

INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NA FORMAÇÃO AGRÍCOLA

Editor
Cristina Pinheiro
Anacleto Pinheiro

Zootecnia de Precisão



INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NA FORMAÇÃO AGRÍCOLA

agrinov.ajap.pt

Coordenação Técnica:

Associação dos Jovens Agricultores de Portugal

Coordenação Científica:

Miguel de Castro Neto

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação

Universidade Nova de Lisboa

Zootecnia de Precisão

Editores

Cristina Pinheiro

Anacleto Pinheiro

Produção apoiada pelo Programa AGRO – Medida 7 – Formação Profissional,
co-financiado pelo Estado Português e pela União Europeia através do FSE
Projecto nº 3431144



Ficha Técnica

Título

Zootecnia de Precisão

Editores

Cristina Pinheiro

Anacleto Pinheiro

Editor

Associação dos Jovens Agricultores de Portugal

Rua D. Pedro V, 108 – 2º

1269-128 Lisboa

Tel.: 21 324 49 70

Fax: 21 343 14 90

E-mail: ajap@ajap.pt

URL: www.ajap.pt

Lisboa • 2009 • 1ª edição

Grafismo e Paginação

Miguel Inácio

Impressão

Gazela, Artes Gráficas, Lda.

Tiragem

150 ex.

Depósito Legal

299352/09

ISBN

978-989-95613-3-5

Distribuição Gratuita

Cristina Pinheiro



Licenciada em Engenharia Zootécnica e Doutorada em Ciências Agrárias pela Universidade de Évora.

É Professora Auxiliar de nomeação definitiva na Universidade de Évora, leccionando unidades curriculares no âmbito dos sistemas e tecnologia de produção animal e transformação dos produtos de origem animal. As suas áreas de investigação incluem a ciência e tecnologia do leite e derivados, análise sensorial e análise instrumental de alimentos.

Presentemente é Directora de Curso da Licenciatura em Engenharia Zootecnia (licenciatura pré-Bolonha) e Directora do Mestrado em Zootecnia.

Anacleto Pinheiro



Licenciado em Engenharia Zootécnica pela Universidade de Évora. Obteve o grau de Doctor of Philosophy no Silsoe College, Faculty of Agricultural Engineering, Food Production and Rural Land Use da Cranfield University, Reino Unido tendo posteriormente obtido equivalência ao grau de Doutor pela Universidade de Évora no ramo de Engenharia Agrícola especialidade Mecanização Agrícola.

É Professor associado de nomeação definitiva e participa no ensino de unidades curriculares nas áreas da mecanização agrária e dos sistemas de informação e automação em ciência animal.

Presentemente é presidente da direcção da Associação Portuguesa de Mecanização Agrária e membro do conselho de gestão da ZEA - Sociedade Agrícola Unipessoal, Lda.



Índice Geral

1. INTRODUÇÃO	1
2. ZOOTECNIA DE PRECISÃO.....	2
2.1. A Zootecnia de Precisão Resulta de uma Necessidade do Mercado ou é uma Inovação que Resulta da Tecnologia?.....	3
2.2. A Zootecnia de Precisão é um Sonho ou um Pesadelo da Engenharia, um Amigo ou um Inimigo dos Animais, uma Panaceia ou uma Armadilha para o Agricultor?	4
2.3. O Conceito de Precisão	6
2.3.1. Controlos e automação.....	6
2.3.2. Sensores	8
2.3.3. Actuadores.....	11
2.3.4. Controladores.....	12
2.3.5. <i>Transponders</i>	14
2.3.6. Antenas.....	16
2.4. Referências	18
3. CONTROLO DOS PROCESSOS BIOLÓGICOS E ELEMENTOS CHAVE DA ZOOTECNIA DE PRECISÃO	22
3.1. Objectivo e Trajectória.....	24
3.2. Automação na Zootecnia: Monitorização e <i>Feedback</i> da Informação dos Animais	25
3.2.1. Introdução	25
3.2.2. Controlo dos animais da exploração	25
3.2.3. Controlo do ambiente das instalações	27
3.2.4. Rastreabilidade	30
3.3. O Modelo Matemático e a Estimativa das Respostas dos Processos em Função da Variação do(s) <i>Input(s)</i>	32
3.4. Bem-Estar e Análise Bioética da Zootecnia de Precisão.....	35
3.4.1. Conceito de bem-estar.....	35
3.4.2. Sistema de produção e bem-estar animal.....	36
3.4.3. A análise bioética.....	39
3.5. Considerações Finais	41

3.6. Referências	43
4. PERSPECTIVAS DA APLICAÇÃO EM LARGA ESCALA DA IDENTIFICAÇÃO ELECTRÓNICA COMO SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO E REGISTO INDIVIDUAL DE PEQUENOS RUMINANTES	46
4.1. Do Passado para o Futuro	46
4.2. Sistema de Identificação Electrónica – Ponto da Situação	47
4.3. Objectivos e Parcerias Envolvidas no Projecto IDEA - Portugal	48
4.4. Equipamentos e Metodologia do Projecto IDEA – Portugal	50
4.5. Resultados do Projecto IDEA – Portugal	52
4.6. Perspectivas futuras.....	57
5. INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NAS EXPLORAÇÕES DE LEITE	61
5.1. Introdução.....	61
5.2. Diferentes Soluções de Ordenha.....	62
5.2.1. Contador de Células Somáticas – DCC.....	65
5.2.2. Gestão Pró-activa do Estábulo – HERD NAVIGATOR.....	67
5.3. O Robot – Sistema Voluntário de Ordenha.....	73
5.3.1. A Tecnologia do Robot – Funcionamento	75
5.3.2. Controlo da Higiene e Qualidade da Ordenha	77
5.3.3. Uma Ordenha Inteligente.....	79
5.3.4. Contador de Células Somáticas	79
5.3.5. Recolha da Amostra do Leite	80
5.3.6. Separação do Leite.....	81
5.3.7. Refrigeração do Leite	82
5.3.8. O <i>Software</i> de Gestão	82
5.3.9. Controlo Remoto	83
5.3.10. Circulação dos Animais.....	84
5.3.11. A sua Capacidade.....	86
5.3.12. Conforto Animal.....	86
5.4. Referências	88
6. A PECUÁRIA DE PRECISÃO NA HERDADE DOS ESQUERDOS	89
6.1. Pecuária de Precisão – Um Conceito	89
6.2. A Origem.....	90
6.3. O Sistema.....	91
6.4. Os Resultados	95

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Possíveis razões que levam os responsáveis a adoptar ou a rejeitar a Zootecnia de Precisão	3
Tabela 2 - Algumas possíveis vantagens e desvantagens da gestão dos processos dos animais em sistemas de Zootecnia de Precisão.....	32
Tabela 3 - Análise bioética parcial e prospectiva da aplicação de gestão da quantidade de exercício originada pelos frangos de carne.....	40
Tabela 4 - Variação das actividades de identificação previstas e executadas em relação ao previsto para os 3 anos do Projecto IDEA - Portugal.....	52
Tabela 5 - Número de animais identificados no âmbito do Projecto IDEA - Portugal, segundo a espécie e a raça.....	53
Tabela 6 - Número de unidades de produção e animais identificados no Projecto IDEA - Portugal, segundo a Associação e o tipo de sistema de produção.....	54
Tabela 7 - Número de animais identificados e reidentificados segundo a espécie animal no decorrer do Projecto IDEA - Portugal	54
Tabela 8 - Nível de eficiência das recuperações de bolos no campo e no matadouro no decorrer do Projecto IDEA - Portugal	56
Tabela 9 - Parâmetros avaliados pelo Herd Navigator da DeLaval	69
Tabela 10 - Componentes do sistema.....	95

Índice de Figuras

Figura 1 - Exemplo de um termóstato digital.....	10
Figura 2 - Componentes e fluxo de informação num sistema de automação hipotético	14
Figura 3 - <i>Transponder</i>	16
Figura 4 - Leitor de RF/ID.....	17
Figura 5 - Esquema geral dos componentes chave da Zootecnia de Precisão utilizados no controlo dos processos biológicos, como o comportamento, fisiologia e crescimento animal	23

Figura 6 – Sistema de alimentação automática com transmissor (colocado na ave) e receptor (no comedouro) de curto alcance; o alimento é fornecido quando a ave se aproxima do comedouro....	26
Figura 7 – Calor produzido pelos animais (frangos de carne) como resposta (medida e modelada) a variações graduais na (a) temperatura (sistema SISO; Aerts <i>et al.</i> , 2000) e (b) temperatura e intensidade luminosa	34
Figura 8 – Exemplo de respostas modeladas (a) perda total de calor sensível, perda de calor por convecção e por radiação e (b) peso vivo, e aumento de gordura e de músculo à temperatura do ar, velocidade do ar e distribuição de alimento	34
Figura 9 – Tipos de identificadores electrónicos – sem escala	50
Figura 10 – Fundamento do funcionamento do sistema electrónico de identificação animal.....	51
Figura 11 – Leitura estática dos animais com leitor portátil.....	51
Figura 12 – Leitura dinâmica dos animais com leitor estático.....	51
Figura 13 – Sistema de ordenha voluntário	62
Figura 14 – Máquina de ordenha paralela, saída rápida	64
Figura 15 – Máquina de ordenha rotativa.....	64
Figura 16 – Máquina de ordenha paralela.....	65
Figura 17 – Contador de Células Somáticas - DCC	66
Figura 18 – Esquema que mostra o princípio de funcionamento do Contador de Células Somáticas – DCC.....	67
Figura 19 – Princípio de funcionamento do Herd Navigator da DeLaval.....	68
Figura 20 – Evolução do estado reprodutivo de uma vaca medido através da progesterona do leite.....	70
Figura 21 – Herd Navigator - Com o olhar no futuro	73
Figura 22 – Robot de ordenha – sistema voluntário de ordenha	74
Figura 23 – Braço Robotizado.....	75
Figura 24 – Uma ordenha inteligente	76
Figura 25 – Vaca em posição cómoda com espaço para movimento do braço.....	76
Figura 26 – A quinta tetina de preparação da ordenha	77
Figura 27 – Desinfecção pós-ordenha.....	78
Figura 28 – Limpeza dos copos de ordenha por dentro e por fora	78
Figura 29 – Painel táctil colocado no robot	79
Figura 30 – Contador de células somáticas em linha	80
Figura 31 – Equipamento para o contraste leiteiro do efectivo	81
Figura 32 – Separação automática do leite	81

Figura 33 – O robot monitoriza o sistema de refrigeração.....	82
Figura 34 – Muita informação disponível que nos induz nas tomadas de decisão.....	83
Figura 35 – Controlo remoto	84
Figura 36 – Soluções de circulação dos animais.....	85
Figura 37 – Camas cómodas de borracha com látex	86
Figura 38 – Escova para melhor saúde, conforto e bem-estar da vaca.....	87
Figura 39 – Controlo de temperatura e humidade por ventilação	87
Figura 40 – Ventilador de alta capacidade.....	88
Figura 41 – Pecuária de Precisão na Herdade dos Esquerdos.....	91
Figura 42 – Bolo ruminal.....	92
Figura 43 – PECreader.....	92
Figura 44 – PECmanga	92
Figura 45 – Exemplo de interface do Ovigest (Ordenha – resumo).....	93
Figura 46 – Exemplo de interface do Ovigest (Ciclos reprodutivos)	94
Figura 47 – Maneio animal através do PECmanga	97



1. INTRODUÇÃO

A utilização das tecnologias de informação e comunicação no contexto da produção animal tem uma longa tradição, mas a evolução contínua dos equipamentos ao nosso dispor e das crescentes exigências de sustentabilidade económica, animal e ambiental tem vindo a criar as condições para que a denominada zootecnia de precisão seja passível de ser praticada na generalidade das espécies animais independentemente do modelo de produção adoptado, o que se revela um desafio extraordinariamente interessante para os técnicos que desenvolvem a sua actividade neste sector.

O presente manual apresenta inicialmente um enquadramento da zootecnia de precisão, bem como das técnicas e instrumentos que utiliza, pretendendo contribuir para um melhor conhecimento deste modelo de produção que tem vindo a ser objecto de fortes investimentos em investigação e desenvolvimento, mas cuja adopção em larga escala ainda não se concretizou. Assim, para além de serem referidos os benefícios da zootecnia de precisão, também são analisados os principais obstáculos e desafios que enfrenta.

De seguida são apresentados três textos, abordando temas específicos e actuais da prática da zootecnia de precisão no nosso país, como são a identificação electrónica animal, mais concretamente o projecto europeia IDEIA, e duas soluções comerciais de zootecnia de precisão, uma primeira no contexto da produção leiteira intensiva e uma segunda na produção ovina extensiva.

Apesar de considerarmos que este manual representa um pequeno primeiro passo do longo caminho que a zootecnia de precisão ainda tem a percorrer, acreditamos que dará um contributo válido para um sector de produção animal mais moderno e competitivo, capaz de tirar partido dos mais recentes desenvolvimentos das tecnologias de informação e comunicação e dos sistemas de apoio à decisão que as mesmas suportam.

2. ZOOTECNIA DE PRECISÃO

Os desafios colocados actualmente pela produção animal sustentável exigem tecnologias de produção rigorosas, cumpridas de forma lucrativa e minimizando os impactos ambientais adversos, ao mesmo tempo que asseguram a preservação da saúde e bem-estar animal. Estes requisitos potencialmente antagónicos, podem gerar conflitos e os objectivos de curto prazo podem comprometer soluções sustentáveis a longo prazo. Neste contexto, um sistema integrado e otimizado que permita gerir a produção animal baseado nos princípios da engenharia de processos, assim como nos parâmetros fisiológicos e processos físicos e biológicos dos animais, pode representar uma mais valia considerável para o empresário agrícola. A Zootecnia de Precisão, antes conhecida como um sistema de gestão integrado (SGI), (Wathes, *et. al.* 2008), trata a produção animal como um conjunto de processos interligados, que actuam em conjunto numa rede complexa, sendo baseada na monitorização automática e contínua dos animais e dos processos físicos relacionados.

As primeiras aplicações da **Zootecnia de Precisão** foram desenvolvidas na produção intensiva de suínos e de aves embora a abordagem da Zootecnia de Precisão possa ser aplicada em qualquer espécie pecuária, incluindo em produção animal extensiva (Frost, 2001). São vários os processos referidos por diversos autores como apropriados para adoptar em Zootecnia de Precisão, podendo citar algumas aplicações, tais como a identificação animal, o crescimento animal, a produção de leite, a produção de carne, a produção avícola, aspectos do comportamento animal, o ambiente físico das instalações dos animais e as emissões de gases poluentes.

Tendo em consideração que a Zootecnia de Precisão é, ainda, uma tecnologia embrionária mas com um futuro que acreditamos promissor, ao longo do texto iremos abordar os princípios tecnológicos que servem de base à Zootecnia de Precisão e os principais desafios que se colocam ao seu desenvolvimento, bem como apresentar vários exemplos concretos da sua prática no nosso país.

2.1. A Zootecnia de Precisão Resulta de uma Necessidade do Mercado ou é uma Inovação que Resulta da Tecnologia?

O desenvolvimento da Zootecnia de Precisão é importante para o responsável pela gestão do efectivo? Será que a origem do desenvolvimento da Zootecnia de Precisão está a ser promovida por uma necessidade do mercado (*market pull*) ou, pelo contrário, resulta da pressão induzida pelas inovações tecnológicas que vão sendo lançadas (*technology push*).

Tabela 1 – Possíveis razões que levam os responsáveis a adoptar ou a rejeitar a Zootecnia de Precisão

Razões para adoptar a Zootecnia de Precisão	Razões para rejeitar a Zootecnia de Precisão
A diminuição de técnicos experientes estimula o apoio tecnológico à gestão dos animais das explorações.	Incerteza do tempo necessário para o retorno do investimento.
Maior capacidade para satisfazer a procura de mercado por produtos de origem animal com especificações rigorosas num determinado momento.	Falta de confiança nos sistemas de produção tecnológicos, por exemplo má impressão da “gestão animal activa”.
Capacidade de conciliar os outputs tendencialmente incompatíveis em produção animal, por exemplo a emissão de gases poluentes para a atmosfera vs. taxa óptima de crescimento.	Desenvolvimento incompleto da tecnologia com fraca fiabilidade do equipamento.
Conservação do registo electrónico promove segurança na qualidade e na rastreabilidade do produto.	

A Zootecnia de Precisão é um novo conceito que se baseia fortemente na tecnologia e que está a dar os primeiros passos na investigação e no desenvolvimento: são comercializadas apenas algumas poucas aplicações de Zootecnia de Precisão. Conferências recentes focaram o potencial da Zootecnia de Precisão para a Engenharia Agronómica na fase de investigação (Wathes *et al.*, 2001; Cox, 2003), embora alguns investigadores tenham abordado a Zootecnia de Precisão na sua totalidade, isto é, o sistema de sensores, modelos, controladores e objectivos, totalmente construído a trabalhar de forma automatizada. De um ponto de vista comercial, o único produto vendido

em grande escala é o sistema *Flockman* para frangos e perus (Filmer, 2001). A primeira integração do *Flockman* exigiu interpretação manual de uma grande quantidade de dados ambientais e de produção para a gestão do fornecimento de nutrientes. Este sistema inicial integrou todas as funcionalidades principais da Zootecnia de Precisão. O sistema foi melhorado após investigação, passando a incluir um controlo semi-automático da dieta que se baseava na medição do peso da ave em tempo real e crescimento estimado (a partir de um modelo empírico; Parsons *et al.*, 2004; Frost *et al.*, 2003). O Sistema *Flockman* comprova o *market pull* (inovação que resulta do mercado) da Zootecnia de Precisão num sector da produção animal.

2.2. A Zootecnia de Precisão é um Sonho ou um Pesadelo da Engenharia, um Amigo ou um Inimigo dos Animais, uma Panaceia ou uma Armadilha para o Agricultor?

O título deste ponto reflecte os três grandes grupos com interesses na Zootecnia de Precisão e pretende dar as perspectivas alternativas dos aspectos desejáveis e atractivos da Zootecnia de Precisão. Do ponto de vista do engenheiro, a aplicação de princípios de Engenharia de Processos à produção animal não é necessariamente directa, devido às interacções complexas existentes entre as componentes do processo, à necessidade de tecnologias *low-cost* como os sensores, à interpretação das respostas biológicas e respectiva interligação aos *inputs* do processo.

Do ponto de vista do animal, existem questões claras alusivas à sua utilização como, por exemplo, o controlo activo do ambiente ou o comportamento animal. No entanto, este controlo não é assim tão diferente, em princípio, da gestão passiva que é actualmente praticada pelo agricultor, desde que os mesmos objectivos de produção sejam conhecidos, embora por diferentes meios. É certo que a gestão dos processos fisiológicos e comportamentais constitui um desafio significativo devido à percepção limitada dos principais mecanismos causais. Finalmente, os factores sócio-económicos considerados pelos produtores na adopção de qualquer nova tecnologia são complexos e requerem uma análise cuidada, requerendo um acompanhamento da investigação

em curso e dos novos avanços da engenharia aplicada à Zootecnia de Precisão. Embora alguns sectores da indústria tenham aplicado com sucesso a **teoria moderna de controlo**, a produção animal impõe restrições técnicas adicionais à engenharia de controlo. Em primeiro lugar, a **dimensão potencial do mercado** implica que tanto os sensores como os sistemas de monitorização não possam ser desenvolvidos especificamente para os animais; sendo assim, os sistemas de monitorização deverão ser adaptados aos diversos sistemas de produção animal e à análise dos sinais emitidos pelos animais.

Em segundo lugar, embora tenham sido desenvolvidos modelos estimativos de processos individuais para animais, (e.g. Aerts *et al.*, 2003), ainda não existem exemplos de modelos de processos que estimem o comportamento de dois ou mais processos interactivos. Deste modo, é essencial a investigação e desenvolvimento de técnicas de modelação que **descrevam, interpretem e controlem** sistemas MIMO (*multiple-input, multiple-output*) .

Em terceiro lugar, a Zootecnia de Precisão proporciona uma precisão única na gestão da produção animal, que possibilitará a adopção de várias estratégias baseadas nos objectivos específicos de cada exploração. Estes aspectos necessitam de serem avaliados, quer ao nível do animal, em termos do seu efeito no desempenho dos animais (performance), no estado sanitário e no bem-estar animal quer ao nível do empresário. Os gestores de uma exploração podem adoptar estratégias radicalmente diferentes uns dos outros em função dos nichos de mercado ou da política do sector e respectivo mercado do produto. Finalmente, as reduzidas margens de lucro da produção animal, as expectativas pouco realistas dos investigadores e a baixa utilização de tecnologias novas e 'revolucionárias', enfatizam a importância do desenvolvimento de aplicações de Zootecnia de Precisão.

Prevêem-se **dois possíveis cenários** para o desenvolvimento da Zootecnia de Precisão pela Engenharia Agronómica. Em primeiro lugar, a ausência de sistemas de monitorização de baixo custo, a existência de modelos de processo inapropriados, a incapacidade de controlar sistemas MIMO, objectivos incompatíveis, incerteza dos primeiros produtos avaliados pelos gestores das explorações e/ou fraca publicidade, conduzirão à **rejeição da**

Zootecnia de Precisão. Em alternativa, um plano de desenvolvimento da Zootecnia de Precisão baseado na selecção criteriosa das aplicações iniciais, na colaboração próxima entre investigadores e fabricantes e numa análise bioética prospectiva, deverão maximizar as possibilidades de sucesso.

A Zootecnia de Precisão é uma tecnologia tão promissora para a **produção animal sustentável**, que não deverá ser abandonada por falta de atenção durante as diversas fases de investigação. Se os investigadores seguirem as ‘regras’ referidas, a Zootecnia de Precisão satisfará as aspirações da Engenharia Agronómica, contribuirá para a saúde e bem-estar animal e disponibilizará ao empresário agrícola uma tecnologia imprescindível para uma exploração sustentável e lucrativa.

