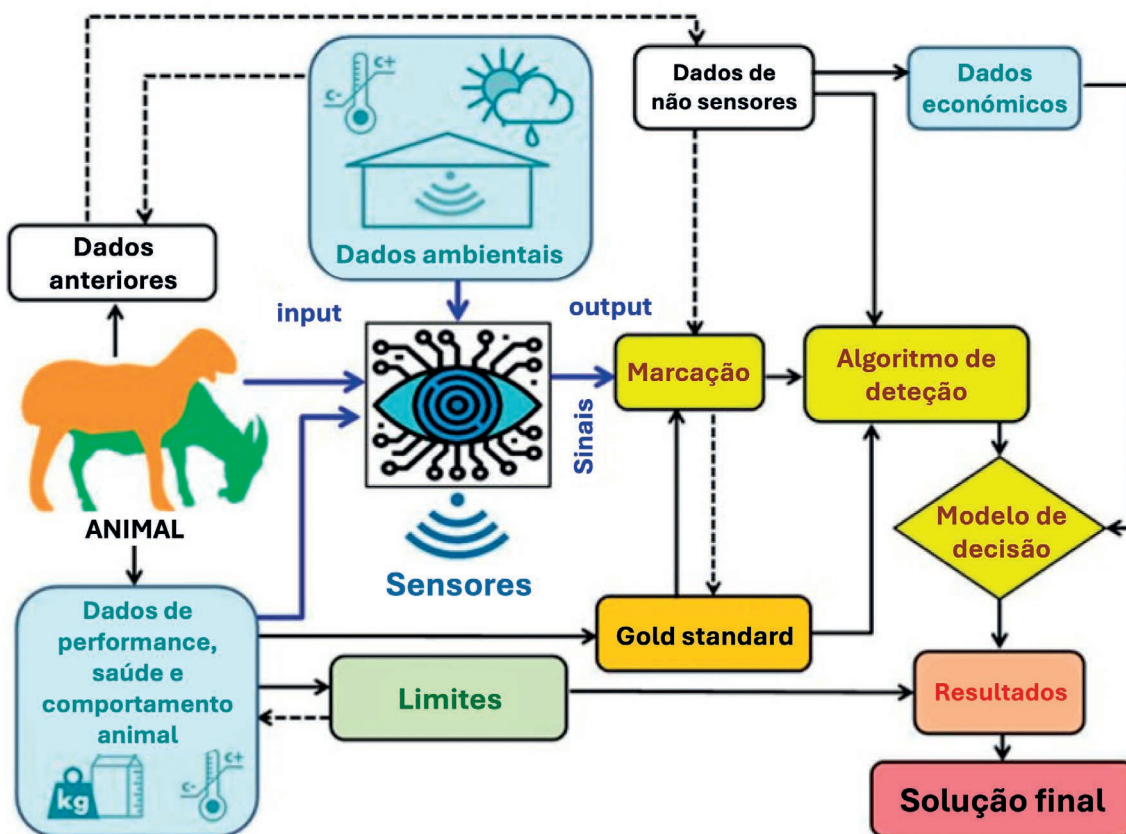


Figura 1 – Esquema generalizado que mostra o fluxo de informação e a integração entre dados de sensores e outros, de modo a gerar uma solução final de pecuária de precisão para apoio à decisão em explorações de pequenos ruminantes (Adaptado de Caja et al.^[2]).

evitar quebras ou falhas, como as provocadas pelos animais ou pelas condições atmosféricas extremas de humidade e temperatura.

Sensores e dispositivos colocados nos animais

Sistemas de identificação eletrónica (IE/RFID)

Na União Europeia (UE), os sistemas de identificação eletrônica (IDE) são obrigatórios para pequenos ruminantes, sendo os brincos, os bolos ruminais e os implantes subcutâneos os mais utilizados^[7]. Permitem o rastreamento individual e a colheita de dados sobre peso, ingestão de água e alimento, detecção de acasalamentos, histórico de saúde^[8, 9]. As etiquetas RFID podem armazenar uma vasta quantidade de informações individuais, tais como genealogia, idade, sexo, raça, número de partos anteriores, intervalo entre partos, velocidade de cres-

cimento, produção de leite, parâmetros reprodutivos, intervenções veterinárias, atividade e stress térmico^[10]. Com a IE, todos os animais ficam imediatamente registados na base de dados do Sistema Nacional de Informação e Registo Animal (SNIRA). Embora os brincos auriculares sejam os mais baratos, podem registar-se perdas em animais explorados em regime extensivo, pelo que são normalmente associados a bolos ruminais^[8]. Bolos ruminais ou implantes subcutâneos também podem registar a temperatura corporal e a frequência cardíaca, ajudando o produtor a detetar precocemente alterações de saúde e/ou stress do animal^[9]. Algumas das vantagens da utilização de sistemas IE/RFID em pequenos ruminantes estão resumidas na Tabela 1.

Sensores de movimento

As tecnologias inovadoras que simplificam a gestão do rebanho baseiam-se em sensores colocados nos

Tabela 1 – Vantagens da utilização de sistemas de Identificação Eletrônica (IE/RFID) em pequenos ruminantes	
Área	Vantagens da utilização de sistemas IE/RFID
Eficiência no Maneio	• Monitorização individual, essencial para a gestão eficiente. • Automatização de processos (pesagens, separação por lotes, ordenha, ...), com redução de erros e de tempo e mão de obra necessária às operações.
Redução de Perdas e Furtos	• Identificação permanente e difícil de falsificar. • Facilita a localização de animais perdidos ou com comportamento anormal.
Gestão Sanitária e Epidemiológica	• Monitorização de sinais vitais (temperatura, frequência cardíaca/respiratória, pH ruminal). • Detecção precoce de doenças.
Rastreabilidade e Segurança Alimentar	• Rastreio completo do animal, do nascimento ao abate. • Garantia da segurança e qualidade dos produtos (carne, leite, derivados).
Melhoramento Genético	• Registo facilitado de dados reprodutivos e de desempenho. • Maior precisão na seleção de animais com características desejáveis.
Sustentabilidade Económica	• Redução de custos a longo prazo (erros, perdas, penalizações). • Maior valorização de produtos certificados e rastreados no mercado.

animais e incluem sistemas de posicionamento global (GPS), acelerómetros, giroscópios que registam o movimento num padrão tridimensional (ver Figura 2) permitindo a monitorização de vários parâmetros^[2, 4], entre eles a localização dos animais em tempo real^[11] através do envio de informação via Wi-Fi/Bluetooth para o telemóvel do criador e/ou seus funcionários^[1]. A monitorização dos padrões de movimento permite identificar comportamentos alimentares, designadamente o repouso (descansar), o pastoreio, a ruminação ou o movimento^[12] e otimizar a gestão nutricional dos rebanhos^[11], por exemplo pela implementação de cercas virtuais^[13-16].



Figura 2 – Cabra monitorizada com um colar eletrónico com acelerómetro que regista o movimento tridimensional (eixos X, Y e Z).

Em Portugal têm sido desenvolvidos vários tipos de equipamentos portáteis para pequenos ruminantes baseados em sensores RFID com utilizações múltiplas, desde a monitorização do pastoreio nas entrelinhas das vinhas do Douro^[17], da atividade noturna dos animais^[18] e deteção de partos^[19] (ver Figura 2).

Sistema de Cercas Virtuais

As potencialidades das cercas virtuais (CV) têm vindo a ser melhoradas nos últimos 10 anos como método de gestão do pastoreio através da limitação da área geográfica (definida pelo produtor) onde pastoreiam os animais (Figura 3). Podem ser de dois tipos:

- CV passivas, em que o criador recebe um aviso quando o animal, munido de uma coleira com sistema de posicionamento global (GPS), que permite seguir a sua movimentação numa geolocalização predefinida e registar o comportamento individual através de acelerómetros/giroscópios, sai da área de pastoreio pré-estabelecida;
- ou cercas virtuais ativas (CVA) que restringem o animal à área de pastoreio estabelecida. Além dos módulos descritos para as CV passivas, estas possuem um módulo de emissão de estímulos sonoros e elétricos^[20]. Ao chegarem perto do limite da cerca virtual, os animais são alertados recebendo um primeiro aviso sonoro curto e leve, seguido

de um mais prolongado e, caso reincidam, um pequeno e rápido impulso elétrico, sendo o produtor alertado por mensagem no seu telemóvel^[21].