2.3. O Conceito de Precisão

A maximização dos índices produtivos alcançados e a minimização de custos de produção passam pela eficiência da relação entre as variáveis ao longo do período de produção. Desta forma, o conceito de precisão tem uma relação muito íntima com a questão da eficiência produtiva. Os valores desejáveis devem ser atingidos com o menor grau de impacto financeiro possível. Os investimentos em equipamentos, com a finalidade de proporcionar o ambiente adequado, a quantidade e qualidade de alimentação fornecida, aliados ao material genético e ao manejo praticado, só terão o retorno esperado se houver uma eficiência da intervenção necessária em determinadas fases da produção, com a precisão efectiva exigida. Por outras palavras, a precisão está relacionada com a **monitorização efectiva** e controlo das etapas de produção, pois não é possível imprimir uma melhoria num processo, se este não for conhecido em todas as suas fases.

2.3.1. Controlos e automação

Os sistemas de automação são aqueles que permitem monitorizar e controlar o funcionamento de um sistema físico de forma segura, (FIALHO, 1999). A monitorização visa automatizar o registo de ocorrências num dado evento, bem como alertar o utilizador em caso de situações excepcionais. O controlo

visa automatizar tarefas rotineiras e respostas comuns a certas características fixas, por exemplo, o ambiente.

Um sistema de automação deve conhecer o ambiente que o rodeia e actuar de forma a proporcionar um ajustamento preciso do ambiente para que proporcione os valores previamente estabelecidos como sendo ideais.

Existem inúmeros exemplos de sistemas de automação com os mais variados graus de complexidade. Todos eles, entretanto, têm alguns pontos comuns que os caracterizam. Um sistema de automação deve, de alguma forma, conhecer o ambiente que o rodeia e actuar nesse ambiente de modo razoavelmente previsível. Para isso são necessários **sensores** e **actuadores**. Na maioria dos casos, também é necessário, pelo menos, um **controlador** inteligente e, possivelmente, um meio pelo qual diferentes unidades do sistema possam comunicar entre si e com o meio externo.

A automação pode ser feita a diversos níveis. Um deles é a implantação de um sistema de recolha de informação, composto por uma série de sensores e dispositivos para recolher e armazenar a informação desses sensores. Existem sensores de temperatura, pressão, humidade, pH, níveis de determinados gases. Cada tipo de sensor funciona à sua própria maneira, sendo necessário uma unidade micro-controladora para ler a informação dos sensores e armazenar ou processar essa informação.

Outro nível de automação é a implantação de sistemas de controlo que executam tarefas com base num conjunto de informações. Essas tarefas podem ser pré-programadas ou podem ser função da informação recolhida por meio de sensores.

Um terceiro nível de automação é um sistema de recolha e registo de dados, capaz de armazenar a informação recolhida por sensores ou acções executadas por sistemas de controlo. Essa informação pode ser processada posteriormente, ou pode-se criar um histórico de ocorrências na exploração, que pode ser consultado no caso de qualquer eventualidade. Um exemplo pode ser o histórico da quantidade e temperatura do leite num tanque de refrigeração, que pode ser usado para comprovar que a mesma foi adequada e cumpriu os requisitos legais.

Da necessidade de transformar as etapas e processos de produção em segmentos passíveis de optimização, cada vez mais trabalhos de investigação são efectuados, quer na utilização de sensores biocompatíveis, quer em estratégias de gestão de informação e desenvolvimento de *softwares* de decisão que, associados a diversos mecanismos de controlo, contribuem para a optimização de cada segmento da cadeia produtiva. O conceito de produção animal, numa perspectiva cada vez mais competitiva e empresarial, torna a actividade de produção animal cada vez mais precisa, dependendo menos de variáveis casuísticas, e mais de decisões inteligentes.

2.3.2. Sensores

Os responsáveis pela gestão dos efectivos pecuários recolhem de forma rotineira no seu dia-a-dia informação visual, olfactiva, auditiva, e táctil dos seus animais para avaliação do seu estado sanitário, bem-estar e produtividade. As novas tecnologias podem apoiar esta tarefa, mesmo com grandes rebanhos devido à (r)evolução dos sensores e das técnicas de monitorização, por exemplo, os desenvolvimentos na nano e micro electrónica (Frost *et al.*, 1997; Berckmans, 2004).

Deste modo a avaliação dos animais pode ser realizada a um nível colectivo ou individual, embora no primeiro caso sejam necessários alguns métodos adicionais para confirmar que os valores obtidos com base nas leituras das amostras se ajustam ao grupo.

Por exemplo, a balança automática de pesagem de frangos, desenvolvida por Turner *et al.* (1984) e utilizada no sistema *Flockman* (Filmer, 2001), baseia-se na informação obtida a um nível individual. A utilização da balança de Turner a um nível colectivo implica uma correcção manual dos dados. Este pode ser um problema frequente na monitorização de grandes grupos de animais, os dados do grupo precisam de ser avaliados estatisticamente quando o controlo do nível colectivo tem como base medições individuais (Lokhorst, 1996; Vranken *et al.*, 2004).

As câmaras climáticas, ou outras câmaras de confinamento animal, ao serem combinadas com técnicas de análise de imagens, podem ser utilizadas para quantificar um comportamento animal, em grupo ou individual como (De Wet

et al., 2003; Leroy *et al.*, 2004), selectividade alimentar, tamanho, forma e peso (e.g. suínos: Schofield, 1990; Whittemore e Schofield, 2000; White *et al.*, 2004; frangos: Chadad *et al.*, 2003; De Wet *et al.*, 2003). Da mesma forma, os sons produzidos pelos animais podem ser monitorizados e as suas frequências analisadas para avaliar o estado sanitário dos animais (Van Hirtum e Berckmans, 2004). A vantagem destes sistemas de monitorização deriva do facto de ser possível recolher muita informação de forma não invasiva e sem o stress da perturbação do animal ou do seu manuseamento (Scott e Moran, 1993; Hamilton *et al.*, 2004).

Os sensores podem também ser aplicados directamente no animal, como os pedómetros para monitorização de cios em vacas leiteiras (Brehme *et al.*, 2004). Têm sido desenvolvidos sensores de telemetria para medição do ritmo cardíaco, temperatura corporal e actividade (Mitchell *et al.*, 2004; Laureyn, 2004; Lowe *et al.*, 2007), embora principalmente para investigação. Sensores para quantificação da condutividade do leite e rendimento das vacas leiteiras estão disponíveis, podendo ser utilizados para otimizar a produção e fornecer uma detecção precoce de problemas de bem-estar em indivíduos (de Mol e Ouweltjes, 2001; Kohler e Kaufmann, 2003). Os exemplos referidos não são exaustivos, mas demonstram as possibilidades actuais e futuras da utilização dos sinais dos animais retroalimentarem soluções de Zootecnia de Precisão.

A maioria dos sistemas de automação necessita de algum tipo de interface que lhe permita avaliar o estado actual do sistema. Essa interface geralmente consiste em sensores que medem características do sistema, tais como temperatura, intensidade luminosa, teor de determinados gases no ar, etc.

Estabelecendo-se um paralelo com o corpo humano, os sensores correspondem aos olhos, ouvidos, papilas gustativas e demais órgãos responsáveis pelos sentidos. Esses órgãos captam mensagens do ambiente e transformam-nas num impulso nervoso que é transmitido ao cérebro, onde essas mensagens são processadas. Da mesma forma, sensores captam mensagens do ambiente e transformam-nas num impulso eléctrico. Esse impulso é geralmente transmitido a um controlador central, que reage à mensagem segundo um método pré-estabelecido.

Um termóstato é um exemplo extremamente simples de um sistema automatizado. Podem-se estudar as características de um termóstato e relacioná-las com as características gerais dos sistemas de automação. Esta comparação permite compreender alguns dos princípios fundamentais que devem estar presentes nestes sistemas. Um termóstato possui um sensor que é usado para detectar variações na temperatura ambiente. Numa simplificação extrema, um termóstato simples faz com que um aparelho qualquer fique ligado quando a temperatura estiver abaixo de um determinado limite e desligado quando a temperatura estiver acima desse limite (ou vice-versa).

Uma alternativa para evitar erros de leitura desse tipo é usar sensores digitais mais modernos. A Figura 1 mostra um exemplo de um termóstato digital.

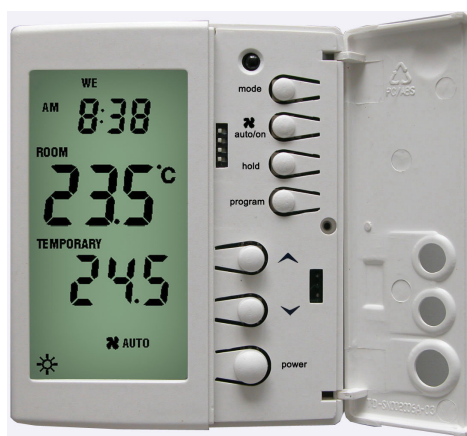


Figura 1 - Exemplo de um termóstato digital

Fonte: <http://www.1stworldtradeportal.com/>

Existem sensores de temperatura que são integrados num chip pequeno, que podem ser usados em alternativa aos termopares. Esses chips medem a temperatura usando um circuito oscilador de alta precisão e convertem o valor num sinal digital. Esse sinal é transferido por um cabo semelhante a um cabo telefónico segundo um protocolo específico até a um microcontrolador.

Esse sistema digital oferece muitas vantagens em comparação com o sistema analógico. Um sinal digital é menos sensível às interferências electromagnéticas. Além disso o protocolo de comunicação estabelece um

mecanismo que permite detectar e corrigir erros de transmissão. Cada chip possui um número de série que o diferencia dos outros chips, de modo que vários chips podem ser interligados pelo mesmo cabo. O protocolo de comunicação permite ler a temperatura de cada um dos sensores separadamente. Deste modo, podem-se substituir vários cabos de termopar por um único cabo telefónico, de custo bem menor. O uso de sistemas digitais também permite medir a temperatura com mais precisão (tipicamente $0,1^{\circ}\text{C}$).

No futuro, os sensores e as técnicas de monitorização de animais estarão amplamente disponíveis colocando o animal no centro da Zootecnia de Precisão. No entanto, actualmente, a disponibilidade de sensores de baixo custo, robustos e fiáveis continua a ser o principal problema a ser resolvido para que a Zootecnia de Precisão passe a ser aplicada no terreno. É necessária mais investigação e desenvolvimento para se tirar partido de tecnologias provenientes de outras aplicações onde a dimensão da procura forçou a redução dos custos de produção como, por exemplo, nas *webcams*. Os engenheiros do sector terão ainda de desenvolver algoritmos específicos das aplicações para interpretação dos dados provenientes dos sensores.

2.3.3. Actuadores

Os sistemas de automação não se limitam à recolha de informação de um sistema físico. A maioria destes sistemas actua, também, sobre o sistema, geralmente em resposta a alguma situação detectada pelos sensores. No exemplo anterior, além de detectar mudanças na temperatura ambiente, o termóstato, deverá ser capaz de ligar e desligar um ou mais aparelhos (aquecedores ou ventiladores).

O mecanismo de funcionamento dos actuadores é, consideravelmente, mais simples que o dos sensores. Em geral, os impulsos eléctricos controlam quais os aparelhos que estarão ligados ou desligados. Os actuadores equivalem, no corpo humano, aos músculos, que recebem um estímulo nervoso específico do cérebro e actuam de uma determinada maneira. É o cérebro que decide como é que um braço ou uma perna se irá mexer ao enviar uma mensagem através dos neurónios. No entanto, o impulso nervoso por si só não tem força para

movimentar o braço. Os músculos, por sua vez, amplificam o sinal do impulso nervoso e transformam a energia química dos nutrientes em energia mecânica da contracção ou distensão muscular realizando, dessa forma, a tarefa ordenada pelo cérebro.

Podemos assim definir actuador como um elemento que produz movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais ou automáticos. Basicamente, qualquer coisa que possa ser controlada de uma forma ou de outra, pode ter a função de actuador em Engenharia, actuadores são frequentemente utilizados como mecanismos para introduzir movimento ou segurar um objecto para impedir o movimento.

Existem inúmeros tipos de actuadores. Podem-se citar actuadores de movimento induzido por cilindros pneumáticos (Pneumática) ou cilindros hidráulicos (Hidráulica) e motores (ou qualquer coisa que tenha um motor). Também são actuadores dispositivos como pás, cancelas ou qualquer elemento que realize um comando recebido de outro dispositivo, com base em uma entrada ou critério a ser seguido (resistências eléctricas, luzes, válvulas, etc.).

2.3.4. Controladores

Para que um sistema de automação cumpra a sua tarefa, os sensores e actuadores devem funcionar em harmonia. Em geral, consegue-se com a utilização de um ou mais controladores que recebem a informação dos sensores, processam-na e transmitem-na aos actuadores.

Portanto, um sistema de automação pode ser constituído por uma única unidade de controlo. Outra possibilidade é a existência de várias unidades descentralizadas interligadas de modo semelhante a computadores ligados em rede, conforme pode ser visto na Figura 2. Nesse tipo de sistema, os diversos controladores trocam mensagens entre si, seguindo um protocolo pré-estabelecido.

Os padrões de funcionamento de uma rede de controladores podem ser estabelecidos de diversas formas. Um controlador pode funcionar de uma maneira quando actua sozinho e de uma maneira diferente quando ligado em

rede. A rede pode servir apenas para configurar o funcionamento das unidades individuais ou pode definir cada uma das acções do controlador. Um dos controladores pode comandar os outros, ou todos podem agir independentemente. A escolha mais adequada depende do tipo de sistema.

A comunicação não se limita apenas à rede de controladores. Um ou mais controladores podem estar ligados a terminais de computador, a partir dos quais se pode controlar o sistema. Essa conexão pode ser permanente ou temporária (é possível que um computador portátil seja conectado ao sistema apenas para programar e configurar o mesmo). No esquema da Figura 2 um dos controladores está ligado a um computador, onde um utilizador pode verificar o funcionamento do sistema.

Por sua vez, um terminal de computador, pode estar ligado a uma rede de computadores e essa rede estar ligada à Internet para que um utilizador possa monitorizar o sistema à distância.

Os controladores são circuitos eléctricos com maior ou menor grau de sofisticação. No exemplo do termóstato simples com duas lâminas de metal, o mesmo dispositivo actua como sensor e actuador, não existindo um controlador separado. Entretanto, um termóstato com um grau um pouco mais elevado de sofisticação utiliza um controlador simples, que interpreta o valor da temperatura lido pelo sensor, compara-o com valores pré-estabelecidos e liga e desliga diversos actuadores, dependendo do valor da temperatura.

Um esquema geral de um sistema de automação é apresentado na Figura 2. Nesse exemplo há 2 controladores ligados entre si. Cada um deles recebe informação de dois sensores e controla dois actuadores. Como existe comunicação entre os controladores, é possível que um valor medido por um sensor ligado ao primeiro controlador afecte o modo de funcionamento de um actuador ligado ao segundo.

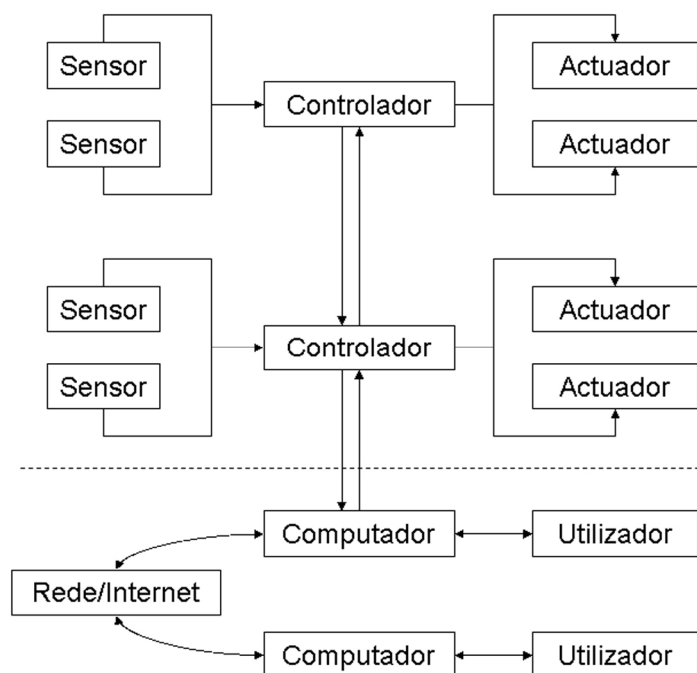


Figura 2 – Componentes e fluxo de informação num sistema de automação hipotético

Fonte: adaptado de Nääs

2.3.5. Transponders

Através da recolha de informação dos sistemas de automação é possível, também, correlacionar as variáveis de ambiente com os elementos de uma população de animais, de uma forma individual ou colectiva.

Uma tecnologia inovadora para a identificação de animais é a identificação electrónica, que possui uma série de vantagens quando comparada com os métodos tradicionais. As técnicas mais comumente utilizadas são as marcações no exterior do animal que permitem o seu reconhecimento individual, mas que exigem o acompanhamento ou monitorização manual (Figura 3).

Uma nova técnica de identificação que se destacou nos últimos 10 anos foi a identificação electrónica (EID - *Electronic Identification*), que se baseia no uso de dispositivos e equipamentos electrónicos que armazenam e detectam códigos ou números de identificação, (*Resolution of the Conference of the Parties*, 1992).

A adequação de um sistema de identificação electrónica em vários contextos de aplicação, seja na área industrial, comercial ou de produção agropecuária, depende das características do tipo de dispositivo que contém a informação necessária para a identificação unívoca de um determinado objecto ou animal; dispositivo este, normalmente, denominado *transponder* (SPAHR & SURBER, 1992), composto, internamente, por um circuito integrado ou microchip específico, o qual é anexado ou inserido no objecto/animal alvo de identificação.

A obtenção da identificação ou número de código ou número de registo atribuído ao animal, contido no interior do *transponder*, é realizada através de um aparelho leitor que utiliza um meio de comunicação sem fios, normalmente rádio-frequência (RFID – *Radio Frequency ID*), sendo, por isso, constituído por uma antena transmissora e receptora, cuja função é activar o microchip contido no *transponder* e a partir deste obter o código de identificação como resposta a essa activação.

A utilização da técnica de identificação electrónica, em diferentes espécies animais, tem sido realizada seguindo as normas de diversos fabricantes.

A identificação é feita utilizando circuitos electrónicos miniaturizados na forma de circuitos integrados (*transponders* ou microchips), que implementam a ideia de identificação electrónica, (WADE & MAYHALL, 1994).

Essa técnica está a ser adoptada em todo o planeta para controlo e gestão de grupos de animais em sistemas de produção animal comercial, no controlo de sistemas de produção de animais selvagens mantidos em cativeiro e para controlo e monitorização dos animais selvagens.

As expectativas que advêm da utilização destes microchips giram em torno da grande quantidade de informação comportamental que pode ser obtida através de uma monitorização digital diária apoiada num sistema informatizado possibilitando, assim, uma melhor análise do contexto do bem-estar animal e a possibilidade de gerar novas tecnologias no sector da produção animal.



Figura 3 - Transponder

Fonte: <http://www.certag.com.br/produtos.html>

O *transponder* injectável é uma peça especialmente desenhada para a identificação de animais. Produzido com vidro bio-compatível, não é rejeitado pelo organismo. Possui uma dimensão muito reduzida (2,2 x 11,5 mm) e não causa desconforto. Um animal, ao qual seja colocado um microchip ao nascimento, transporta a sua identificação digital até ao abate.

Desta forma, todo o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento poderia ser feito através da sua monitorização, realizada através de aparelhos leitores ou antenas, estrategicamente colocados na exploração.

2.3.6. Antenas

Os leitores ou antenas são responsáveis pela recolha de dados dos *transponders*. Estrategicamente espalhados na exploração, permitem, através de uma conexão com *softwares*, a monitorização do comportamento e o controlo das aves de reprodução, por exemplo, através da captação da informação contida nos *transponders* e respectiva relação com o momento em que a informação de identificação da ave foi obtida (no bebedouro, no ninho, entre outros). A Figura 4 apresenta um exemplo de leitor.



Figura 4 – Leitor de RF/ID

Fonte: http://www.gaorfid.com/index.php?main_page=index&cPath=97

O uso de microchips e de sistemas de informação para recolha de dados de identificação de indivíduos dentro de uma população e para identificação animal foi descrito por CURTO *et al.* (1998). Neste trabalho foi apresentado o desenvolvimento de um sistema de identificação electrónica para apoio e gestão de informação no sector da produção animal. Neste sentido, o *software* possibilitou a maximização da eficiência operacional permitindo, através de constatações, realizar agendamentos, eventos, gestão de um único local, automação, notificação de problemas, transferência de dados e informações e proporcionar a gestão de ciclos produtivos.

O sistema completo actua num segmento de *softwares* inteligentes que relatam eventos através de autoconstatações, através de uma topologia de rede, avaliando a sua performance, gerindo e monitorizando todos os dispositivos electrónicos, proporcionando facilidade de automação em função das respostas comportamentais registadas.

O ambiente gráfico permite a visualização dos processos produtivos e intervalos nos ciclos de produção, através de uma visualização geográfica do interior das instalações, distribuição dos dispositivos electrónicos e suas respectivas localizações. Realiza a monitorização de todos os animais com microchips e possibilita a realização de uma análise de comportamento em função do bem-estar animal.

Resumidamente, o esquema consiste na utilização de **modelos de controlo preditivo** que **usam um feedback contínuo do *output* do processo**, fazendo um uso explícito de um modelo dinâmico do processo para **estimar a resposta do processo**.