Figura 3 – Exemplo de caprinos em pastoreio num sistema de Cercas Virtuais Ativas (CVA) (adaptado de <https://www.youtube.com/watch?v=4vUwE-IFMho>).

O sistema de CVA é fácil de instalar e ou utilizar no telemóvel ou *tablet*. Tem vários benefícios como: i) maior controle dos animais em tempo real (localização e atividade); ii) diminuição dos custos com vedações fixas e necessidades de mão de obra; iii) manejo mais sustentável das pastagens (facilidade de pastoreio rotacional) com benefícios na sua produtividade e qualidade alimentar. Este sistema possibilita a utilização de áreas de mais difícil acesso e ou exclusão de áreas protegidas, tornando mais eficiente a gestão da vegetação herbácea combustível, o controlo de plantas e ou espécies invasoras através do sobrepastoreio, a remoção da vegetação em redor de zonas urbanas e ainda a criação de faixas corta-fogos em zonas agroflorestais.

Os recentes avanços na comunicação eletrónica e na conceção de dispositivos têm o potencial de melhorar significativamente a eficácia da tecnologia dos sistemas CVA e paralelamente tem-se observado uma redução no preço de aquisição e manutenção destes equipamentos e das telecomunicações. A principal limitação à utilização das cercas virtuais é a orografia acentuada da maioria das áreas de pastoreio e a precaridade da rede de comunicações, pois o funcionamento eficaz deste sistema está alicerçado numa rápida internet entre uma central de registo e armazenagem de dados e os

dispositivos eletrónicos existentes nas coleiras dos animais. Existem outros fatores que condicionam a sua utilização, designadamente aspetos éticos^[15], a necessidade de aprendizagem dos animais^[16, 22, 23] e a formação dos produtores.

Sistemas inteligentes na monitorização da reprodução, saúde e bem-estar animal

A produção de carne e leite de pequenos ruminantes é feita em condições ambientais muito diversas (topografia e clima) e os sistemas variam entre extensivos e intensivos, cada um com desafios específicos que vão desde a nutrição à saúde, passando pelas interações comportamentais e o ambiente^[3], os quais foram estudados no projeto TechCare (<https://techcare-project.eu/>). Neste projeto, que decorreu em vários países, foi identificada uma lista de tecnologias potenciais e a sua capacidade de monitorizar ou medir alguns dos indicadores de bem-estar mais importantes para os produtores de pequenos ruminantes (ver Tabela 2).

Como fica patente na Tabela 2, alterações dos padrões de movimento e dos sinais vitais podem ser indicadores de problemas nutricionais (referidos acima), mas também de problemas de saúde que podem ser identificáveis precocemente através destas tecnologias (e.g., deteção de claudicações, pieira^[24], infeções parasitárias^[25, 26] ou de situações de stress térmico^[27]).

Os sensores de movimento podem permitir identificar comportamentos sexuais (estro^[28], monta^[29] e a deteção de partos^[30–32], contribuindo para auxiliar na gestão reprodutiva dos efetivos. Marques *et al.*^[33] fizeram uma revisão acerca da utilização de sistemas inteligentes na deteção de partos em pequenos ruminantes publicado na *Vida Rural* de outubro de 2024.

Um exemplo de sistemas inteligentes para a monitorização reprodutiva é o dispositivo Moocall Heat, tecnologia desenvolvida para bovinos que utiliza RFID para identificar o estro e o momento da cobrição (<https://www.moocall.com/>). No caso das ovelhas, um implante eletrónico é colocado na zona da garupa, permitindo a identificação eletrónica individual, sendo ativado durante a cobrição por um

Tabela 2 – Tecnologias potenciais e sua capacidade de monitorizar ou medir as categorias gerais de indicadores de bem-estar por problemática e domínios prioritários, para pequenos ruminantes