2.4. Referências

- Aerts, J.-M., Wathes, C.M., Berckmans, D., 2003.** Dynamic data-based modelling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. *Biosyst. Eng.* 84, 257–266.
- Berckmans, D., 2004.** Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. In: *Proceedings of the ISAH Conference on Animal Production in Europe: The Way Forward in a Changing World*, vol. 1, Saint-Malo, France, October 11–13, pp. 27–31.
- Brehme, U., Stollberg, E., Holz, R., Schleusener, T., 2004.** Safer oestrus detection with sensor aided ALT-pedometer. In: *Proceedings of the Book of Abstracts of the Third International Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring*, Leuven, Belgium, September 10–11, pp. 43–46.
- Chedad, A., Aerts, J.-M., Vranken, E., Lippens, M., Zoons, J., Berckmans, D., 2003.** Do heavy broiler chickens visit automatic weighing systems less than lighter birds? *Br. Poult. Sci.* 44, 663–668.
- Cox, S. (Ed.), 2003.** *Precision Livestock Farming*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Curto, F.P.F. et al. 1998.** Desenvolvimento de um sistema de identificação eletrônica para auxílio no gerenciamento de informações na área de produção animal – Programa de Pós-Graduação, Instituto de Informática PUCAMP.
- De Mol, R.M., Ouweltjes, W., 2001.** Detection model for mastitis in cows milked in an automatic milking system. *Prev. Vet. Med.* 49, 71–82.
- De Wet, L., Vranken, E., Chedad, A., Aerts, J.-M., Berckmans, D., 2003.** Computer-assisted image analysis to quantify daily growth rates of broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 44, 524–532.

- Fialho, B.F.** 1999. Modernização no Controle da Produção de Suínos – Zootecnia de Precisão. In Anais do Simpósio de Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos. Piracicaba, 61-80p.
- Filmer, D.** Nutritional management of meat poultry. 2001. Wathes, C.M., Frost, A.R., Gordon, F, Wood, J.D. Edinburgh, British Society of Animal Science. Occasional Publication Number 28, pp. 133-146.
- Frost, A.R., Schofield, C.P., Beulah, S.A., Mottram, T.T., Lines, J.A., Wathes, C.M.,** 1997. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. *Comput. Electron. Agric.* 17, 139-159.
- Frost, A.R.,** 2001. In: Wathes, C.M., Frost, A.R., Gordon, F., Wood, J.D. (Eds.), An Overview of Integrated Management Systems for Sustainable Livestock Production. Occasional Publication Number 28. British Society of Animal Science, Edinburgh, pp.45-50.
- Frost, A.R., Parsons, D.J., Stacey, K.F., Robertson, A.P., Welch, S.K., Filmer, D., Fothergill, A.,** 2003. Progress towards the development of an integrated management system for broiler chicken production. *Comput. Electron. Agric.* 39, 227-240.
- Hamilton, D.N., Ellis, M., Bertol, T.M., Miller, K.D.,** 2004. Effects of handling intensity and live weight on blood acid-base status in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 82, 2405-2409.
- Kohler, S.D., Kaufmann, O.,** 2003. Quarter-related measurements of milking and milk parameters in an AMS-herd. *Milk Sci. Int.* 58, 3-6.
- Laureyn, W.,** 2004. Enabling technologies of biosensors and opportunities for the on-line monitoring of biological species. In: Proceedings of the Book of Abstracts of the Third International Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring, Leuven, Belgium, September 10-11, p. 11.
- Leroy, T., Vranken, E., Aerts, J.-M., Silva, M., Struelens, E., Sonck, B., Berckmans, D.,** 2004. A real-time computer vision system for the quantification of animal behaviour and motor function. In: Proceedings of the Book of Abstracts of the Third International Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring, Leuven, Belgium, September 10-11, pp. 34-35.
- Lokhorst, C.,** 1996. Automatic weighing of individual laying hens in aviary housing systems. *Br. Poult. Sci.* 37, 485-499.

- Lowe, J., Abeyesinghe, S.M., Demmers, T.G.M., Wathes, C.M., McKeegan, D.E.F., 2007.** A novel telemetric logging system for recording physiological signals in unrestrained animals. *Comput. Electron. Agric.* 57, 74–79.
- Mitchell, K.D., Stookey, J.M., Laternas, D.K., Watts, J.M., Haley, D.B., Huyde, T., 2004.** The effects of blindfolding on behaviour and heart rate in beef cattle during restraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 3–4, 233–245.
- Nääs, I.A.** Agricultura de Precisão: Zootecnia de Precisão. *In: Aluizio Borém; Marcos P. Del Guidice; Daniel Marçal de Queiroz; Evandro Chartuni Mantovani; Lino Roberto Ferreira. (Org.). Agricultura de Precisão. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2000, v. 1, p. 43-63.*
- Parsons, D.J., Schofield, C.P., Green, D.M., Whittemore, C.T., Carroll, S., Kay, R., 2004.** Real-time control of pig growth through an integrated management system. In: *Proceedings of the Agricultural Engineering Conference, Leuven Belgium, September.*
- Resolution of the Conference of the Parties – Eight Meeting of Conference of the Parties, Kyoto – Japan, 1992.**
- Schofield, C.P., 1990.** Evaluation of image analysis as a means of estimating the weight of pigs. *J. Agric. Eng. Res.* 47, 287–296.
- Scott, G.B., Moran, P., 1993.** Fear levels in laying hens carried by hand and by mechanical conveyors. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 337–345.
- Spahr, S.L. e Surber, R.S. 1992.** Practical Experiences with Automated Electronic Animal Identification using Injected Identification Transponders. *Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, pp. 546-551, Wageningen, Holanda.*
- Turner, M.J.B., Gurney, P., Crowther, J.S.W., Sharp, J.R., 1984.** An automatic weighing system for poultry. *J. Agric. Eng. Res.* 29, 17–24.
- Van Hirtum, A., Berckmans, D., 2004.** Objective recognition of cough sound as a biomarker for aerial pollutants. *Indoor Air* 14, 10–15.
- Vranken, E., Chedad, A., Aerts, J.-M., Berckmans, D., 2004.** Estimation of average body weight of broilers using automatic weighing in combination with image analysis. In: *Proceedings of the Book of Abstracts of the Third International Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring, Leuven, Belgium, September 10–11, pp. 68–70.*
- Wade, J.R. e Mayhal, J.A. 1994.** Straight Talk About Microship Identification.

Publicação exclusiva da AVID Identification Systems Inc.

Wathes, C.M., Frost, A.R., Gordon, F., Wood, J., 2001. Integrated Management Systems for Livestock. Occasional Publication Number 28. British Society of Animal Science, Edinburgh.

Wathes, C.M., Kristensen, H.H., Aerts, J.-M., Berckmans, D. (2008). Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall?. *Computers and Electronics in Agriculture* 64:2-10.

White, R.P., Schofield, C.P., Green, D.M., Parsons, D.J., Whittemore, C.T., 2004. The effectiveness of a visual image analysis (VIA) system for monitoring the performance of growing/finishing pigs. *Anim. Sci.* 78, 409-418.

Whittemore, C.T., Schofield, C.P., 2000. A case for size and shape scaling for understanding nutrient use in breeding sows and growing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 65, 203-208.

3. CONTROLO DOS PROCESSOS BIOLÓGICOS E ELEMENTOS CHAVE DA ZOOTECNIA DE PRECISÃO

A inclusão de animais vivos num sistema diferencia a Zootecnia de Precisão de outras aplicações da teoria moderna do controlo, em especial da agricultura de precisão utilizada na produção vegetal. Do ponto de vista do engenheiro, o animal gera os sinais mais importantes do processo, que necessitam de ser medidos directa e continuamente. Os sinais medem indicadores fisiológicos, comportamentais e de produção, entre outros como, o peso vivo, o consumo de alimentos e o movimento.

Segundo alguns autores (Clake, 1988; Aerts *et al.*, 1998, Aerts *et al.*, 2003) a Zootecnia de precisão resulta de uma inter-ligação entre vários componentes chave (Figura 5), constituindo um sistema que permite controlar processos biológicos como o comportamento animal, a fisiologia o crescimento animal, entre outros.

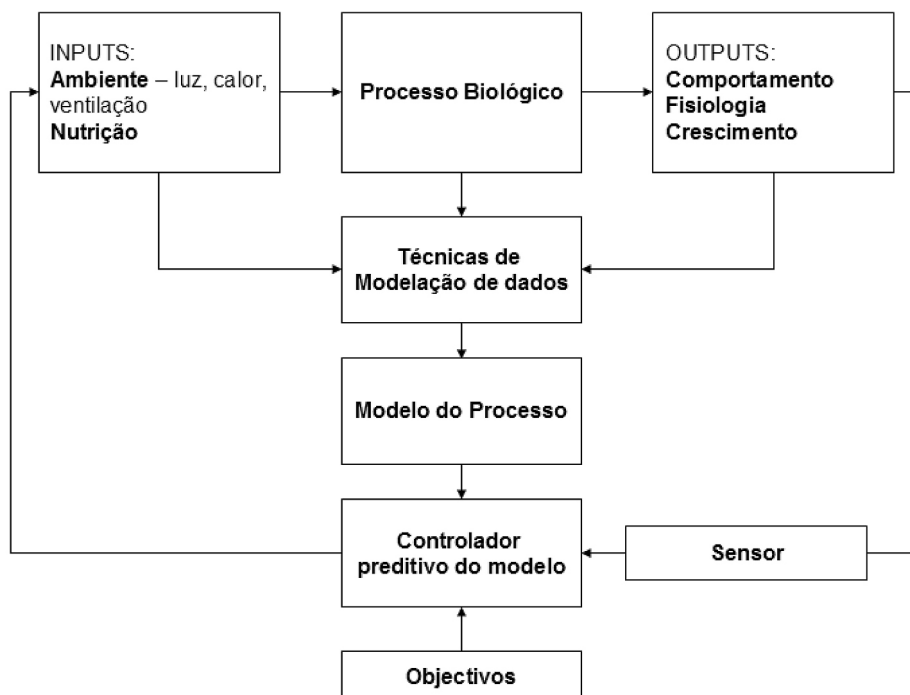


Figura 5 – Esquema geral dos componentes chave da Zootecnia de Precisão utilizados no controlo dos processos biológicos, como o comportamento, fisiologia e crescimento animal

Fonte: após Aerts *et al.* 1998a, 2003c

Resumidamente, o esquema consiste na utilização de **modelos de controlo preditivo** que **usam um *feedback* contínuo do *output* do processo**, fazendo um uso explícito de um modelo dinâmico do processo para **estimar a resposta do processo**.

Desta forma, e segundo os mesmos autores, a Zootecnia de Precisão requer:

- (1) A definição dos objectivos a atingir e a trajetória para cada *output* (ex: um padrão comportamental, uma taxa de crescimento ou emissão de poluentes);
- (2) Uma monitorização contínua das respostas do processo (ou *outputs*, na terminologia da Engenharia de Processos), numa frequência e escala apropriadas através de sensores, com “feed back” da informação para o controlador do processo;

- (3) Um modelo matemático robusto que estime as respostas do processo em função da variação do(s) *input(s)*;
- (4) Actuadores e um controlador baseado em modelos preditivos (estimativos) para os *inputs* do processo (ex: variáveis ambientais, alimentares, etc. ...)

3.1. Objectivo e Trajectória

De facto, para que todo o sistema funcione permitindo que o engenheiro controle eficientemente os processos dos animais, é necessário, primeiro que tudo, que sejam definidos objectivos ou um objectivo geral para o processo assim como a respectiva trajectória. O objectivo será, em geral, definido pelo responsável pela gestão dos efectivos em função dos critérios económicos, de quantidade, qualidade e de ambiente ou bem-estar animal. Por exemplo, conciliar a produção de um grupo de frangos de carne com um grau de gordura definido, com um peso vivo garantido, num prazo determinado, com a produção de frangos dentro dos limites permitidos de emissão de poluentes para a atmosfera como a amónia das instalações. A trajectória define o percurso do *output* do processo, que responde aos ajustamentos dos *inputs* minuto a minuto ou dia após dia.

Precisam, igualmente, de ser considerados os interesses dos responsáveis pela gestão dos efectivos e do animal; para tal, pode-se recorrer, em parte, a uma **análise bioética**. O objectivo deverá centrar-se na eficiência de produção, no lucro, na saúde ou no bem-estar animal? Optimizar um processo com vista a um objectivo geral pode ter implicações noutra processo, por exemplo, as receitas do empresário agrícola vs. bem-estar animal. Em muitas aplicações da Zootecnia de Precisão, contudo, o objectivo requer investigação e ensaios na exploração antes da sua implementação. Por exemplo, pode ser possível controlar a actividade dos frangos de carne através da variação dinâmica da intensidade luminosa mesmo que o objectivo adequado da actividade seja desconhecido (Kristensen *et al.*, 2006). A única vantagem da Zootecnia de Precisão é que os objectivos e as trajectórias podem ser específicos das explorações e modificados no momento se as circunstâncias mudarem, por

exemplo a manifestação de uma doença ou a mudança de uma especificação do produto.

3.2. Automação na Zootecnia: Monitorização e *Feedback* da Informação dos Animais

3.2.1. Introdução

Os sistemas de automação têm grande potencial de uso na zootecnia. Esses sistemas são utilizados na agricultura e na zootecnia de precisão para automatizar processos, monitorizar melhor os sistemas, otimizar a produção e reduzir as perdas. Um sistema bem elaborado pode responder a situações adversas de forma inteligente, evitando o agravamento de um problema. Em último caso, um sistema de alarme pode ser accionado para chamar a atenção para possíveis problemas.

Mesmo que o produtor esteja ausente da exploração, é possível, por exemplo, que um sistema mais sofisticado contacte, automaticamente, um número de telefone e comunique uma ou mais mensagens predefinidas, alertando o produtor ou o responsável da exploração da ocorrência.

Um maior grau de sofisticação pode elevar a condição de actuação sobre os índices a serem alcançados através de sistemas de informação sofisticados, denominados sistemas inteligentes. Estes sistemas possibilitam a intervenção em processos, para que possam ser realizados ajustamentos ao longo do tempo, de forma automática, sem intervenção manual.

Em sistemas de produção animal é possível reduzir perdas localizadas e melhorar a eficiência utilizando princípios de zootecnia de precisão. Isso é possível através de um controlo mais rigoroso do uso de factores de produção, do rebanho e do ambiente.

3.2.2. Controlo dos animais da exploração

Uma das formas de reduzir perdas é a **identificação dos animais**, que permite o seu tratamento diferenciado. É possível identificar animais de médio a

grande porte. Para que a identificação permita a automação de certas tarefas deverá ser electrónica, com o uso de colar, pulseira ou implante. Seja qual for o dispositivo, um identificador electrónico possui um transmissor que emite um número de série que permite identificar o animal e monitorizar a sua actividade.

A aplicação deste tipo de controlo em explorações de bovinos de leite permite que as vacas sejam identificadas automaticamente durante a ordenha. Dessa forma, a produção individual de leite pode ser medida e registada automaticamente. Com base nessa produção, a quantidade de alimento a ser fornecido, por animal, pode ser calculada.

Aplicando o mesmo princípio, é possível **controlar automaticamente a quantidade de alimento** que uma vaca, porco ou outro animal, devidamente identificado, recebe. Existem tipos de comedouros que impedem o acesso de mais de um animal, simultaneamente, ao alimento. Quando um animal se aproxima do comedouro impede a entrada de outros animais. O comedouro possui um receptor ou antena que identifica o número do animal no comedouro, conforme é apresentado na Figura 6.

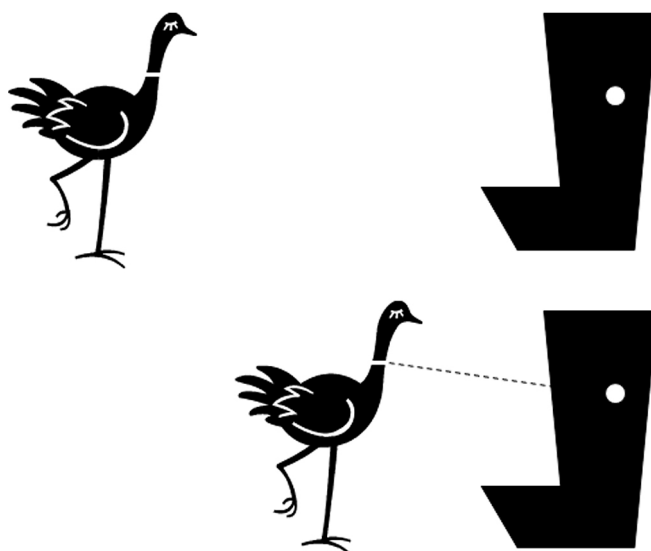


Figura 6 – Sistema de alimentação automática com transmissor (colocado na ave) e receptor (no comedouro) de curto alcance; o alimento é fornecido quando a ave se aproxima do comedouro

Fonte: adaptado de Nääs

Em explorações de aves poedeiras é importante o acompanhamento do peso das aves, pois este possui uma correlação com a quantidade e qualidade dos ovos. As aves gordas ovulam menos e com maior frequência o que interfere na sua postura. A qualidade da dieta e a quantidade de alimento fornecido individualmente passa a ser um factor determinante da eficiência produtiva.

A combinação de um **transmissor** e de um **receptor** só funciona a uma distância curta, quando o animal se aproxima do comedouro para se alimentar. O sistema compara o número do animal com uma base de dados que contém o registo de todos os animais do aviário.

Nessa base de dados, estão armazenadas a quantidade de ração que o animal deve consumir por dia e a quantidade que ele já ingeriu naquele dia. Com base nesses dados e na hora do dia, o comedouro liberta uma determinada quantidade de alimento específica para cada animal e actualiza a base de dados. O sistema também pode ser regulado para que o fornecimento de alimento por animal seja distribuído ao longo do dia, para evitar que seja fornecida uma grande quantidade de alimento ao animal de uma só vez. Esse sistema permite medir e controlar a quantidade de alimento consumido por animal.

Devido à natureza das aves, o uso de transmissores externos pode ser pouco aconselhável, pois os animais tendem a danificá-los, uma vez que apresentam um comportamento de curiosidade bastante aguçado e, no caso de emas e avestruzes, ainda é maior.

O uso de **transmissores** pode ser mais interessante no caso de animais de reprodução, que permaneçam durante mais tempo na exploração. Para além do consumo de alimento, o sistema também pode ser usado para registar inseminações, vacinações, nascimentos, etc. Com registos adequados, as inseminações mais recomendáveis podem ser especificadas em função do grau de parentesco dos animais e da data da última utilização do macho.

3.2.3. Controlo do ambiente das instalações

Todo o controlo ambiental de uma determinada instalação agro-pecuária pode ser automatizado. Como sabemos, o **ambiente térmico** pode exercer uma grande influência na produção animal. O controlo automatizado do

ambiente das instalações é bastante utilizado, principalmente em aviários e explorações de bovinos de leite. O sistema de controlo ambiental pode variar em complexidade, desde um sistema simples que liga e desliga ventiladores dependendo da temperatura, até sistemas complexos que medem a temperatura, humidade relativa, velocidade do vento, concentração de amónia, etc. e utilizam esquemas de ventilação em túnel, abertura automática de cortinas, sistemas de arrefecimento evaporativo, aquecedores e outros mecanismos de controlo ambiental.

Os sensores utilizados no controle ambiental são, geralmente, sensores de temperatura e, possivelmente, de humidade, tanto no interior como no exterior da instalação. Em função destes dois parâmetros, é possível estimar o conforto ambiental dos animais e actuar adequadamente. Em situações de termoneutralidade ou pouco stressantes, o sistema deve optar pelo controlo do ambiente por uso de meios naturais. No caso de uma instalação fechada, se a temperatura aumentar o sistema pode fechar as cortinas e iniciar o uso de ventilação em túnel, em que um conjunto de ventiladores faz com que o ar passe rapidamente pelos animais, retirando do ambiente o calor produzido por eles. Neste sistema, é usado, geralmente, algum tipo de arrefecimento evaporativo, em que o ar é humidificado, o que causa a redução da temperatura dos animais. No entanto, um sistema inteligente pode detectar condições de humidade relativa elevada no ar externo e optar por não utilizar o arrefecimento evaporativo, uma vez que o mesmo seria pouco eficiente nesse caso.

A produtividade ideal, na avicultura, por exemplo, pode ser obtida quando a ave estiver a viver sob condições de **temperatura ambiente** adequada, sem qualquer desperdício de energia, tanto para compensar o frio, como para accionar o seu sistema de refrigeração para resistir ao calor, (NAAS, 1992 e NAAS, 1999). As aves tentam compensar a sua reduzida capacidade de dissipar calor em condições de stress térmico, activando os processos fisiológicos responsáveis pela diminuição da produção de calor interno. Para aumentar a libertação de calor, as aves abrem as suas asas mantendo-as afastadas do corpo, o sangue desloca-se para a superfície corporal por forma a facilitar a dissipação de calor por condução, para o ambiente (BOTTJE, 1983).

RUTZ (1994) observou que, quando o **ambiente térmico** se encontra acima da zona termoneutra das aves, as suas actividades físicas são reduzidas para que haja uma diminuição da produção interna de calor. A ave fica então sentada e com as asas abertas. Com a vasodilatação e com o aumento da circulação periférica, as cristas e as barbelas aumentam de tamanho e tornam-se mais avermelhadas, contribuindo para a perda de calor sensível. As aves recusam alimento nestas situações. Quando a temperatura ambiente se aproxima da sua temperatura corporal, aproximadamente 42°C, a perda de calor latente passa a ser realizada através da respiração ofegante. Esta respiração é apenas eficiente quando a humidade relativa do ar se encontra a níveis relativamente baixos, isto é, menores que 70%, (LASIEWSKY, 1966). As consequências mais importantes do stress térmico em produções industriais de proteína animal são: diminuição do consumo de alimentos, menor taxa de crescimento, queda na produção de ovos, maior incidência de ovos com casca mole e de menor densidade, diminuição da eclodibilidade e aumento da mortalidade. As limitações dos valores de temperatura e humidade relativa, assim como a velocidade do vento, são sempre os referenciais para as tomadas de decisão. É importante que se descrevam as tecnologias disponíveis que sistematizam as tomadas de decisão.

Muitos dos exemplos descritos aplicam-se às várias espécies, mas em sistemas de produção considerados mais intensivos (ex: aves, suínos, vacas leiteiras), o controlo ambiental é cada vez mais tido em consideração.

Assim, atingir o **conforto térmico** no interior de instalações zootécnicas, face às condições climáticas inadequadas, torna-se um desafio, uma vez que situações extremas de calor ou frio afectam consideravelmente a produção. As aves, por exemplo, têm uma vida curta e, durante seu período produtivo, têm diferentes necessidades ambientais. As vacas leiteiras, por exemplo, quando a temperatura sobe acima dos 25-30°C, reduzem a ingestão alimentar e dispendem energia para controlar o calor excessivo, fazendo com que os níveis de produção baixem. São por isso instalados nos estábulos modernos de alta produção de leite, sistemas de arrefecimento (ventiladores com aspersores) localizados ao longo do estábulo e no parque de entrada dos animais para a sala de ordenha. O sistema de automação tem o mesmo

princípio do mencionado acima para o caso das aves.

Deste modo, o efeito de uma variável ambiental ou de muitas variáveis sobre um sistema de produção pode ser medido e ajustado se os índices desejáveis forem conhecidos e introduzidos no sistema como objectivo. A precisão com que estes índices são alcançados está relacionada com a capacidade de interferência nos processos e com tempo necessário para a realização dos ajustamentos.

3.2.4. Rastreabilidade

Outro ponto importante a ser levado em consideração é a questão da **rastreabilidade**. Entre os animais abatidos diariamente, pouco ou quase nada se sabe a respeito do histórico de produção. Os índices alcançados com o peso da carcaça, textura da carne, qualidade do produto final são directamente influenciados pelo período que o animal passou no aviário e as condições climáticas ou ambientais que lhe foram fornecidas.

Através da utilização de sistemas de automação que, necessariamente, recolhem informações de sensores e emitem ordens para os actuadores dentro de um aviário, uma aplicação bastante útil para os dados recolhidos e armazenados é o **fornecimento dos registos em forma de histórico**.

A partir deste momento, todos os registos passam a ter uma valiosa importância dentro do contexto de produção. Através da pesquisa de informações históricas é possível fazer uma avaliação das condições ambientais fornecidas às aves e correlacioná-las com a qualidade final do produto.

Os sistemas de informação passam então a realizar um trabalho de gestão da produção, actuando sobre valores preestabelecidos e dimensionando as actividades a serem executadas pelos equipamentos conectados, bem como fornecendo informações de eventos que podem ser relacionados com os resultados finais de um período produtivo.

Adequar a optimização da genética, da nutrição, do manejo e das condições ambientais no interior das instalações animais passa a ser um ponto importante na qualificação dos sistemas. Os resultados obtidos têm uma forte

correlação com estas variáveis e o ponto de equilíbrio será a avaliação do histórico, pois todas elas são passíveis de melhoria.

A rastreabilidade de informações fornecidas pelos sistemas de informação irá revolucionar os sistemas produtivos no futuro, pois as intervenções realizadas no sentido de melhoria serão registadas e proporcionarão a confiança esperada para uma remuneração maior ao produtor.

A uniformidade e a garantia de qualidade final dos produtos a serem entregues ao consumidor, através da produção adequada, numa estrutura baseada em sistemas informatizados, sensores e actuadores, será possível a verificação das medidas adoptadas no sentido de melhoria realizadas na exploração e nos sistemas produtivos.

Em resumo alguns exemplos de processos, que vimos que podem ser particularmente adequados para a Zootecnia de Precisão, incluem o crescimento, a produção, reprodução, detecção de doenças e comportamento animal. Os animais de exploração podem *sentir/sofrer*, por isso, o bem-estar animal tem de ser igualmente considerado quando são avaliadas as vantagens e as desvantagens da Zootecnia de Precisão (Tabela 2).

Tabela 2 – Algumas possíveis vantagens e desvantagens da gestão dos processos dos animais em sistemas de Zootecnia de Precisão

Processo	Vantagem potencial	Desvantagem potencial
Crescimento e produção de leite	<p>Optimiza a utilização de nutrientes com base na medição do peso em tempo real.</p> <p>Garante que uma trajectória de crescimento escolhida seja seguida ou que o rendimento da produção de leite por vaca seja optimizado.</p>	<p>Nalguns sistemas o controlo do consumo de alimentos e da composição da dieta é apenas praticável a um nível colectivo, conduzindo, possivelmente, à alimentação inadequada de alguns indivíduos.</p>
Monitorização e detecção de doenças	<p>Possibilita a detecção precoce dos sinais clínicos da doença por exemplo a mastite e a claudicação.</p> <p>Menor necessidade de lidar com animais individuais durante as inspecções.</p>	<p>Os responsáveis pela gestão do efectivo podem tornar-se demasiado dependentes da Zootecnia de Precisão e precisam de estar atentos às manifestações de outras doenças.</p> <p>A Zootecnia de Precisão pode requerer identificação individual no grupo.</p>
Aspectos do comportamento	<p>Controlo dos aspectos comportamentais, por exemplo a actividade em frangos de carne pode melhorar o seu estado sanitário.</p> <p>Pode realçar o nível de sincronização entre animais individuais.</p>	<p>Controlo activo dos aspectos comportamentais pode ser stressante.</p> <p>Aspectos éticos da gestão activa ou do controlo do comportamento animal podem ser significativos.</p>
Comportamentos de inadaptação	<p>A detecção precoce de comportamentos de inadaptação, por exemplo picacismo ou morder a cauda.</p> <p>A monitorização permite o tratamento precoce e prevenção da propagação dos comportamentos de inadaptação.</p>	<p>Requer muita investigação na identificação de indivíduos com comportamentos de inadaptação.</p> <p>A causa destes comportamentos e as técnicas potenciais de prevenção precisam ser compreendidas antes de implementadas.</p>

3.3. O Modelo Matemático e a Estimativa das Respostas dos Processos em Função da Variação do(s) *Input(s)*

O desenvolvimento de modelos matemáticos que estimem respostas adequadas, em função dos diversos *input(s)* de sistemas de produção animal adequados ao objectivo do processo em controlo, tem representado um

enorme desafio para os matemáticos. Como sabemos, os processos de produção animal caracterizam-se por uma elevada complexidade e dinamismo, que, frequentemente, requerem uma abordagem adaptativa: os animais das explorações constituem sistemas complexos, individuais/únicos, dinâmicos, que reagem de formas diferentes em momentos diferentes (*time-varying*) (Berckmans, 2004). O modelo do processo deverá permitir que a reacção do processo seja determinada de uma forma precisa, tanto em condições estacionárias como dinâmicas, e deverá ser suficientemente robusto para ser implementado como um plano de controlo (Bridges *et al.*, 1995).

A **complexidade dos modelos matemáticos** depende do processo de Zootecnia de Precisão. No caso mais simples, o processo pode ser representado por um único *input* e um único *output* (*Single Input Single Output* - SISO). Mas os sistemas de Zootecnia de Precisão apresentam, na sua maioria, vários *inputs* e *outputs* que interagem originando sistemas complexos *multi-input multi-output* (MIMO) com as componentes dos processos a actuar em série, em paralelo ou em *feedback*. Nas figuras 7 e 8 podem ser consultados alguns exemplos de sistemas SISO, MISO (*Multi-Input Single Output*) e MIMO. As estimativas dos modelos foram calculadas a partir de estruturas robustas e dinâmicas de modelo matemático.

Os modelos tipo caixa negra podem proporcionar um controlo eficiente dos processos de Zootecnia de Precisão não sendo necessária qualquer compreensão da estrutura e dos parâmetros. A aceitação de controladores em aplicações de Zootecnia de Precisão pode ser dificultada pela falta de visão/compreensão biológica. Esta dificuldade pode ser ultrapassada com uma abordagem intermédia - modelos tipo caixa cinzenta - pois os parâmetros podem ser interpretados com base nos processos físicos ou biológicos. O desafio consiste em desenvolver ferramentas que determinem o significado biológico da estrutura, ordem e parâmetros do modelo.

Um exemplo desta abordagem intermédia é a modelação da actividade dos frangos de carne em função da variação gradual da intensidade luminosa (Kristensen *et al.*, 2006). A actividade, medida como o movimento total do grupo, foi modelada inicialmente utilizando uma abordagem que se baseia na utilização de dados em bruto. O procedimento de selecção do modelo

introduziu uma visão biológica do sistema com a finalidade de desenvolver uma estrutura definitiva, com muitos parâmetros, embora a sua interpretação biológica exija desenvolvimentos futuros. No entanto, esta abordagem foi apropriada para a determinação da ordem do sistema.

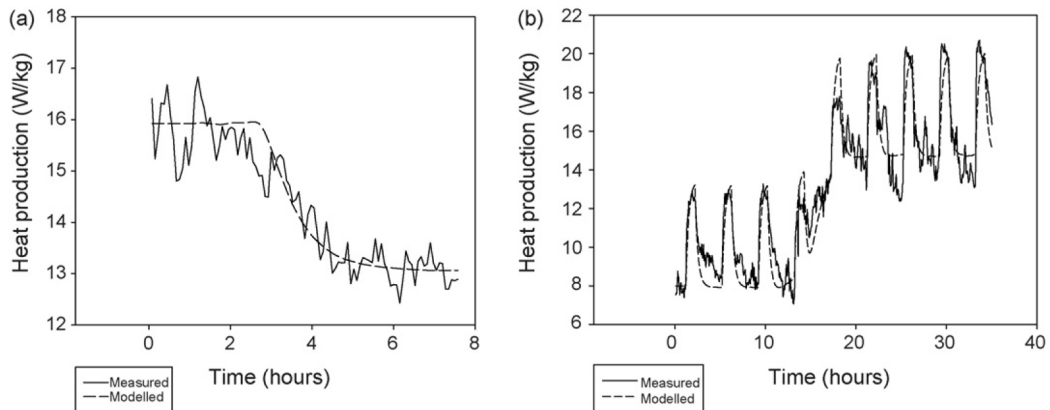


Figura 7 – Calor produzido pelos animais (frangos de carne) como resposta (medida e modelada) a variações graduais na (a) temperatura (sistema SISO; Aerts *et al.*, 2000) e (b) temperatura e intensidade luminosa

Fonte: sistema MISO; Aerts *et al.*, 1998b

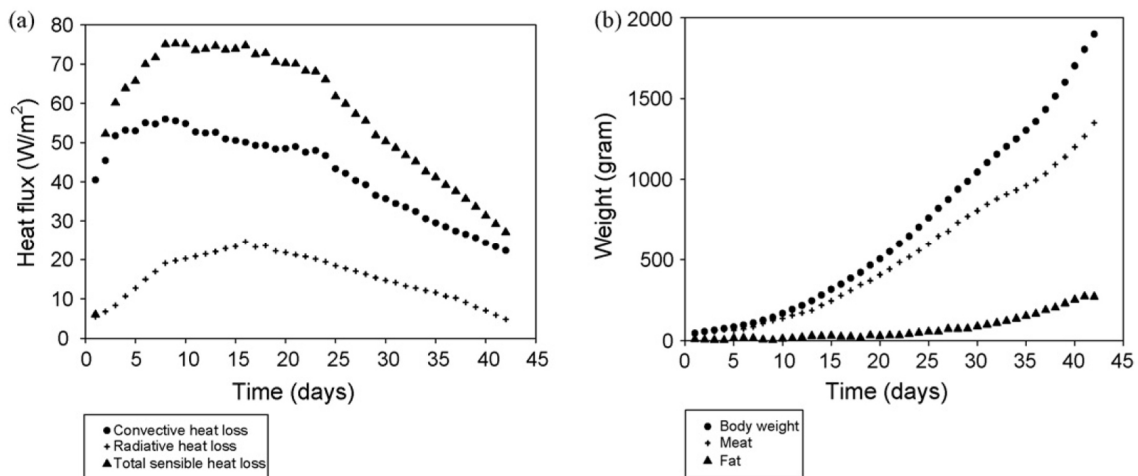


Figura 8 - Exemplo de respostas modeladas (a) perda total de calor sensível, perda de calor por convecção e por radiação e (b) peso vivo, e aumento de gordura e de músculo à temperatura do ar, velocidade do ar e distribuição de alimento

Fonte: sistema MIMO; Aerts e Berckmans, 2004

3.4. Bem-Estar e Análise Bioética da Zootecnia de Precisão

A Zootecnia de Precisão é um novo conceito que apresenta um grande potencial para transformar a produção animal através da introdução de um grau de controlo sobre as componentes dos processos, algo que antes não era possível. A base deste controlo é o conhecimento detalhado que um proprietário agrícola do século XXI terá dos animais, individualmente ou em grupo, semelhante à relação que existia ancestralmente entre o agricultor medieval e a sua exploração. A maior diferença encontrada está, essencialmente, na dimensão da exploração moderna. No entanto, as novas tecnologias agrícolas poderão ter mais impacto no plano do **bem-estar animal** do que em resultados imediatos para o empresário agrícola. Este impacto pode ser avaliado objectivamente utilizando a nova técnica da **análise bioética**.

3.4.1. Conceito de bem-estar

Um dos temas mais discutidos em produção animal, actualmente, é o bem-estar. Porém, o próprio conceito de bem-estar está ainda em formulação, o que faz com que a tarefa de assegurar o bem-estar dos animais seja considerada complicada. Assim, a FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 1997) propôs as chamadas “cinco liberdades”, para serem utilizadas como base para que se possa assegurar o bem-estar dos animais. De acordo com esta proposta, os sistemas de produção devem garantir condições de liberdade contra o medo e stress, liberdade contra a dor, ferimentos e doença, liberdade contra a fome e sede, liberdade contra o desconforto e liberdade para expressar seus comportamentos normais.

Segundo Hurnik (1995), o termo bem-estar é amplamente entendido como um estado de condição satisfatória de um indivíduo. Considera-se que os requisitos mais importantes para o bem-estar são a saúde, o fornecimento de recursos adequados que permitem o funcionamento biológico completo do organismo e, sobretudo, a satisfação física e fisiológica do indivíduo no seu ambiente. Dessa forma, o oposto ao bem-estar seria a não satisfação desses requisitos em função da presença de doenças, da restrição do funcionamento biológico e dos efeitos adversos do ambiente que envolve o animal,

caracterizando um estado de sofrimento.

Dessa forma, o termo stress é comumente utilizado para indicar uma condição que é adversa para o bem-estar do animal. De acordo com Hafez (1973), o stress pode ser climático, nutricional, social ou devido a desordens fisiológicas, patogênicas e toxinas. Assim, o animal sob essas condições, é considerado como não normal e a condição em que ele se encontra, indesejável.

A maioria das definições de bem-estar destaca a necessidade da harmonia entre o indivíduo e o ambiente. De acordo com Hurnik (1995), o ambiente de um animal consiste em numerosos componentes ou factores que podem ser geralmente definidos por estímulos. As reacções comportamentais à presença ou ausência de estímulos podem servir como indicadores imediatos dos estados fisiológicos dos animais e da qualidade do seu ambiente.

3.4.2. Sistema de produção e bem-estar animal

Determinar qual o sistema de produção que possibilita uma melhor qualidade de vida não é uma questão simples. Cada sistema de produção pode satisfazer alguns requisitos relacionados com o bem-estar que outro poderá não oferecer. Para Hurnik (1995), um bom princípio seria oferecer condições para uma vida saudável, sendo essas condições consideradas como necessidades.

De acordo com Hurnik (1995), as necessidades dos animais podem ser divididas em 3 categorias:

- 1) Necessidades essenciais ou para a manutenção da vida que, quando não satisfeitas, levam à morte rápida ou imediata do organismo.
- 2) Necessidades essenciais para a manutenção da saúde que, quando não satisfeitas, levam o animal ao adoecimento, deterioração progressiva e à eventual morte.
- 3) Necessidades essenciais para o conforto, as quais, ao não serem satisfeitas, resultam na ocorrência de estereotípias e outros desvios comportamentais, frequentemente inapropriados ou desnecessários, chamados de comportamentos não funcionais. Quando as necessidades de conforto são desprezadas, o bem-estar do animal pode ser

adversamente afectado ou pela incapacidade de realizar as actividades que são necessárias ao bem-estar ou pela presença de comportamentos que levam a danos próprios ou de outros.

Baseando-se nesta categorização, pode-se assumir que a satisfação desta terceira categoria é menos crítica do que as necessidades determinadas na 1ª e 2ª categorias. Contudo, o julgamento do peso de cada categoria também apresenta a sua dificuldade.

A persistência na falha em satisfazer uma necessidade de conforto pode ter consequências piores para um indivíduo do que uma falha temporária no atendimento da necessidade de manutenção da saúde. Assim, para alcançar e manter padrões elevados de bem-estar, é necessário o atendimento das três categorias de necessidades (Hurnik, 1995).

Dada a complexidade de factores envolvidos no atendimento das necessidades dos animais, torna-se importante reconhecer que as avaliações do bem-estar devem envolver uma série de factores. Assim, o relatório do Comité Científico Veterinário para Saúde e Bem-estar Animal (2001) determinou **a utilização de quatro abordagens diferentes que, combinadas, podem melhor determinar o bem-estar animal:**

Produtividade: o conceito consiste em que, se o animal cresce bem, se reproduz, se produz em quantidades óptimas, o seu bem-estar é aceitável. Porém, esta é uma maneira considerada insensível para medir o bem-estar, sendo encarada como um critério demasiadamente estreito.

Saúde e doença: O bem-estar de um animal fica comprometido se ele estiver doente. Isto poderá estar relacionado com o tipo de sistema de produção. Por exemplo, nas aves, a aparência externa e as condições das penas têm um impacto considerável na interpretação da sua saúde e bem-estar, principalmente quando o interesse é a avaliação dos sistemas de produção. Dessa forma, os métodos de avaliação têm sido frequentemente utilizados como forma de avaliar os efeitos dos maneios direccionados para aves, tais como: as condições do alojamento, composição da dieta, genótipo, debicagens, programas de luz, etc. Além da condição das penas, as condições das patas e pele também são avaliadas.

Fisiologia: A fisiologia descreve o funcionamento do organismo do animal. Embora o corpo normalmente tente manter um estado de equilíbrio (homeostase), possui mecanismos que permitem a quebra deste equilíbrio como resposta a estímulos variados. Factores de stress como o clima, mudança de ambiente, ruído, elevada densidade de animais etc., levam à libertação de hormonas que podem identificar o nível de stress do animal. As aves podem responder, em condições de stress, através de alterações fisiológicas. As respostas ao stress podem ser: aumento do ritmo cardíaco, aumento dos níveis plasmáticos de corticosterona e níveis de catecolaminas, hipertrofia e atrofia da glândula adrenal, imunossupressão, mudanças nas hormonas reprodutivas e do crescimento e mudanças neuroquímicas (FREEMAN, 1988).

A medida de hormonas indicativas do stress, como é o caso dos corticosteróides, tem sido amplamente utilizada em avaliações de bem-estar (CRAIG & CRAIG, 1985; ONBASILAR & AKSOY, 2005). Porém, de acordo com Dawkins (2003), existem vários problemas de interpretação dos ensaios com essas medidas. O problema reside no facto de que muitos indicadores fisiológicos do bem-estar utilizados serem, na verdade, mais indicativos de actividade ou excitação do que realmente das condições de bem-estar do animal, variando naturalmente em função do horário do dia, da temperatura e das condições de alojamento. Há, ainda, a inconveniência de alguns métodos, por serem invasivos ou causarem perturbação ao animal no acto de adquirir tais medidas, contrariarem os objectivos das análises de bem-estar.

Comportamento: Estudos indicam que a observação do comportamento do animal pode fornecer respostas mais confiáveis quanto ao seu bem-estar, uma vez que o comportamento está intimamente relacionado com o meio em que o indivíduo vive. Segundo Wechsler *et al.* (1997), o comportamento animal deve ser incorporado no sistema de produção, utilizando-se a etologia aplicada que permite identificar e resolver problemas de bem-estar. De acordo com Becker (2002), na prática da etologia, o bem-estar é avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais.

Segundo Broom (1988), o comportamento do animal varia em função das dificuldades ambientais enfrentadas, sendo este um componente das respostas

regulatórias e emergentes. Algumas medidas de respostas comportamentais às dificuldades são as acções que auxiliam o animal a enfrentar o problema, enquanto outras são patologias do comportamento que podem não ter efeito benéfico. Porém, um comportamento anormal é aquele que difere do padrão, da frequência ou do contexto do que é mostrado pelos demais membros da espécie em condições naturais. Mesmo podendo ajudar um animal a enfrentar um problema, ainda assim, o comportamento anormal é um indicador de bem-estar “pobre”. Além disso, alguns comportamentos são considerados importantes para o bem-estar, e a falta de oportunidade em exercê-los pode conduzir o animal a um sentimento de frustração.

Alguns parâmetros de avaliação do bem-estar fornecem apenas evidências de que este se encontra comprometido. Assim, para a determinação das condições de bem-estar (*output*), tornam-se necessárias a avaliação e a interpretação de um conjunto de factores (*input(s)*) que possam ser analisados concomitantemente. De acordo com Broom (1988), apesar de uma medida poder indicar que um indivíduo está a ter grandes dificuldades em relação ao seu ambiente, para uma adequada avaliação do sistema de produção é essencial que uma variedade de indicadores de bem-estar seja usada, uma vez que os indivíduos variam na forma como se relacionam com o ambiente. Simples medidas de comportamento podem dar informações válidas sobre o bem-estar dos animais, mas a combinação de medidas de comportamento, medidas fisiológicas, doenças e medidas do desenvolvimento do animal podem permitir uma avaliação mais completa.