Tipo de tecnologia	Tipo de aparelho	Domínio e problemática prioritária								
		Nutrição		Saúde				Ambiente		Interações comportamentais
		Questões nutricionais (subnutrição/ /desnutrição)	Abastecimento de água inadequado	Mamites	Parasitas gastrointestinais	Pieira/ /Saúde dos cascos	Ectoparasitas	Má gestão ambiental	Alojamento inadequado	Comportamento agonístico/ /competição alimentar
Deteção da aceleração	Dispositivos baseados no acelerómetro (+/- geolocalização)	MC		MC			MC	MC	MC	MC
Ondas electromagnéticas	Sensores de proximidade/ /contact logger	BWC	BWC		BWC	BWC				
Medidor de caudal	Medidor de água	MC	MC		MC	MC				
Sensor de fluxo/pressão	Medição de leite (medidor eletrónico de leite, sensor de composição em linha, medidores do leite do tanque)	PL		PL						
Deteção de gás	Sensores de amoníaco							Evt	Evt	
Ondas microssónicas	Dispositivos de medição automática da altura da erva	BWC	BWC		BWC	BWC				
Sensor de pressão	Balanças automáticas de peso vivo (plataforma de pesagem automática ligada a RFID*, pesagem em linha, caixa de pesagem** / /triagem)	BWC	BWC		BWC	BWC				
Sensor de pressão ou de temperatura	Monitor da frequência respiratória	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC; Evt	MC; Evt	MC
Leitor de identificação por radiofrequência	Dispositivos baseados em RFID [alimentador automático; leitor EID (RFID de baixa/alta frequência); portão de triagem EID]	BWC; MC	BWC; MC		BWC; MC	BWC; MC				
Sistema de radionavegação	Coleiras com sistema de posicionamento global	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC
Sensor de temperatura e/ou humidade	Sensores de temperatura, humidade e temperatura de globo negro							Evt	Evt	
Termografia	Câmara de termografia por infravermelhos	PL	PL	PL						
Termografia/ /deteção de gás	Estação meteorológica							Evt	Evt	
Sensor de visão	Dispositivos de vídeo (veículo aéreo não tripulado – vídeo/drone; câmaras)	MC		MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC

Abreviaturas: RFID – Identificação por radiofrequência; EID – Identificação eletrónica; BWC – Mudança de peso corporal; MC – Mudança de comportamento; PL – Produção e composição do leite; Evt – Indicadores ambientais. * escala estática. ** escala dinâmica. Adaptado de Morgan-Davies et al.^[9].

leitor RFID instalado no arnês ou arreio do macho. Esta ativação indica que a ovelha está em cio^[34]. O sistema permite assim monitorizar com precisão a atividade reprodutiva, contribuindo para uma gestão mais eficiente da reprodução em ovinos.

Sensores e dispositivos colocados nas instalações e equipamentos

Balanças e mangas de separação automática

A determinação do peso vivo e a avaliação da condição corporal em animais mantidos em pastoreio é fundamental, pois fornece indicações ao produtor sobre o encabeçamento a utilizar e da necessidade de suplementos alimentares, de acordo com o estado fisiológico e produtividade individual. Nos últimos 10 anos, têm sido desenvolvidas balanças com registo eletrónico de toda a informação individual do animal, utilizando vários tipos de sensores, algumas das quais com videocâmaras, ligadas a soft-

wares de gestão^[35] que permitem a separação dos animais por lotes, de acordo com o peso, a condição corporal, a velocidade de crescimento, o estado fisiológico, o nível de produção de leite, o estado de saúde e necessidade de tratamentos a realizar^[36]. Os registos contidos nos brincos auriculares (IE) são atualizados com as informações obtidas durante a pesagem e posteriormente transmitidos a *tablets* e/ou *smartphones* por RFID. Estes registos fundamentam a formação de lotes ou grupos de animais, sendo a informação transmitida a portas automáticas com sensores, facilitando o manejo e diminuindo o stress dos animais (Figura 4).

Dispositivos automáticos nas salas de ordenha

Desde os anos 1980, têm sido desenvolvidos sensores para monitorizar as vacas leiteiras individualmente, começando pelo reconhecimento individual e medição de condutividade elétrica do leite e atividade^[6]. Muitas dessas tecnologias foram adaptadas às salas de ordenha de ovelhas e cabras.