3.4.3. A análise bioética

A **análise bioética** é uma forma de avaliação tecnológica que identifica as áreas éticas de uma forma transparente, objectiva e sistemática. A sua aplicação às biotecnologias ligadas à agricultura e ao sector alimentar foi iniciada por Mepham (1996). Na prática, a análise bioética requer uma avaliação de uma tecnologia através de um comité de juízes com competência moral demonstrada na utilização de uma deontologia ética aceite. Entre outras características, os juízes devem ter profundos conhecimentos, ser empáticos, independentes e isentos. Para a estrutura ética, Mepham planeou uma **matriz**

bioética que se baseia numa teoria, que se baseia no respeito por três grandes princípios éticos aceites, isto é, o **bem-estar, a autonomia e a justiça**. Estes princípios são aplicados aos grupos envolvidos (*stakeholders*), com interesse na tecnologia. A partir do momento em que a matriz e os grupos de interesse são identificados a informação é organizada em cada uma das células da matriz. Esta matriz é então analisada pelos juízes, por forma a fornecer uma avaliação ética completa.

Como exemplo, temos um **modelo matemático** que simula a relação dinâmica existente entre a intensidade luminosa e a actividade dos frangos de carne (exercício), considerando que os aspectos comportamentais dos frangos de carne são geridos activamente por manipulação da intensidade luminosa, e um **sistema de monitorização** que se baseia na análise de imagens (Kristensen *et al.*, 2006). A falta de exercício dos animais, principalmente quando jovens, foi identificada como uma causa importante de lesões músculo-esqueléticas (Bradshaw *et al.*, 2002). Tomando em consideração a perspectiva do animal, qual será a informação necessária para que seja implementada uma análise bioética? Podem ser consultados, na Tabela 3, resultados de uma análise hipotética, desta plausível aplicação de Zootecnia de Precisão.

Tabela 3 – Análise bioética parcial e prospectiva da aplicação de gestão da quantidade de exercício originada pelos frangos de carne

Respeito pelo bem-estar animal

- + : redução da incidência e da prevalência de problemas nos membros anteriores
- + : sistema de monitorização da claudicação
- : perturbações do sono
- : perda da interacção homem – animal

Respeito pela autonomia (liberdade comportamental)

- + : redução ou a eliminação da dor possibilita um comportamento normal
- : controlo exterior dos aspectos/padrões comportamentais
- +/- : manipulação da luz pode afectar a visão e o comportamento social

Respeito pela justiça (natureza do animal)

- N : a selecção de frangos favoráveis à gestão activa
- : uso instrumental dos animais

+ , Respeito pelo princípio; N, impacto neutro; - , infracção do princípio

Um outro exemplo de análise bioética de um sistema de automatização, que tem sido largamente debatida por diferentes grupos, refere-se à da introdução do robot de ordenha, que colocam em questão o impacto negativo em zonas rurais, a menor qualidade do leite e a “instrumentalização” do animal.

Deste modo, a **análise bioética** de qualquer sistema de automatização deverá ser implementada para que problemas eventualmente preocupantes em diversos grupos de interesse, possam ser detectados precocemente e devidamente acautelados. A comercialização das aplicações de Zootecnia de Precisão será favorecida ao serem asseguradas tecnologias com base nos princípios bioéticos.

3.5. Considerações Finais

Apesar dos grandes avanços na área de conhecimento da produção animal, ainda existe possibilidade de melhorar mais a eficiência de produção, ao mesmo tempo em que se reduz o impacto ambiental causado por essa actividade. No entanto, para que isso ocorra, é necessário usar tecnologias mais avançadas que diminuam as perdas e controlem o sistema de produção de maneira mais rígida.

Na Zootecnia de Precisão, a informação passa a ser um recurso valioso, que permite otimizar o uso de factores de produção no sistema de produção. O uso de sistemas de automação permite o controlo preciso da utilização de recursos. No entanto, para que os sistemas de automação tenham efeito, é necessário que tecnologias mais básicas de melhoria da produção já estejam a ser utilizadas. De nada adianta um sistema de automação altamente sofisticado num aviário onde o sistema será mal utilizado, por falta de pessoal com formação adequada.

A Zootecnia de Precisão é uma tecnologia que se encontra numa fase inicial de desenvolvimento com um grande potencial de transformar a produção animal intensiva com base na utilização eficiente dos alimentos, na detecção precoce de doenças, na redução da emissão de poluentes e na disponibilização de informação útil aos técnicos. No entanto, é necessária uma abordagem

cautelosa ao nível da investigação e do desenvolvimento da Zootecnia de Precisão para que esta tecnologia não seja abandonada em consequência de um mau produto e de um deficiente marketing. Durante os próximos anos (5-7 anos) de acordo com Wathes *et al* (2008) prevêem-se quatro barreiras que deverão ser ultrapassadas pelos pioneiros da Zootecnia de Precisão:

(1) **Tecnologia.** As maiores carências tecnológicas são: **sistemas de monitorização** robustos e de baixo custo; **modelos de dados** dos principais processos físicos e biológicos com parâmetros relevantes e **sistemas de controlo** que possam gerir dois ou mais processos biológicos e/ou físicos interactivos.

(2) **Aplicações:** são necessários objectivos e trajectórias para os principais processos, nomeadamente o **crescimento**, a **doença** e o **comportamento**, assentes em princípios biológicos.

(3) **Marketing:** as aplicações de Zootecnia de Precisão devem ser testadas comercialmente para que os empresários agrícolas tenham confiança nos fabricantes.

(4) **Bioética:** a Zootecnia de Precisão pode ser encarada desfavoravelmente pelos consumidores como uma tecnologia que prevê o uso instrumental dos animais, podendo potencialmente comprometer o seu bem-estar. Embora seja necessária uma **análise bioética** da Zootecnia de Precisão, esta não poderá ser iniciada sem que a investigação de base seja implementada. A análise bioética comprovará o potencial da Zootecnia de Precisão perante os maiores grupos de interesse, possibilitando uma decisão informada sobre a sua utilidade para a sociedade em geral.

As oportunidades criadas pela introdução da Zootecnia de Precisão são muitas, contudo existem ensinamentos históricos a serem apreendidos, e espera-se que a Zootecnia de Precisão continue a ser praticada pelos pioneiros e não comprometida pelas barreiras tecnológicas, éticas e económicas.

3.6. Referências

- Aerts, J.-M., Berckmans, D., Decuypere, E., Buyse, J., Goedseels, V., 1998a.** Modelling growth responses of broiler chickens to variations of the control input feed supply. Proceedings of the 1998 ASAE Annual International Meeting, Orlando, USA, July 12–15, 15 pp. (Paper no. 98-4045).
- Aerts, J.-M., Berckmans, D., Saevels, P., Buyse, J., Decuypere, E., 1998b.** Modelling heat production of broiler chickens using transfer function models. In: Proceedings of the IFAC-CAEA'98 Workshop on Control Applications and Ergonomics in Agriculture, Athens, Greece, June 14–17, pp. 143–147.
- Aerts, J.-M., Berckmans, D., Saevels, P., Decuypere, E., Buyse, J., 2000.** Modelling the static and dynamic response of total heat production of broiler chickens to step changes in air temperature and light intensity. *Br. Poult. Sci.* 41, 651–659.
- Aerts, J.-M., Lippens, M., De Groote, G., Buyse, J., Decuypere, E., Vranken, E., Berckmans, D., 2003a.** Recursive prediction of broiler growth response to feed intake by using a time-variant parameter estimation method. *Poult. Sci.* 82, 40–49.
- Aerts, J.-M., Van Buggenhout, S., Lippens, M., Buyse, J., Decuypere, E., Vranken, E., Berckmans, D., 2003b.** Active control of the growth trajectory of broiler chickens based on on-line animal responses. *Poult. Sci.* 82, 1853–1862.
- Aerts, J.-M., Wathes, C.M., Berckmans, D., 2003c.** Dynamic data-based modelling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. *Biosyst. Eng.* 84, 257–266.
- Aerts, J.-M., Berckmans, D., 2004.** A virtual chicken for climate control design: static and dynamic simulations of heat losses. *Trans. ASAE* 47 (5), 1765–1772.
- Alves, S.P. 2006.** Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação. Tese de Doutorado em Agronomia, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- Becker, B.G. 2002.** Comportamento de aves e sua aplicação prática. In: *Anais*

- da Conferência Apinco, Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, 81-90p.
- Berckmans, D.**, 2004. Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. In: Proceedings of the ISAH Conference on Animal Production in Europe: The Way Forward in a Changing World, vol. 1, Saint-Malo, France, October 11-13, pp. 27-31.
- Bottje, W.G.**, Harrison, P.C., Grishaw, D. (1983). Effect of acute heat stress on blood flow in the artery of husband cockerels. Poultry Science. V.62; 1386-1387p.
- Bradshaw, R.H.**, Kirkden, R.D., Broom, D.M., 2002. A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. Avian Poult. Biol. Rev. 13, 45-103.
- Bridges, T.C.**, Gates, R.S., Chao, K.L., Turner, L.W., Minagawa, H., 1995. Techniques for development of swine performance response surfaces. Trans. ASAE 38, 1505-1511.
- Broom, D.M.** 1988. The scientific assessment of animal welfare. Applied Animal Behavior Science, Amsterdam, v. 20, 5-19p.
- Clarke, D.W.**, 1988. Application of generalized predictive control to industrial processes. IEEE Control Syst. Mag. 8, 49-55.
- Comité Científico Veterinário para Saúde e Bem-estar Animal.** The welfare of cattle kept for beef production. European Commission: SANCO, 2001, 150p. Disponível em: <http://www.uni-kassel.de/fb11/tierreg/text/beef-welfare.pdf>
- Craig, J.V.** e **Craig, J.A.** 1985. Corticosterol level in white leghorn hens as affected by handling, laying house environment, and genetic stock. Poultry Science, London, v.64, p.809-816.
- Dawkins, M.S.** 2003. Behavior as a tool in the assessment of animal welfare. Zoology. Germany, v.106, 383-387p. Disponível em: <http://shop.elsevier.de/journals/zoology>
- Freeman, B.M.** 1988. The domestic fowl in biomedical research: physiological effects of the environment. World's Poultry Science Journal, Ithaca, v.44, p.41-60.
- Hafez, E.S.E.** 1973. Adaptación de los animales domesticos. Barcelona: Editorial Labor, 563p.
- Hurnik, J.F.** 1995. Poultry Welfare. In: Hunton, P. (Ed.). Poultry Production. Amsterdam: Elsevier, Cap. 23, 561-568p.

- Kristensen, H.H., Aerts, J.-M., Leroy, T., Wathes, C.M., Berckmans, D., 2006.** Modelling the dynamic activity of broiler chickens in response to step-wise changes in light intensity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101, 125-143.
- Lasieviski, R.C., Acosta, A., Berstein, M.H. (1966).** *Compar. Biochemical and Physiology.* V.19 455-457p.
- Mepham, B., (1996).** Ethical analysis of food biotechnologies: an evaluative framework. In: Mepham, B. (Ed.), *Food Ethics.* Routledge, pp. 101-119.
- Nääs, I.A. (1994).** Aspectos Físicos da Construção no Controle Térmico do Ambiente das Instalações. *In: Anais da Conferência Apinco, Ciência e Tecnologia Avícola, Santos, 167p.*
- Nääs, I.A. (1999).** Climatização: Aspectos Práticos para Garantir sua Eficiência. *In: Anais da Conferência Apinco, Ciência e Tecnologia Avícola, Campinas, 9-19p.*
- Nääs, I.A. Agricultura de Precisão: Zootecnia de Precisão. In: Aluizio Borém; Marcos P. Del Guidice; Daniel Marçal de Queiroz; Evandro Chartuni Mantovani; Lino Roberto Ferreira. (Org.). Agricultura de Precisão. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2000, v. 1, p. 43-63.**
- Onbasilar, E.E. e Aksoy, F.T. 2005.** Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. *Livestock Production Science, Amsterdam, v.95, 255-263p.*
- Rutz, F. (1994).** Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. *In: Anais da Conferência Apinco, Ciência e Tecnologia Avícola, Santos, 99-110p.*
- Wathes, C.M., Kristensen, H.H., Aerts, J.-M., Berckmans, D. (2008).** Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall?. *Computers and Electronics in Agriculture* 64:2-10.
- Wechsler, B., Frohlich, E., Oester, H., Oswald, T., Troxler, J., Weber, R., Schmid, H. 1997.** The contribution of applied ethology in judging animal welfare in farm animal housing systems. *Applied Animal Behavior Science, Amsterdam, v.53, 33-43p.*

4. PERSPECTIVAS DA APLICAÇÃO EM LARGA ESCALA DA IDENTIFICAÇÃO ELECTRÓNICA COMO SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO E REGISTO INDIVIDUAL DE PEQUENOS RUMINANTES

Paulo Duque Fonseca (1)

(1) Universidade de Évora - Departamento Zootecnia, dfonseca@uevora.pt

4.1. Do Passado para o Futuro

A identificação dos animais de interesse zootécnico (seja de forma individual seja de forma colectiva) é uma antiga questão, normalmente problemática e lamentavelmente mal resolvida, na prática zootécnica e sanitária actual. Nos sistemas de identificação de hoje sobressai a utilização, com reconhecimento oficial por parte da Administração, de tatuagens e de brincos de plástico. Todavia, o elevado número de variantes disponíveis de ambos os sistemas e a constante procura de melhorias e inovações destes falam por si mesmo de uma situação insatisfatória na prática.

A identificação electrónica dos animais domésticos pressupõe um salto, tanto quantitativo como qualitativo, na gestão de dados relacionados com esses mesmos animais, o que permite melhorar qualquer tipo de controlo estabelecido e contribuir para a confiança de todos, inclusivamente do consumidor anónimo, uma vez que o controlo veterinário (e seus reflexos na saúde pública) poderá ser insuspeito e concreto. A partir da identificação electrónica podem-se obter soluções muito específicas para problemas existentes no sector pecuário no geral, e no dos pequenos ruminantes em particular.

O sistema de identificação electrónica não permite somente uma identificação única e inalterável dos animais, mas também diferentes possibilidades de automatização e controlo da gestão zootécnica e veterinária dos animais da exploração, no seu sentido mais amplo e com elevada fiabilidade.

A automatização da recolha de informação desde a própria exploração até à central da base de dados, com as actuais metodologias de trabalho, conduzirá à minimização da introdução de erros de origem humana, a uma poupança de tempo na recolha e processamento dos dados específicos de cada animal e a um aumento da confiança no produto final.

4.2. Sistema de Identificação Electrónica – Ponto da Situação

O principal objectivo da implementação do sistema de identificação electrónica (IE) é a sua biunivocidade, que garante a sua “permanência” no animal desde o nascimento até à morte ou abate, permitindo a automatização das principais tarefas dos agentes de controlo.

Uma vez conseguido o objectivo principal, a recolha da informação individualizada e fiável de cada um dos animais permitirá realizar acções concretas e específicas quando estas são necessárias, de modo a resolver questões relacionadas com a produção (registo de partos, controlo de crescimentos, controlo leiteiro) e a sanidade animal (rastreadibilidade).

O sistema tem de garantir a leitura individualizada dos animais com um esforço mínimo. Em determinadas situações pode ser necessária a leitura colectiva de animais num curto espaço de tempo, com o objectivo de procurar determinados animais, contabilizar perdas, fazer lotes ou verificar a real existência de animais sujeitos a prémios comunitários, animais sanitariamente problemáticos, etc. Nestes casos, a distância de leitura que o identificador pode ler, é o parâmetro limitante de qualquer operação deste tipo.

O objectivo final do desenvolvimento de um sistema de identificação electrónica, que permita a leitura de animais à distância e num curto espaço de tempo, é trazer vantagens a vários níveis:

- **Administração:** Sistema fiável de controlo (uma vez que permanece dentro do animal toda a sua vida reprodutiva, inviabilizando possíveis tentativas de alteração e/ou duplicação da identificação) que garante melhorias a nível do controlo de prémios, dos controlos sanitários, das movimentações;

- **Autoridades sanitárias:** a IE poderá ser determinante na identificação e controlo de situações problemáticas, garantindo a automatização das intervenções sanitárias e de rastreabilidade entre e intra fronteiras (fronteiras e controlo de movimentação de animais);
- **Produtores:** Contribui para a automatização das explorações melhorando a sua gestão técnica; permite saber a qualquer momento quantos animais existem na exploração; rapidez do sistema de controlo e da transferência de informação (as entradas e saídas de animais das explorações são actualizadas automaticamente o que permite um controlo exaustivo do movimento dos animais); permite estabelecer, com segurança, genealogias (facilitando as decisões de substituição de animais e, conseqüentemente, o aumento do progresso genético); automatização do registo das pesagens, controlo leiteiro, controlo individual da alimentação, e outros.
- **Organização de Agricultores:** Facilidades na gestão dos Livros genealógicos, controlo de produções, certificação dos produtos com denominação de origem;
- **Matadouros:** Registo e controlo automático da proveniência dos animais; controlo do animal para além do abate (permanência do identificador na carcaça com fácil recuperação no final da linha de abate), gestão de processamentos e controlo de qualidade;
- **Consumidores:** cuja principal preocupação é a “segurança alimentar”, poderá ver aumentada a sua confiança na altura da compra, uma vez que poderá ter acesso a toda a “História” do produto que está a adquirir “on-line”.

4.3. Objectivos e Parcerias Envolvidas no Projecto IDEA - Portugal

Estudar, mediante uma aplicação em larga escala, os parâmetros chave para a implementação de um sistema único de Identificação Electrónica (IE) na União Europeia, isto é:

- Avaliar as performances da IE: - Testes laboratoriais dos diferentes

dispositivos de identificação; brincos, bolos, *transponders* injectáveis e respectivos leitores portáteis e estáticos;

- Utilização dos dispositivos de identificação nos animais: Identificação dos animais p.d., controlo dos indivíduos identificados e recuperação dos identificadores (campo e matadouro);
- Avaliação da estrutura de organização: Definição dos fluxos de informação e das responsabilidades dos diferentes níveis de gestão da informação produzida.

O Projecto IDEA constituiu uma experiência de identificação electrónica de animais em larga escala, durante a qual foram identificados na União Europeia cerca de um milhão de pequenos e grandes ruminantes, com o objectivo de metodologicamente recolher informações sobre a viabilidade da implementação à escala comunitária deste tipo de identificação animal.

O Projecto IDEA foi executado, até ao final do ano 2001, em seis países: Alemanha, Espanha, França, Holanda, Itália e Portugal, num total de 10 Projectos. A participação portuguesa na execução do IDEA foi a segunda maior em relação ao número de animais a identificar.

Na execução do Projecto IDEA-Portugal estiveram envolvidos o INGA - Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola (autoridade nacional responsável pelo Projecto); a Universidade de Évora (assessoria científica e tecnológica); DRAAL - Direcção Regional de Agricultura do Alentejo; Matadouro Regional do Alto Alentejo - Sousel e Matadouro da SAPJU - Beja; DGV - Direcção Geral de Veterinária e ainda mais de 750 unidades de produção pecuária do Alentejo, pertencentes a associados de quatro associações: Associação de Criadores de Ovinos do Sul; Associação de Criadores de Bovinos de Raça Alentejana; Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos e Associação Portuguesa de Caprinicultores de Raça Serpentina. Fora do Alentejo, foram igualmente identificados electronicamente os efectivos reprodutores de bovinos e ovinos da Companhia das Lezírias.

4.4. Equipamentos e Metodologia do Projecto IDEA – Portugal

A vertente técnica da identificação electrónica de animais de espécies pecuárias é baseada no princípio da identificação por rádio-frequência (RFID – *radio frequency identification*), padronizada pela norma ISO/DIS 11785 (que define o modo como o *transponder* é activado e como a informação guardada é transmitida para o leitor) e pela norma ISO 11784 (que rege a estrutura da informação registada no *transponder* - o código).

Existem vários tipos de identificadores electrónicos (Figura 9), entre os quais o brinco, o *transponder* subcutâneo e o bolo reticular, cujo princípio tecnológico de funcionamento é igual para todos.



Figura 9 – Tipos de identificadores electrónicos – sem escala

Fonte: <http://www.flexonews.com.br> e <http://www.animalltag.com.br>

De extrema importância para a compatibilidade dos sistemas de identificação electrónica, é o modo como se faz a permuta da informação guardada no *transponder* e a sua transmissão para o dispositivo de leitura. O sistema está definido de modo a que os *transponders* HDX (sistema Half Duplex) e ou FDX (sistema Full Duplex), possam ser lidos por qualquer tipo de leitor.

Os códigos de identificação (gravados previamente em fábrica) são lidos com um leitor estático ou portátil, que emite ondas de baixa frequência (134,2 kHz), que excitam o *transponder* (via antena) levando-o a responder com a informação contida, de forma a aparecer no visor do leitor o código numérico

composto por um determinado número de dígitos (10), correspondente à identificação do animal. As informações contidas no leitor são geridas por aplicações informáticas específicas que permitem que sejam descarregadas automaticamente numa base de dados, que reúne de forma sistemática o conjunto de informações relativas a cada animal (Figura 10).

O controlo dos animais pode ser feito de forma estática (Figura 11) ou dinâmica (Figura 12).

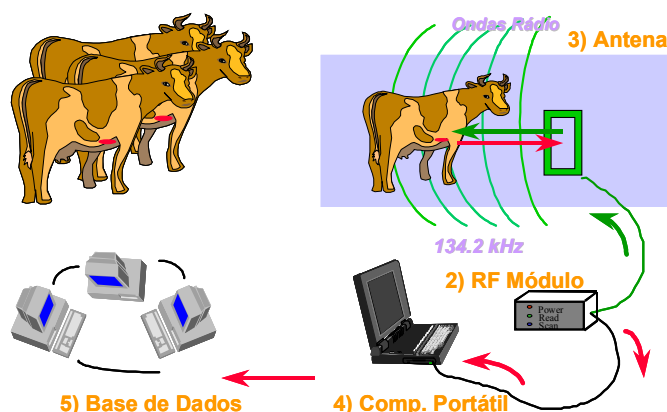


Figura 10 – Fundamento do funcionamento do sistema electrónico de identificação animal

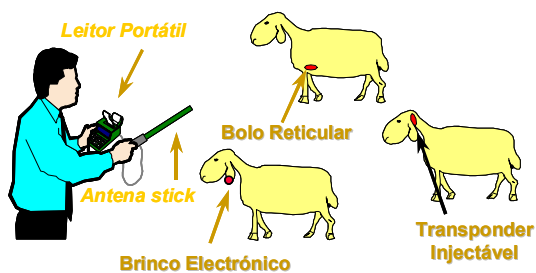


Figura 11 – Leitura estática dos animais com leitor portátil

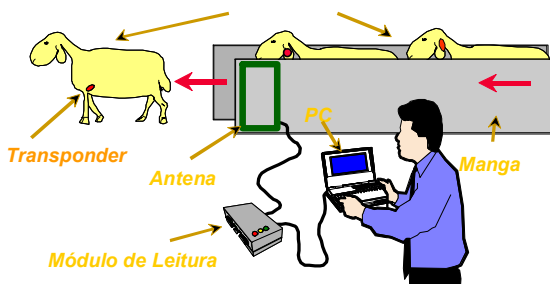


Figura 12 – Leitura dinâmica dos animais com leitor estático

Em Portugal, face às experiências da utilização generalizada de brincos convencionais e do Projecto FEOGA 1993/94 (*transponders* subcutâneos), o Projecto IDEA baseou-se unicamente na identificação electrónica através da utilização de bolos reticulares (Rumitag, Gesimpex, Barcelona, Espanha),

constituídos por uma cápsula de cerâmica (66 mm de comprimento e 21 mm de diâmetro com 75,5 g de peso) que envolve, um *transponder* HDX, passivo, somente de leitura (Modelo Ri-trp-rc2b, Tiris™, Almelo, Holanda).

Após a deglutição involuntária pelo ruminante, o bolo deverá, por gravidade, alojar-se no retículo-rúmen, onde permanecerá o resto da vida do animal.

Após a identificação, os técnicos das associações participantes no Projecto IDEA efectuaram controlos de leitura aos animais com uma periodicidade definida pela metodologia do Projecto: 24 horas; 1 semana; 1 mês; de 7 em 7 meses.

Foram ainda realizados controlos pontuais inerentes aos diferentes tipos de movimentações dos animais (entre explorações, para feiras e para o matadouro).

4.5. Resultados do Projecto IDEA – Portugal

Face ao empenhamento dos parceiros envolvidos no Projecto, principalmente no que respeita ao trabalho de campo desenvolvido pelas várias equipas de aplicação e controlo das Associações de Criadores, o nível geral de execução do Projecto ultrapassou os 100% para todas as acções previstas até ao final do Projecto em 2001 (Tabela 4). Na Tabela 5 é apresentada uma descrição dos animais identificados no âmbito do Projecto IDEA-Portugal, segundo a Raça.

Tabela 4 – Variação das actividades de identificação previstas e executadas em relação ao previsto para os 3 anos do Projecto IDEA - Portugal

Animais a identificar em Portugal durante os três anos do Projecto				Animais identificados		Nível de execução %	
Bovinos	ACBM	4800	30720	7045	18659	147	61
		1200		1188		99	
	ACBRA	6720		6585		98	
		6000		1079		18	
	IDEAGT			2762			
Ovinos	ACOS		120000	131940	132886	110	111
	IDEAGT			946			
Caprinos	APCRS		6000	6273	6273	105	105
Total			156720		157818		101

Tabela 5 – Número de animais identificados no âmbito do Projecto IDEA – Portugal, segundo a espécie e a raça

Raça		Espécie		
Nome	Código	Bovinos	Ovinos	Caprinos
Alentejana	ALT	7266		
Raça Preta	AVI	1160		
Mertolenga	MTL	9079		
Charolês	CHL	152	2	
Limousine	LMS	110		
Blond D' Aquitaine	BAQ	6		
Cruzado	CRO	886	94733	1656
Campaniça	CPN		6405	
Lacaune	LCN		3616	
Merino Branco	MRB		19864	
Merino Preto	MRP		7193	
Saloia	SLI		423	
Serra da Estrela	SER		258	
Merino Precoce	MPC		239	
Ile de France	IDF		153	
Serpentina	SPT			4506
Algarvia	AGV			111
Sub-total		18659	132886	6273
TOTAL		157818		

O Projecto IDEA, em Portugal, envolveu 757 unidades de produção, 651 das quais exploram os animais em regime extensivo tradicional, o que evidencia, face aos resultados obtidos até ao momento, uma perfeita adaptação do sistema de identificação electrónica baseado na utilização de bolos reticulares nas condições tradicionais de exploração de ruminantes na região Alentejo (Tabela 6).

Tabela 6 – Número de unidades de produção e animais identificados no Projecto IDEA – Portugal, segundo a Associação e o tipo de sistema de produção

		ACOS	ACBM	ACBRA	APCRS	IDEAGT	TOTAL
Total de Unidades de Produção		427	181	82	46	21	757
Animais identificados		131940	8233	7664	6273	3708	157818
Média		309	45	93	136	177	208
Sistemas de Produção do Total de Explorações	Extensivo	379	143	77	39	13	651
	Intensivo	8	20	1	7	2	38
	Semi-extensivo	28	9			2	39
	Semi-intensivo	12	9	4		4	29

Um dos parâmetros de avaliação do sistema será sem dúvida o nível de perdas de identificadores, o qual se cifra em termos gerais em 0,13%. Portanto, dos 157.818 animais identificados até ao momento somente 294 tiveram que ser reidentificados (ovinos 0,10%; bovinos 0,17% e caprinos 0,72%), o que representa uma vantagem substancial em comparação com as perdas de identificação dos sistemas de identificação tradicionais, baseados principalmente na utilização de brincos e tatuagens (Tabela 7).

Tabela 7 – Número de animais identificados e reidentificados segundo a espécie animal no decorrer do Projecto IDEA – Portugal

	Ovinos	Bovinos	Caprinos	Total
Animais identificados	132886	18659	6273	157818
Animais reidentificados	133	31	45	209
Animais reidentificados	0,10%	0,17%	0,72%	0,13%

Os controlos previstos no Projecto foram sistematicamente realizados de acordo com a metodologia inicialmente prevista (aplicação, 24 horas, 7º dia, 1º

mês e de sete em sete meses), tendo sido, na maioria, realizados dinamicamente através da utilização de manga de manejo equipada com os dispositivos de leitura específicos.

O controlo das recuperações dos bolos utilizados nos animais que foram sendo abatidos comercialmente, tem sido garantido com uma eficiência geral de 99,71%, o que evidencia a capacidade de funcionamento dos sistemas de leitura/controlo montados nos matadouros industriais aderentes ao Projecto IDEA. O sistema referido será, brevemente, totalmente automatizado, ao que corresponderá ainda uma maior eficácia e rapidez do processo implementado.

As recuperações de bolos dos animais mortos nas explorações (ocorrências normais de produção) verificaram-se a um nível geral de 85,34%, o que de certa maneira evidencia as dificuldades inerentes a um regime de exploração extensivo onde predominam situações de vegetação arbustiva de grande densidade que dificultam a detecção dos animais mortos casualmente e a inerente recuperação dos bolos nestas condições (Tabela 8).

Tabela 8 – Nível de eficiência das recuperações de bolos no campo e no matadouro no decorrer do Projecto IDEA – Portugal

Espécie	Tipo de Lugar									TOTAL
	Campo			Matadouros						
	Recuperados		Não Recuperados	IDEA			Fora do IDEA			
	Lidos	Não lidos		Recuperados		Não Recuperados	Recuperados		Não Recuperados	
				Lidos	Não lidos		Lidos	Não lidos		
Bovinos	838		28	2699	4	20	298	1	30	3918
	96,77%	0,00%	3,23%	99,12%	0,15%	0,73%	90,58%	0,30%	9,12%	10,51%
Ovinos	14889	1	2675	12729	2	20	1374	1	7	31698
	84,77%	0,01%	15,23%	99,83%	0,02%	0,16%	99,42%	0,07%	0,51%	85,02%
Caprinos	713		120	541	1		281	1	11	1668
	85,59%	0,00%	14,41%	99,82%	0,18%	0,00%	95,90%	0,34%	3,75%	4,47%
TOTAL	16440	1	2823	15969	7	40	1953	3	48	37284
	85,34%	0,01%	14,65%	99,71%	0,04%	0,25%	97,46%	0,15%	2,40%	100,00%

A Base de Dados Central localizada no INGA e na Universidade de Évora, e todas as aplicações informáticas especificamente desenvolvidas para satisfazer as necessidades do Projecto, encontram-se perfeitamente funcionais apesar de se realizarem, permanentemente, melhorias que as tornam cada vez mais eficientes.

As comunicações entre a Base de Dados Central e a Base de Dados Europeia (CE - CCI - Comissão Europeia - Centro Comum de Investigação de Ispra), estão perfeitamente incrementados, tendo até agora as emissões de dados realizadas de uma forma rotineira confirmado a sua operacionalidade.

Em conclusão, os resultados obtidos permitem que Portugal tenha uma perspectiva muito positiva da aplicabilidade do sistema de identificação electrónica baseado em bolos reticulares, nas condições reais de produção das explorações pecuárias de ruminantes no nosso país (Alentejo).

4.6. Perspectivas futuras

A produção animal europeia passa, inegavelmente, por uma fase de mudanças estruturais, justificadas por complexas transformações no cenário mundial do sector, ditadas no contexto da Organização Mundial de Comercio (OMC) e outros Fóruns Internacionais tais como a União Europeia, o Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), o Tratado Norte Americano de Livre Comércio (NAFTA), a Área de Livre Comércio das Américas (ALCA) além de outros, que forçam a tomada de decisões e que requerem maior capacidade de articulação na organização de equipas de especialistas presentes nas mesas de negociação.

Deste modo, a fileira inerente à produção pecuária deverá promover a inovação voltada para a competitividade como factor de diferenciação que lhe abrirá as portas para o futuro, surgindo como uma das melhores alternativas para viabilizar a reforma da PAC através do desenvolvimento de novos modelos, sistemas, sensores, identificadores e *softwares*, que levem a bons índices de qualidade, produtividade e sustentabilidade.

Durante as recentes crises no sector da alimentação humana e animal (como é o caso da crise das “vacas loucas”), os sistemas de segurança dos alimentos da

Comunidade e dos Estados-Membros estiveram sujeitos a pressões sem precedentes. Estas situações de emergência puseram em evidência deficiências que exigem medidas por parte das autoridades responsáveis (Comissão, Estados-Membros e Parlamento) no intuito de reforçar, melhorar e desenvolver os sistemas de rastreabilidade existentes.

Uma política alimentar eficaz implica a implementação de um sistema fidedigno que permita a **rastreabilidade** dos alimentos para consumo humano. Sendo a rastreabilidade um compromisso entre a gestão da Identificação e a Informação, nela interferem factores como a identificação animal e a rotulagem dos produtos de origem animal.

O Projecto IDEA demonstrou que é possível implementar um sistema de identificação animal com base na identificação electrónica, com a obtenção de benefícios substanciais para os vários intervenientes do sector.

A identificação electrónica dos animais de interesse zootécnico pressupõe um salto, tanto quantitativo como qualitativo, na gestão de dados relacionados com esses mesmos animais, o que permite melhorar qualquer tipo de controlo estabelecido e contribuir para a confiança do consumidor anónimo. A partir da identificação electrónica podem-se obter soluções muito concretas para problemas existentes no sector pecuário no geral e no dos pequenos ruminantes em particular.

Os sistemas de identificação electrónica, não permitem somente uma identificação única e inalterável dos animais, mas também a possibilidade de automatização e controlo da gestão zootécnica e veterinária dos animais da exploração, no seu sentido mais amplo, e com elevada fiabilidade.

A automatização da recolha de informação, desde a própria exploração até à central da base de dados, com as actuais metodologias de trabalho, conduzirá a uma poupança de tempo na recolha e processamento dos dados específicos de cada animal e a um aumento da confiança no produto final.

Considerando que:

- Existe a necessidade de implementar e desenvolver na União Europeia um sistema que garanta a identificação e registo de dados relativos à atribuição de prémios à produção, aspectos sanitários resultantes da

monitorização veterinária dos efectivos e questões relacionadas com a gestão dos Livros Genealógicos e Zootécnicos das Associações de Produtores;

- Há a necessidade urgente de implementar as novas normas legislativas no que respeita à identificação de ovinos e caprinos (Reg. Nº 21/2004);
- Há a necessidade de criar mecanismos seguros de permuta de informação entre os estados membros no que respeita à informação de ocorrências de movimento de animais e, principalmente, no caso de deflagração de doenças.

Considerando ainda que:

- O Projecto IDEA constituiu uma experiência em larga escala com o intuito de demonstrar ser exequível a aplicação da identificação electrónica dos efectivos da União Europeia;
- O Projecto IDEA representa as condições reais dos sistemas de produção e manejo dos efectivos da União Europeia;
- O Projecto IDEA apresentou resultados muito positivos na viabilização da utilização da identificação electrónica, tendo em consideração a presente legislação sobre a identificação e registo de espécies pecuárias e as possibilidades de alargamento desta legislação dos bovinos para os ovinos e caprinos;
- As possibilidades da utilização da tecnologia dos *transponders* são bem conhecidas, estando disponível em termos comerciais de forma a permitir a sua utilização rotineira em muitas áreas industriais;
- A indústria tem a capacidade de produzir num curto espaço de tempo e em quantidade, identificadores e leitores electrónicos necessários à implementação em larga escala da identificação electrónica nas espécies pecuárias europeias;
- Existem padrões internacionais para a codificação dos *transponders* e protocolo de comunicação entre eles e os respectivos leitores, que garantem integração e compatibilidade.

Estamos seguros que a implementação da identificação electrónica em bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos permitirá melhorar a eficiência do sistema de identificação, registo e gestão de efectivos pecuários na União Europeia.

5. INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NAS EXPLORAÇÕES DE LEITE

José Santoalha (1)

(1) Harker Sumner SA., jose.santoalha@harkersumner.com

5.1. Introdução

As explorações de leite têm uma grande tarefa a desempenhar duas ou três vezes por dia, ao longo dos 365 dias do ano.

A extracção do leite das vacas ao longo dos tempos, com a contribuição da tecnologia e inovação, tem tornado esta tarefa mais eficaz e económica.

A necessidade económica de controlo de custos, a escassez de mão-de-obra especializada, a melhor saúde dos animais e a melhor qualidade do leite eram, até agora, os principais factores na tomada de decisão aquando do investimento num novo equipamento de ordenha mecânica.

A melhor qualidade de vida e de trabalho, mais tempo livre e flexibilidade de horário, menos trabalho físico e, em muitos casos, também uma nova esperança de dar continuidade ao negócio familiar, são, hoje, factores determinantes.

Surge assim mais uma possibilidade de escolha - **A ORDENHA ROBOTIZADA.**

A ordenha robotizada é uma solução completa de ordenha automática desenvolvida para optimizar a qualidade da produção do leite, a condição humana, o conforto animal, a higiene, do modo mais eficiente possível. Esta eficaz solução pode melhorar a relação custo - eficiência na produtividade da exploração leiteira, para além da melhoria da qualidade de vida das famílias produtoras de leite.

Ordenhar 4 horas por dia significa que o produtor despende cerca de 6 meses do seu ano de trabalho a ordenhar 50.000 úberes. Ordenhar 60 vacas por dia implica elevar 110.000 kg de material anualmente.

A utilização da tecnologia do sistema voluntário de ordenha permite aproveitar melhor o tempo em eventos familiares e tarefas mais produtivas, bem como controlar melhor os custos de alimentação e da saúde dos úberes, e desenvolver novas tarefas.



Figura 13 – Sistema de ordenha voluntário

Fonte: DeLaval

5.2. Diferentes Soluções de Ordenha

O futuro da produção de leite no mundo com a, cada vez maior, concentração das explorações, e fazendo uma síntese do que virá a ser o futuro da ordenha mecânica, vai trazer ao produtor de leite a **LIBERDADE de ESCOLHA** entre 3 tipos de soluções:

- **Robot de ordenha** – para a exploração familiar, a partir de 60 vacas, com capacidade para ordenhar 750 000 kg/ano por unidade;
- **Ordenha paralela** – para efectivos desde a exploração familiar até 1500 animais;
- **Ordenha rotativa** – para efectivos a partir de 250 cabeças. Muito usado no regime de pastoreio.

Equipamentos cada vez mais robustos e fiáveis (*Heavy Duty*), para satisfazerem as exigências dos grandes efectivos e das muitas horas de funcionamento ininterrupto, serão o futuro.

Outro requisito muito importante para o futuro de qualquer uma das soluções será a integração dos seus diferentes equipamentos entre si, para conseguir melhor controlar as 3 grandes áreas importantes para o futuro da produção de leite:

- **Trassabilidade** - a implementação de sistemas de controlo da produção do leite durante toda a fase da cadeia alimentar, desde as explorações até ao consumidor. Estes sistemas constituem instrumentos muito úteis para garantir a segurança e a qualidade alimentar, e também ao nível da exploração leiteira para controlo da saúde do úbere, qualidade do leite, reprodução, eficiência da alimentação, através duma tecnologia de sensores.

A contagem de células somáticas na exploração, pelo equipamento DCC, é já uma solução disponível dentro desta área;

- **Nutrição** - é uma área com cada vez mais importância nos resultados económicos da produção de leite;
- **Gestão do Estábulo** - utilização de software de gestão que permite maior controlo e independência, podendo estar-se a trabalhar (controlando e tomando decisões), sem estar junto dos respectivos equipamentos.

Para além da transposição para a ordenha paralela e rotativa das tecnologias do robot VMS, nomeadamente das técnicas da robótica.



Figura 14 - Máquina de ordenha paralela, saída rápida

Fonte: Harker Sumner



Figura 15 - Máquina de ordenha rotativa

Fonte: <http://www.delaval-us.com>

O robot foi buscar alguma da tecnologia já disponível na máquina de ordenha convencional. As tecnologias de funcionamento das máquinas de ordenha convencional foram já muito testadas, o que permite dar maior fiabilidade ao sistema robotizado.

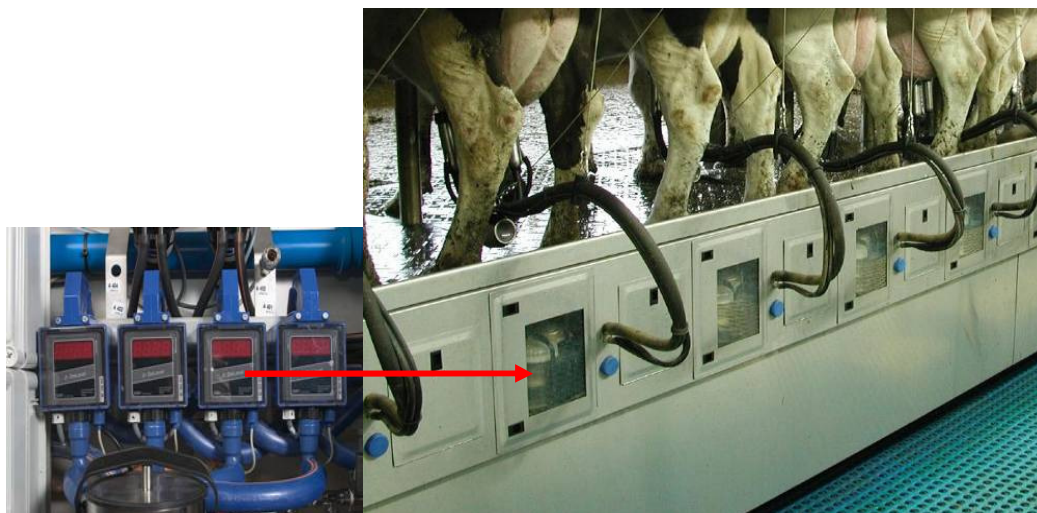


Figura 16 – Máquinas de ordenha paralela

Fonte: Harker Sumner

Actualmente, muita da tecnologia do Robot já é comum a este tipo de Máquinas:

- Identificação automática;
- Medidores ópticos;
- Contador de Células Somáticas Portátil DCC;
- Software de gestão pró-activo.

No futuro, cada vez mais a tecnologia do robot será transposta para a ordenha paralela e rotativa, nomeadamente dentro da robótica.

5.2.1. Contador de Células Somáticas – DCC

Este sistema permite a contagem das células somáticas na exploração leiteira para leite de vaca, cabra e ovelha. Obtém resultados em menos de 1 minuto, é um equipamento portátil que pesa 4 kg e funciona a pilhas com capacidade até 750 medições.

É utilizado para a determinação do estado de saúde do úbere, com a detecção precoce de mastites, fazendo o seguimento dos animais com problemas. Podem ser controlados grupos de animais ou animal a animal, teto a teto ou o

tanque de refrigeração.