A identificação eletrónica dos animais à entrada permite a alimentação de precisão diretamente na sala de ordenha através de alimentadores individuais automáticos que fornecem uma dose precisa de alimento a cada ovelha/cabra na estação de ordenha. A alimentação e gestão animal também podem ser otimizadas com sistemas de decisão automática, que separam os animais por grupos de produção (alta/baixa produção), alocando-os a diferentes lotes^[37].

Os sensores de fluxo/pressão permitem a medição da produção de leite (medidores eletrónicos, balanças do tanque de refrigeração). A introdução de sistemas automáticos de desligamento do vácuo reduz o esforço físico durante a ordenha, evita a sobreordenha e diminui a necessidade de mão de obra^[38]. Técnicas como a espectrofotometria e a medição da dispersão da luz também podem ser usadas para avaliar parâmetros de qualidade do leite, como acidez e padrões de coagulação^[39]. Adicionalmente, a contagem de células somáticas para deteção de mamite subclínica pode ser feita na sala de ordenha, através de medições da condutivida-



Figura 4 – Pesagem de ovinos em balança eletrónica móvel acoplada a manga de separação automática.

de elétrica^[40] ou por sensores óticos que analisam a dispersão da luz infravermelha^[41].

Uma outra tecnologia com potencial interesse em explorações de pequenos ruminantes é a termografia por infravermelhos (IRT) para a deteção de infeções^[42, 43], nomeadamente as infeções intramamárias através da medição da temperatura da pele do úbere em ovelhas^[44, 45] e em cabras^[46]. Esta técnica também permite avaliar a temperatura corporal dos animais recém-nascidos, podendo contribuir para a redução da mortalidade nos primeiros dias de vida^[47-49].

Veículos aéreos não tripulados (UAV/drones) e deteção remota (RS)

A localização de animais com imagens através de UAV (*drones*) tem grande utilidade no controlo de pequenos ruminantes em pastoreio, especialmente em zonas remotas. Os UAV são eficientes, fáceis de utilizar e de manter, capazes de atingir locais remotos com o mínimo de tempo e esforço, capazes de realizar descolagem e aterragem vertical, fazer voos de reconhecimento e ou vigilância, sendo promissora a sua utilização na avaliação de características individuais dos animais^[12].

A utilização de *drones* com emissores RFID pode aumentar a fiabilidade do sistema e ter uma ação relevante na movimentação dos animais através da emissão de sinais para os recetores localizados em coleiras individuais, funcionando como cercas virtuais. Adicionalmente, permitem a localização de animais extraviados e ou predadores, auxiliando na condução do pastoreio^[14]. Na Austrália e Nova Zelândia, algumas explorações de ovinos já utilizam *drones* na condução do pastoreio em regiões montanhosas e/ou vigilância dos efetivos que pastoreiam em grandes áreas de savana^[12]. Na Europa, está em curso o projecto ICAERUS (<https://icaerus.eu/use-cases/livestock-monitoring-uc/>) que tem como objetivo desenvolver uma metodologia baseada em visão por computador para contar ovelhas e cabras à medida que passam por um corredor ou portão. Esta abordagem utiliza vídeos aéreos de baixa altitude (<15 m) captados por *drones*^[50].

A tecnologia UAV facilita a gestão de efetivos atra-

vés da monitorização da atividade física dos animais que é indicativa do comportamento alimentar (ingestão em pastoreio) e reprodutivo dos animais (deteção do cio, cobrição, deteção de partos)^[51-54]. *Drones* equipados com câmaras de infravermelhos podem detetar a temperatura corporal anómala nos animais, antes de serem perceptíveis quaisquer sinais de doença^[55].