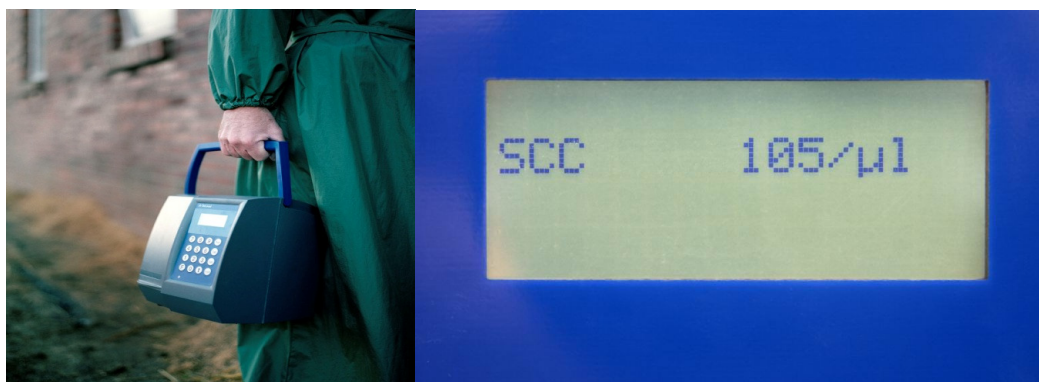


Figura 17 – Contador de Células Somáticas - DCC

Fonte: Harker Sumner

O princípio de funcionamento do Contador de Células Somáticas – DCC baseia-se na leitura óptica. Temos uma cassete para introduzir a amostra de leite recolhido, que contém uma pequena quantidade de reagente, que quando se mistura com o leite faz reacção com o núcleo das células somáticas. Esta amostra de leite, na cassete, é exposta à acção da luz no DCC, emitindo sinais fluorescentes. Estes sinais são registados em forma de imagem, servindo esta para determinar o número de células somáticas no leite. Consegue-se, com o DCC, o mesmo grau de rigor dos equipamentos de laboratório industriais.

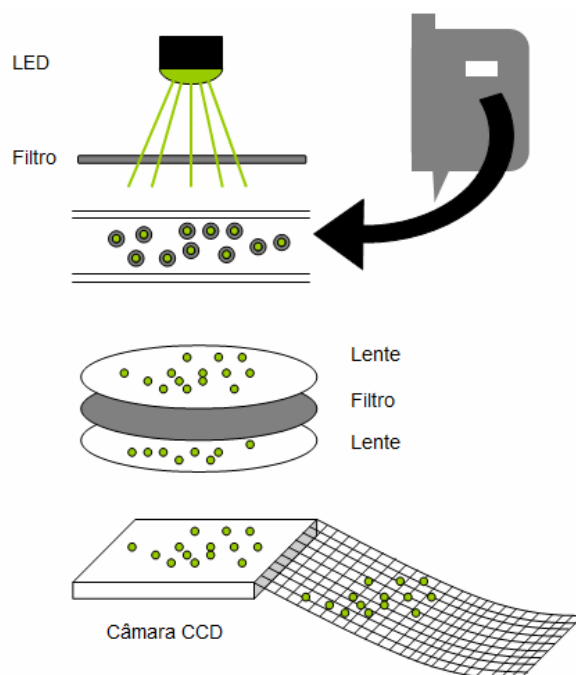


Figura 18 – Esquema que mostra o princípio de funcionamento do Contador de Células Somáticas – DCC

Fonte: adaptado de DeLaval

5.2.2. Gestão Pró-ativa do Estábulo – HERD NAVIGATOR

O Herd Navigator da DeLaval é um laboratório de análises que se instala na máquina de ordenha. Permite determinar os parâmetros de progesterona, lactose desidrogenada, ureia e β -hidroxibutirato no leite. A amostra do leite chega automaticamente ao ponto de análise, desde a unidade de ordenha, sem intervenção do ordenhador. Esta é extraída através do copo de recolha de amostra, e é enviada à unidade de entrada das amostras através de uma tubagem, que é lavada posteriormente. Desta unidade de entrada, a amostra é enviada ao laboratório à medida que este vai ficando disponível para a amostra seguinte.

O sistema selecciona, automaticamente, mediante um avançado modelo biométrico (fórmulas matemáticas que se combinam com os factores de risco adicionais), quais as vacas que devem ser analisadas, em que ordenha e a que parâmetros.

As análises são realizadas pelo método de *sticks* com reagente e posterior medição dos parâmetros de cor, para determinar os valores. Estes cartuxos são colocados na máquina antes da ordenha.

Estes valores passam ao computador, directamente para o programa de gestão do efectivo pecuário, para que o produtor tenha os valores disponíveis e o biomodelo aumente a sua base de dados e tome a decisão a que vacas e quando deve ser feita uma nova análise.

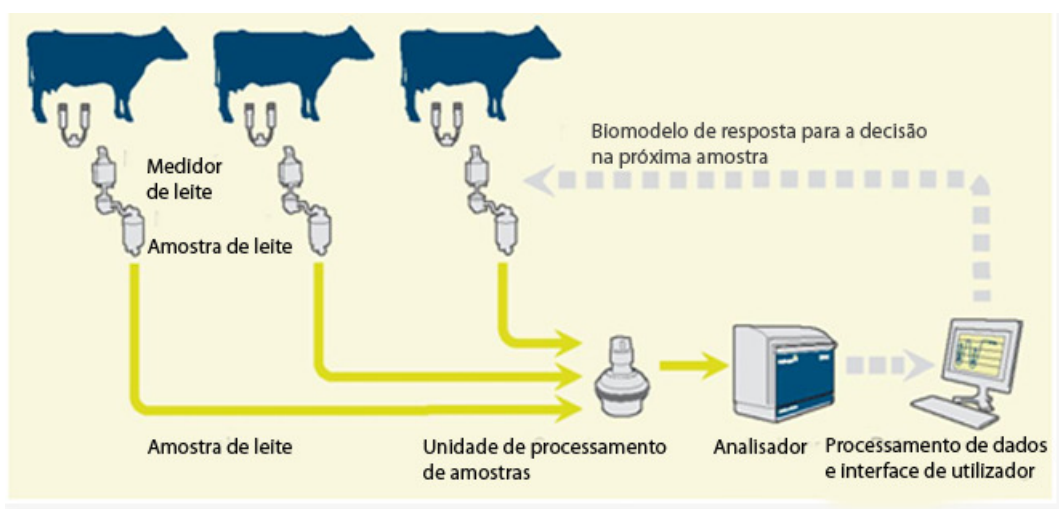


Figura 19 – Princípio de funcionamento do Herd Navigator da DeLaval

Fonte: adaptado de <http://www.harker.pt/HERD%20NAVIGATOR%20II.pdf>

Tabela 9 – Parâmetros avaliados pelo Herd Navigator da DeLaval

Área	Parâmetro analisado no leite	Detecção automática / na hora
Reprodução	Progesterona	Estro Estro silencioso Gestação Aborto Cistos Anestros
Saúde do Úbere	LDH - Lacto Desidrogenase	Mastite Mastite subclínica
Balanço alimentar e energético	Ureia BHB - β -hidroxibutirato	Ração - proteína Cetose Cetose subclínica Desordens metabólicas secundárias

Fonte: adaptado de <http://www.harker.pt/HERD%20NAVIGATOR%20II.pdf>

REPRODUÇÃO e Teste da Progesterona

As perturbações reprodutivas não detectadas originam atrasos na gestação das vacas, ou podem causar abortos, o que em qualquer caso se traduz em perdas económicas que podem chegar aos 3 euros por dia e por vaca infértil.

O Herd Navigator mede automaticamente o nível de progesterona no leite, valor inequívoco para saber em que estado reprodutivo se encontra a vaca. Indica-nos com precisão o cio e o momento para a inseminação, assim como a confirmação da gestação. Avisa para abortos prematuros e identifica o risco da existência de quistos e anestros prolongados.

Consegue-se, assim, reduzir o número de dias em aberto, otimizar o intervalo entre partos e melhorar o êxito das inseminações, reduzindo drasticamente o seu número.

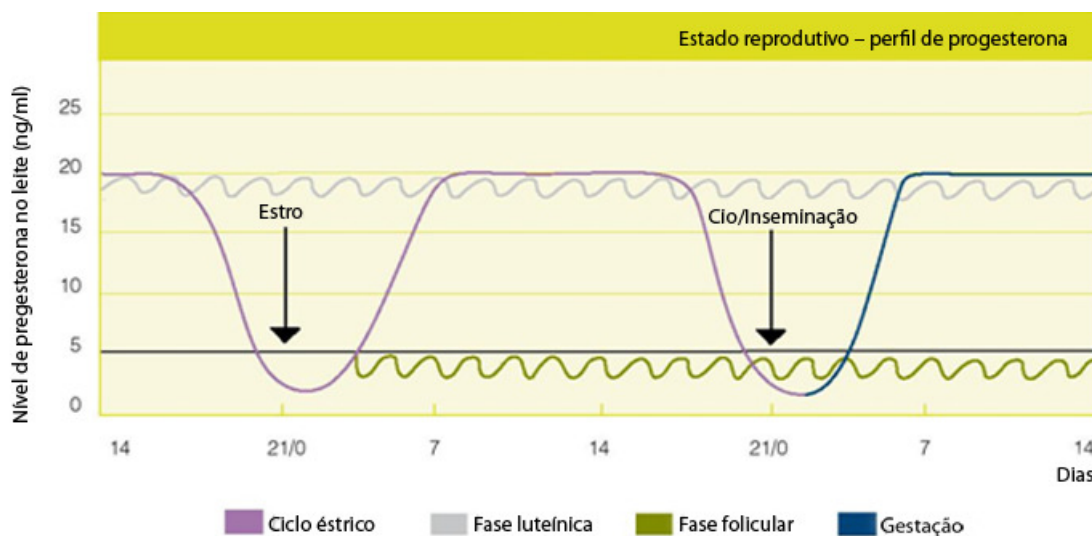


Figura 20 – Evolução do estado reprodutivo de uma vaca medido através da progesterona do leite

Fonte: adaptado de <http://www.harker.pt/HERD%20NAVIGATOR%20II.pdf>

SAUDE DO ÚBERE e Mamites

Cada caso de mastite não detectada atempadamente produz um prejuízo económico de cerca de 240 euros/lactação.

As análises do Herd Navigator medem, automaticamente, a enzima Lacto Desidrogenase (LDHA) no leite. Esta enzima está directamente relacionada com o número de células somáticas e, por conseguinte, com a presença de mastites. Como os valores de LDHA aumentam rapidamente quando começa uma infecção, o Herd Navigator é capaz de detectar o início de uma mastite dias antes de esta aparecer.

A análise é decidida e feita de forma automática, seleccionando as vacas que se encontram nos momentos de maior risco, e identificando as vacas que devem ser tratadas ou, pelo menos, verificadas, tomando a iniciativa para solucionar o problema antes que este apareça.

ALIMENTAÇÃO e Balanço Energético

A cetose subclínica é causada por um balanço energético negativo, principalmente nas primeiras semanas de lactação, mobilizando a gordura

corporal da vaca para minimizar esse balanço. Normalmente não se detectam e podem causar problemas muito sérios no efectivo pecuário, com quebras de produção e deterioração da saúde dos animais.

O Herd Navigator monitoriza os animais automaticamente nos períodos de maior risco. O indicador usado é a enzima desidrogenase, que é um metabolito relacionado com a mobilização da energia desde o tecido gordo, nos períodos de balanço energético negativo.

O sistema identifica os animais com risco de cetose de maneira a que o produtor possa prevenir, de forma activa, o aparecimento do problema.

O custo da alimentação pode chegar a 40% do custo directo do kg de leite produzido. Por isso, ajustando os valores da proteína e da energia, podemos aumentar a eficiência alimentar e reduzir os seus custos. Medindo os níveis de ureia no leite (a ureia é um indicador do excesso ou defeito de proteína no arraçoamento) o Herd Navigator pode proporcionar os dados adequados para se poder ajustar o arraçoamento e optimizá-lo.

A ferramenta de suporte para leite de qualidade

Este sistema recomenda-se para todos os produtores de leite com sala de ordenha ou Robot VMS. O Herd Navigator identifica aqueles animais que necessitam de uma atenção especial, proporcionando ao produtor um melhor conhecimento do seu estado, sendo, assim, possível tratar maior número de animais. Com esta ferramenta, e com a informação que permite disponibilizar, através da ligação à Internet, quer à equipa de arraçoamento, quer à equipa técnica, como por exemplo o veterinário, permite que se saiba antecipadamente quais os problemas a resolver.

Um Plano de Acções a desenvolver SOP, definido com a equipa técnica que dá apoio à exploração, vai determinar os procedimentos das operações standard a desenvolver, em função dos alarmes lançados, induzindo os trabalhos a fazer. O problema fica resolvido quando o tratamento recomendado for executado e sair da lista de alarme.

Neste tipo de decisões não faz sentido se não houver rigor no ALARME. O que é medido é totalmente específico “Gold Rule”.

Porque é necessário o HERD NAVIGATOR?

Os produtores de leite profissionais têm o desafio de todos os dias, e agora mais do que nunca, tomar decisões de gestão do efectivo com base no conhecimento aprofundado do seu estado, para melhorar a eficiência económica. Assim o Herd Navigator permite:

- Supervisionar a produção de leite diária, analisando o leite na sala de ordenha;
- Fazer rotinas diárias de controlo mais eficaz e com menos mão-de-obra;
- Identificar as vacas que necessitam de atenção especial – reprodução, saúde animal e bem-estar dos animais;
- Dar recomendações claras sobre as medidas a tomar com base no estado actual da vaca e no seu histórico;
- Proporcionar um apoio pró-activo na tomada de decisões baseando-se em modelos de cálculo biológico, agrupando uma grande quantidade de dados;
- Apresentar indicadores de detecção de doenças para tomada de acções rápidas – ANTES DA VACA APRESENTAR SINTOMAS CLÍNICOS.



Figura 21 – Herd Navigator - Com o olhar no futuro

Fonte: <http://www.harker.pt/HERD%20NAVIGATOR%20II.pdf>

5.3. O Robot – Sistema Voluntário de Ordenha

A cada dia que passa é instalado mais um Robot de Ordenha.

No final de 2008 a fasquia dos 1500 robots de ordenha anuais foi atingida. Assim é em França, actualmente o 3º mercado mundial para o robot de ordenha atrás da Dinamarca e da Holanda. Em todo o mundo já estão instaladas mais de 12.000 unidades.

Anton Bauer, um agricultor de 33 anos de idade de Wernberg, no sul da Alemanha, é o produtor VMS número 5000 e está pronto para instalar os seus dois novos robots. A razão que está por trás da sua decisão em investir em automação é semelhante à da maioria dos agricultores que vão em busca de uma melhor qualidade de vida e controlo. "Eu estou ansioso pela mudança que o VMS vai trazer à minha actividade e à minha vida. Vou agora centrar-me no manejo do rebanho, no melhoramento genético e na nutrição, em vez da extracção do leite. E a mudança para um "horário de escritório" vai significar que posso passar mais tempo com minha família", disse ele.

Esta não é, contudo, a realidade portuguesa. Ainda não valorizamos tanto a nossa mão-de-obra, menos trabalho duro e a qualidade de vida, horário mais flexível, como nos países do centro e norte da Europa.

No entanto, já há mais de uma dezena de robots de ordenha em funcionamento em Portugal.

Depois da grande evolução técnica a que assistimos em 2005/2006, o mercado mundial começou a crescer de uma forma exponencial. Apesar deste crescimento, a ordenha robotizada só representa 5% dos sistemas de ordenha instalados mundialmente.

A DeLaval, de origem sueca, e os holandeses da Lely permanecem destacados à cabeça do mercado mundial.

Os Ingleses da Fullwood, os Dinamarqueses da SAC e os Alemães da Westfalia estão também a desenvolver os seus projectos.



Figura 22 – Robot de ordenha – sistema voluntário de ordenha

Fonte: Harker Sumner

5.3.1. A Tecnologia do Robot – Funcionamento

O objectivo principal é fazer a extracção do leite com a melhor qualidade e da forma mais natural e sem perturbações para o animal.

Com a combinação de dois lasers e de uma câmara de visão artificial, a máquina localiza os tetos do animal. Vacas compridas ou curtas ficam confortáveis dentro da estação de ordenha. A ração é doseada gradualmente durante a ordenha para que, num preciso momento, a vaca abandone a estação.

O Braço Robotizado



Figura 23 – Braço Robotizado

Fonte: Harker Sumner

O braço robotizado é a grande novidade na solução de ordenha robotizada.

O braço é de funcionamento hidráulico muito ágil, identifica os tetos e coloca a unidade de ordenha sob os tetos com ângulos até 45°. Articulado em três pontos, foi desenvolvido e inspirado no braço humano. Também faz o alinhamento dos tubos do leite para evitar deslizes e patadas.

O sistema de visão dos tetos é constituído por uma câmara óptica equipada com duplo laser, que permite uma rápida e precisa localização dos tetos.



Figura 24 - Uma ordenha inteligente

Fonte: Harker Sumner

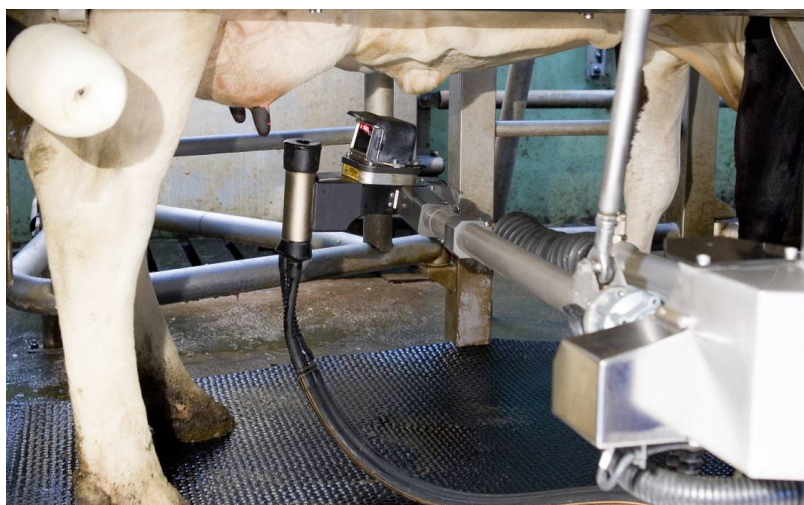


Figura 25 - Vaca em posição confortável com espaço para movimento do braço

Fonte: Harker Sumner

5.3.2. Controlo da Higiene e Qualidade da Ordenha

A garantia da qualidade do produto final é fundamental.

Uma boa estimulação do animal é a base para uma ordenha rápida e eficaz.

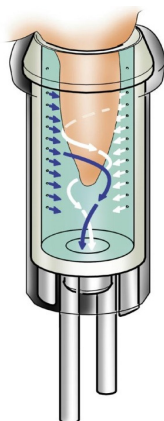


Figura 26 – A quinta tetina de preparação da ordenha

Fonte: DeLaval

O processo de preparação da ordenha (quinta tetina) limpa cada teto individualmente com água tépida e ar, faz a estimulação, extrai os primeiros jactos e seca antes da ordenha.

Esta quinta tetina de preparação dos tetos tem uma conduta individual para expulsar a água residual.

A limpeza automática do chão do robot é programada para o fim da ordenha ou a cada duas ordenhas; uma protecção para os dejectos e urinas, que se ajusta automaticamente na parte posterior da vaca, afasta-os da zona de trabalho; desinfecta os copos de ordenha por dentro e por fora, entre cada vaca ordenhada.

Detecta qualquer queda das tetinas e, quase instantaneamente, inicia a recolha e limpeza desta antes de a voltar a colocar.

As ordenhas incompletas são assinaladas quando o animal produz 20% menos do que o previsto, podendo este parâmetro ser ajustado.

No caso de caída intempestiva da tetina esta é recolocada se o animal ainda não deu $\frac{3}{4}$ do leite previsto.

A desinfecção pós-ordenha também é feita automaticamente, com a possibilidade de seleccionar diferentes modos de aplicação.

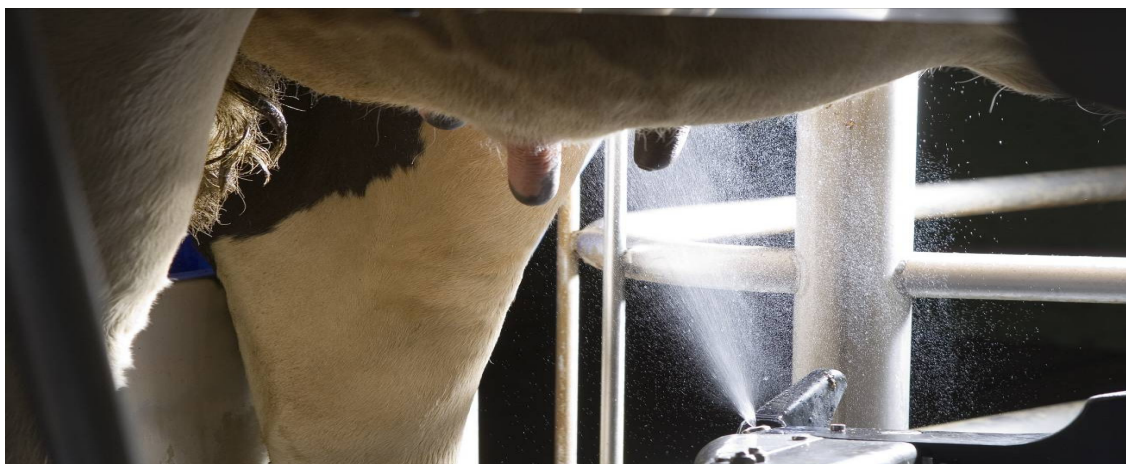


Figura 27 – Desinfecção pós-ordenha

Fonte: Harker Sumner

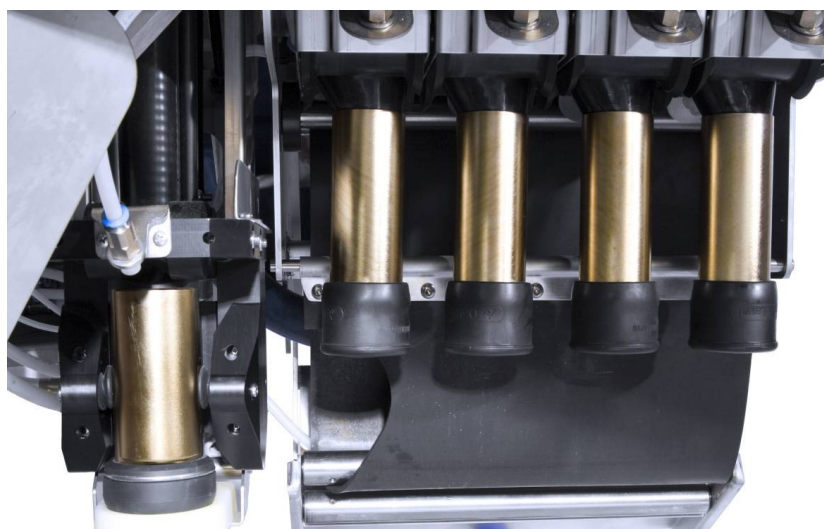


Figura 28 – Limpeza dos copos de ordenha por dentro e por fora

Fonte: DeLaval

5.3.3. Uma Ordenha Inteligente

Quatro Medidores Electrónicos, através de infravermelhos, asseguram uma ordenha por quartos, fazendo uma leitura precisa da produção individual por quarto do total produzido por vaca, do tempo de ordenha, da condutividade e da calorimetria. O leite que não está dentro dos parâmetros pré-definidos é separado de forma automática.

Todas estas informações são analisadas e podem ser consultadas a cada momento. Temos acesso ao estado de cada vaca para se poder tomar a decisão certa no momento certo.

Um painel táctil permite um fácil controlo da ordenha. Temos, a partir daqui acesso, em tempo real, a toda a informação disponível.



Figura 29 – Painel táctil colocado no robot

Fonte: Harker Sumner

5.3.4. Contador de Células Somáticas

O contador de células somáticas em linha pode ser accionado directamente pelo painel táctil para controlar a contagem de células somáticas durante a ordenha de cada animal, e por quarto. Permite também recolher uma amostra no tanque e fazer a respectiva análise.

Podemos identificar vacas problemáticas através dos alertas de condutividade

no *software* do VMS. Os dados são apresentados por úbere e por quarto.

O índice de detecção de Mastites - Mdi - é calculado depois de cada ordenha e dá uma ideia do nível de saúde de cada vaca. Se a vaca precisar de atenção, accionamos o contador de células somáticas, DCC, para obter uma contagem celular precisa de cada quarto. Uma vaca que tenha um valor alto de células somáticas, de sangue ou MDi, o VMS envia automaticamente ao produtor uma mensagem de texto.

Esta vaca pode ser separada pelo VMS para o parque de vacas em observação.



Figura 30 – Contador de células somáticas em linha

Fonte: Harker Sumner

5.3.5. Recolha da Amostra do Leite

Faz a recolha automática, individual ou acumulada, com lavagem incorporada na limpeza total do sistema.



Figura 31 - Equipamento para o contraste leiteiro do efectivo

Fonte: Harker Sumner

5.3.6. Separação do Leite

Podemos separar automaticamente o colostro, o leite contaminado ou o leite em mau estado, com alto valor de CCS, para quatro destinos diferentes.



Figura 32 - Separação automática do leite

5.3.7. Refrigeração do Leite

O tanque de frio está em comunicação directa com o robot para ajustar a refrigeração, baseando-se na quantidade de leite recebida a cada momento.

Para a garantia do produto final, o tempo e a temperatura de refrigeração assim como todo o processo de lavagem e desinfecção do tanque são monitorizados pelo robot.

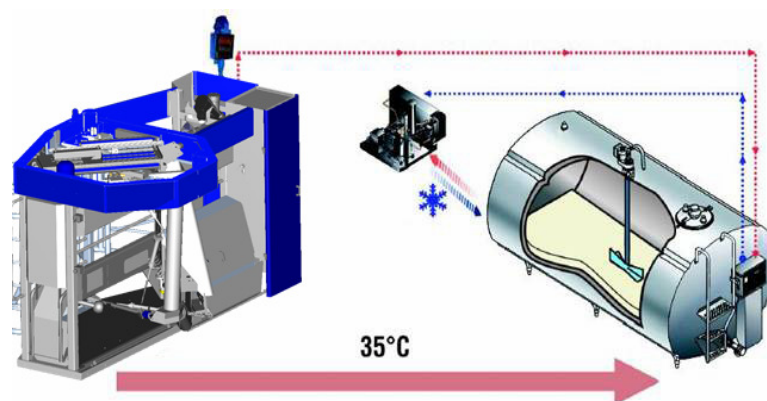


Figura 33 – O robot monitoriza o sistema de refrigeração

Fonte: DeLaval

5.3.8. O Software de Gestão

O *software* de gestão é um auxiliar potente que ajuda a tomar a melhor decisão no tempo mais oportuno. Permite um controlo das vacas, do sistema de ordenha, da refrigeração e da alimentação.

O sistema de monitorização é o principal painel de controlo para identificar facilmente desvios ou vacas que necessitam de atenção, baseando-se nos intervalos entre ordenhas, produções, condutividade, actividade, MDi, etc.

Quando se activa o contador de células somáticas OCC, em linha, o *software* emite um relatório e alarmes com o estado de todas as vacas.

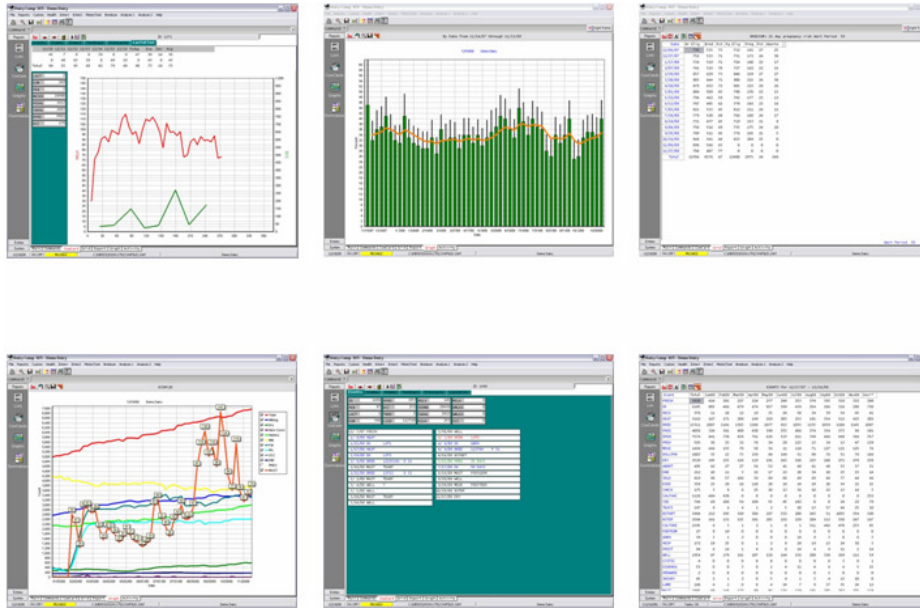


Figura 34 – Muita informação disponível que nos induz nas tomadas de decisão

Fonte: <http://www.vas.com/dairycomp.jsp>

5.3.9. Controlo Remoto

O *software* de controlo remoto permite monitorizar o robot à distância. Pode ligar-se de qualquer lugar, dentro da rede, via telefone portátil ou PDA.

Podemos ter acesso à informação, intervir sobre a abertura e fecho das portas do robot, forçar a distribuição de alimento, forçar a saída de uma vaca.

É também possível a assistência remota pelos técnicos do robot.

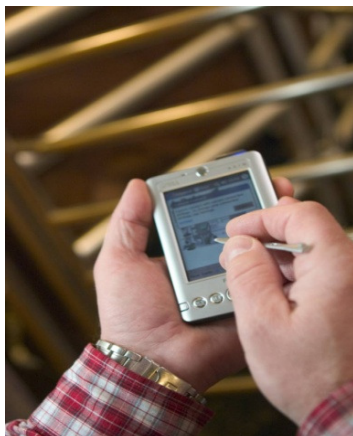


Figura 35 - Controlo remoto

Fonte: Harker Sumner

5.3.10. Circulação dos Animais

O *software* também pode ajudar a manejar a circulação dos animais numa forma mais eficiente.

Com o objectivo de otimizar a capacidade do robot e o intervalo entre ordenhas, a autorização para ser ordenhada é reajustada em contínuo e de maneira automática durante o período da lactação.

A vaca só tem permissão de ordenha a partir dos 8 a 12 kg de leite no úbere.

Programamos e definimos os lotes. O *software* calcula e determina as ordenhas úteis, vaca por vaca, permitindo que o úbere se restabeleça e o animal repouse.

Uma PORTA INTELIGENTE faz a triagem dos animais de uma forma automática, evitando que animais, sem autorização para ordenha, entrem no robot.



Figura 36 – Soluções de circulação dos animais

Fonte: Harker Sumner

Diferentes soluções de circulação dos animais são possíveis:

- **Circulação Livre** – sem cancelas, as vacas têm livre acesso a todas as áreas do estábulo. Com esta solução temos de forçar, todos os dias, cerca de 10% das vacas a serem ordenhadas;
- **Circulação Guiada** - com portas de não-retorno, as vacas atrasadas podem ser reduzidas para 5%;
- **Circulação Semi-Livre** com porta inteligente em combinação com as portas de não retorno;
- **Circulação Inversa** – as vacas têm acesso livre à manjedoura. A porta inteligente em combinação com as portas de não-retorno, selecciona as vacas quando estas retornam da manjedoura directamente para o robot ou para as camas.

A circulação INVERSA (*feed first*) é a que apresenta mais vantagens – mais visitas à manjedoura, aumentando a ingestão de MS; aumenta a capacidade do robot; reduz a necessidade de trabalho para ir buscar vacas atrasadas, reduzindo-as a 1%; intervalos entre ordenhas mais regulares; as vacas novas adaptam-se melhor.

5.3.11. A sua Capacidade

A capacidade do robot, com a tecnologia actualmente disponível, pode alcançar níveis com mais de 2.500 l de leite ordenhado por dia, para atingir, serenamente, uma quota anual de 750.000 kg por unidade. Podemos dizer que uma média diária de 2.000 l é perfeitamente alcançável.

Com 180 ordenhas por dia e por robot, e 2,8 ordenhas por vaca e por dia, para além das 2 lavagens diárias completas mais as lavagens intermédias e curtas, aquando da extracção de leite impróprio, é assim que este ordenhador infatigável ocupa as 24 horas do dia.

24 horas em actividade, controlando também, minuciosamente, a saúde do rebanho.

Com um baixo consumo de energia, variando entre 15 e 25 kW por tonelada de leite, o robot VMS é também, neste aspecto, um dos mais eficientes sistemas de ordenha.

5.3.12. Conforto Animal

Esta tecnologia também tem de estar rodeada de conforto.

As vacas que desfrutam de conforto descansam, comem e bebem mais. Para além disso têm menos stress e melhor saúde. Todos os estudos chegam à conclusão que um bom conforto induz uma maior produção de leite.



Figura 37 – Camas cómodas de borracha com látex

Fonte: Harker Sumner



Figura 38 - Escova para melhor saúde, conforto e bem-estar da vaca

Fonte: Harker Sumner

Os estábulos modernos de alta produção de leite necessitam de ter condições ótimas. Quando a temperatura sobe acima dos 22 a 25°C as vacas reduzem a ingestão de alimento. As vacas necessitam de energia para controlar o calor excessivo, e isto faz com que os seus níveis de produção baixem.

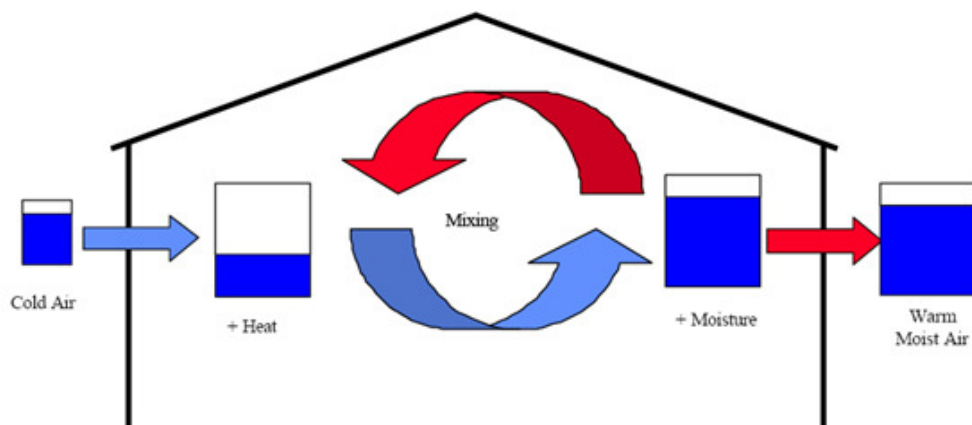


Figura 39 - Controlo de temperatura e humidade por ventilação

Fonte: DeLaval



Figura 40 – Ventilador de alta capacidade

Fonte: Harker Summer

5.4. Referências

- Ahituv, A.;** Kimhi, A. (2006). Simultaneous estimation of work choices and the level of activity using panel data. *European Review of Agricultural Economics* 33 (1) 49:71.
- Barreira, M. M.** (2003). “Representatividade dos projectos de jovens agricultores da base da amostra”. Documento de trabalho nº 6, Projecto Agro nº 99, Lisboa.
- Barreira, M. M.;** Mansinho, M. I.; Silva, J. L. C. (2005). “Instalação de jovens agricultores: síntese de resultados obtidos no âmbito do projecto Agro nº 99”. Relatório de projecto, Lisboa.
- Dias, R. S.** (2003). *A aplicação da política de apoio aos jovens agricultores*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Lisboa, ISA, Universidade Técnica de Lisboa.
- European Parliament (2000).** The future of young farmers in the European Union, WP AGRI 134 EN 04-2000, Agriculture, Forestry and Rural Development Series, Luxembourg.
- Gale, H. F.** (2003). Age-specific patterns of exit and entry in U.S. farming, 1978-1997. *Review of Agricultural Economics* 25(1) 168:186.

6. A PECUÁRIA DE PRECISÃO NA HERDADE DOS ESQUERDOS

José Paulo Freire (1)

(1) Grupo Fertiprado, PECplus, jfreire@pecplus.com

6.1. Pecuária de Precisão – Um Conceito

A satisfação das necessidades alimentares da população mundial é actualmente encarada como uma prioridade máxima. Se nos países desenvolvidos encontrar alimentos baratos no supermercado é um direito adquirido. Nos países em vias de desenvolvimento os alimentos, ainda que oferecidos, são caros. Tal representa uma enorme pressão sobre o preço dos produtos alimentares que assim se manterão tendencialmente baixos. Por outro lado, os factores de produção, sobretudo aqueles mais exigentes em *inputs* energéticos, serão cada vez mais dispendiosos.

Consequentemente, a viabilidade das empresas agro-pecuárias está hoje bastante dependente da sua capacidade para maximizar a eficiência de utilização quer dos recursos existentes na exploração, quer dos factores de produção exógenos.

Até hoje, porque não existiam sistemas de gestão de informação eficientes, tratar o rebanho como um todo seria a única forma de o gerir e manejar. Isto significa tratar todos os indivíduos pelas características médias do grupo.

Tal como nós humanos, também os animais, ainda que pertencentes a uma mesma raça mesmo após anos de selecção, apresentam diferenças importantes entre si, dada a inevitável e necessária heterogeneidade genética. São diferentes no seu potencial produtivo, na eficiência de aproveitamento alimentar, na apetência para determinadas patologias, na capacidade reprodutiva, na resposta a diferentes tratamentos, etc.

Deixar de olhar para o rebanho como um todo e passar a tratar cada animal de acordo com as suas características individuais, optimizando a utilização dos

recursos, é a melhor definição de “Pecuária de Precisão”.

6.2. A Origem

A necessidade é o motor do desenvolvimento. Também neste caso, a adopção da pecuária de precisão na Herdade dos Esquerdos resultou da resposta a uma necessidade, catalisada pelo aparecimento de uma oportunidade.

A principal actividade pecuária da Herdade dos Esquerdos é a exploração em regime extensivo de um efectivo médio de aproximadamente 2500 ovinos para produção de leite.

Gerir e manejar tal efectivo é uma tarefa árdua, pois trata-se de um efectivo de grande dimensão e zootecnicamente muito dinâmico.

Nesta exploração os animais encontram-se na pastagem 365 dias por ano. Existem animais nos mais diversos estados produtivos e reprodutivos, divididos em distintos grupos e distribuídos por diferentes parcelas.

Desde cedo se percebeu que não se podem tratar todos os animais da mesma forma. Desde sempre se tentou recolher e analisar o máximo de informação possível. No entanto, a quantidade de informação que um rebanho desta natureza origina é de tal forma grande, que impossibilita a sua recolha e tratamento por qualquer método tradicional.

Ainda assim, era imperativo melhorar o desempenho da gestão zootécnica deste efectivo, pelo que havia que encontrar uma forma que facilitasse a recolha e o tratamento da informação por este gerada. Foi esta a necessidade identificada.

A oportunidade referida foi a identificação electrónica do rebanho no âmbito do projecto IDEA, no ano de 2001.

A identificação electrónica via Rfid (IdE) é uma identificação única e intransmissível, que pode ser reconhecida à distância e à qual se pode associar todo e qualquer tipo de informação.



Figura 41 – Pecuária de Precisão na Herdade dos Esquerdos

Fonte: Fertiprado

6.3. O Sistema

O sistema, a partir de então desenvolvido pela empresa criada para o efeito - a PECplus, é constituído por 3 componentes principais:

- Bolo ruminal;
- Equipamentos diversos de recolha e registo de informação (PECreader e PECmanga);
- Sistema de gestão de dados (OVIGEST).

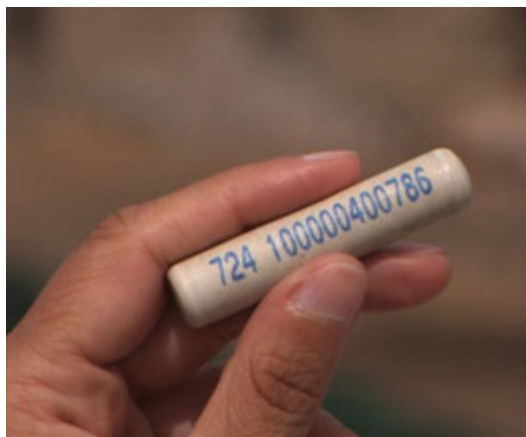


Figura 42 - Bolo ruminal

Fonte: Fertiprado



Figura 43 - PedReader

Fonte: Fertiprado



Figura 44 - PECmanga

Fonte: Fertiprado

No dia-a-dia, os pastores, que entretanto substituíram os seus cajados pelo leitor de mão (PECreader), registam todos os eventos zootécnicos de cada indivíduo: partos, mudanças de lote, mudanças de parcela, diagnósticos de gestação, diagnósticos de patologias, vendas, produção de leite, mortes, profilaxias e outros tratamentos, etc. No final do dia descarregam todos estes dados para o *software* de gestão, o OVIGEST.

Com este *software*, na posse de toda a informação, o gestor pode tomar as decisões a aplicar a cada indivíduo ou a um grupo de indivíduos, de uma forma lógica e sustentada.



Figura 45 – Exemplo de interface do Ovigest (Ordenha – resumo)

Fonte: Fertiprado

Porque o OVIGEST está alojado num servidor on-line, quem gere a exploração pode aceder ao seu dia-a-dia em qualquer parte do mundo onde haja uma ligação à internet. Por outro lado, os outros agentes da fileira (veterinários, ADS, matadouros) podem ter acesso, embora limitado e definido pelo proprietário, aos dados do rebanho.

No OVIgest podemos gerir toda a informação disponível, tendo à distância de um clique árvores genealógicas, avisos sanitários, performances produtivas e reprodutivas, constituição de grupos, gestão de parcelas, enfim, um universo de informação tal, que torna a gestão pecuária apenas limitada por um factor: a imaginação do gestor.

ID Expi	Perfil	Idade (Anos)	Estado Reprodutivo	Partos	1º Parto (Meses)		Total Nascidos		Media/Parto		Penultimo Parto		Ultimo Parto		Intervalos Partos		Pós-Parto	Classificação	
					Vivos	Mortos	Vivos	Mortos	Data	Vivos	Mortos	Data	Vivos	Mortos	Media	Ultimo			
02058	Ovelha	7(1)	Cobrição	5	17	5	0	1.00	0.00	2006-10-26	0	0	2007-12-29	1	0	435	429	335	★★★★★
01122	Ovelha	7(2)	Fim Gestação	6	17	6	0	1.00	0.00	2007-01-14	1	0	2008-01-29	1	0	365	380	304	★★★★★
01515	Ovelha	7(3)	Cobrição	4	17	4	0	1.00	0.00	2005-01-12	1	0	2005-12-29	1	0	358	351	1065	★★★★★
01230	Ovelha	7(2)	Cobrição	5	17	5	0	1.00	0.00	2007-03-22	1	0	2008-02-17	1	0	457	332	285	★★★★★
01344	Ovelha	7(2)	Fim Gestação	6	17	7	0	1.16	0.00	2007-03-25	1	0	2008-02-04	1	0	361	316	298	★★★★★
01093	Ovelha	7(1)	Vazia	7	17	7	0	1.00	0.00	2007-11-18	1	0	2008-10-31	1	0	343	348	28	★★★★★
01071	