Monitorização da pastagem e dos ecossistemas

As pastagens cobrem cerca de um terço da superfície terrestre e desempenham um papel crucial na alimentação animal, no armazenamento de carbono e na conservação da biodiversidade^[56-59]. A sua gestão eficiente, baseada em estimativas precisas da biomassa e qualidade nutricional, é essencial para otimizar a carga animal, promover a produtividade dos rebanhos e garantir a sustentabilidade do sistema^[60-62]. Para apoiar esta gestão, tem-se recorrido à combinação de técnicas de RS com métodos de ML, que permitem monitorizar, em larga escala e sem contacto direto, as características biofísicas das pastagens a partir de dados recolhidos por satélites, *drones* e/ou sensores terrestres^[63-65], estimar a biomassa de pastagens com imagens multiespectrais^[66] e detetar alterações nos ecossistemas^[14]. Esta abordagem tem vindo a ganhar destaque^[57, 58, 67]. Os dados recolhidos por *drones* permitem tomar decisões informadas sobre as práticas de pastoreio. A identificação de áreas de sobrepastoreio ou de pastagens subutilizadas possibilita ajustes que otimizam a utilização dos recursos e promovem ecossistemas saudáveis. Shahi et al.^[68] fizeram uma revisão dos métodos de deteção remota e aprendizagem automática e suas aplicações na monitorização de pastagens.

Softwares de gestão da exploração

No mercado nacional, existem várias empresas que comercializam *softwares* de exploração, cujos conteúdos informáticos e aplicações são semelhantes, sendo os mais conhecidos a Digidelta (<https://www.digidelta.pt/>), a Farm Control (<https://farmcontrol.com/>), a Isagri ([71](https://</p>
</div>
<div data-bbox=)

www.isagri.pt/), a RuralBit (<https://www.ruralbit.pt/>) e o Wezoot (<https://wezoot.com/>). Globalmente, estes *softwares* são utilizados em bovinos, pequenos ruminantes, suínos e equídeos e permitem as seguintes funções: relatórios configuráveis pelo utilizador, relatórios de apoio à gestão diária da exploração, gestão de agenda com alertas, resultados reprodutivos a partir do efetivo, análise de custos de engorda, estatísticas de sanidade, deteção de fêmeas improdutivas, registo de profilaxias e terapêuticas veterinárias, protocolos e metodologias reprodutivas (cobrição natural, inseminação artificial, transferência embrionária), animais elegíveis para o IFAP, registo de animais no SNIRA, rastreabilidade, certificação de animais e seus produtos.

Esta plataforma informática é aceite para preenchimento e entrega de cadernos de campo (Continente e Açores) e ações de controlo pelo IFAP, DGA-DR e outras entidades certificadoras oficialmente reconhecidas pelo Estado Português. São emitidos alertas para o produtor sempre que determinados parâmetros ultrapassem limites previamente definidos, os quais são uma “ferramenta” importante no apoio à tomada de decisões e facilitam a seleção de animais mais adequados às condições de exploração, pois são registados índices genéticos e de produtividade^[1].

Conclusões

A Pecuária de Precisão tem utilizações múltiplas, nomeadamente na identificação do estado de saúde, atividade física, padrões de comportamento (cios, parições), determinação da qualidade dos produtos, avaliação de parâmetros ambientais, automatização de tarefas, avaliação da produtividade/qualidade da pastagem, condução e otimização do pastoreio e determinação de índices produtivos e reprodutivos.

A PLF visa a automatização de procedimentos simples, a minimização do impacto ambiental e da mão de obra, e a melhoria do bem-estar animal. As aplicações de PLF podem servir apenas como ferramentas de apoio à tomada de decisões para uma gestão eficiente e questões críticas de saúde

e bem-estar. O preço, a qualidade das telecomunicações e os benefícios económicos têm atrasado a sua utilização nos sistemas de pastagem, sendo necessárias iniciativas de marketing, designadamente explorações-piloto de demonstração.

A produção e a gestão pecuária podem recorrer à aplicação de tecnologias emergentes, tais como tecnologias avançadas de sensores, biotecnologia, IoT, IA, UAV, ML, algoritmos e robótica, numa tentativa de satisfazer as crescentes exigências da produção pecuária. Contudo, a idade e o nível de instrução de alguns produtores, o custo e manutenção destes equipamentos, a velocidade de internet em áreas do interior e/ou montanhosas tem limitado a adoção dos sistemas de PLF. 📶

Bibliografia

As referências bibliográficas podem ser consultadas mediante a leitura do QRcode:

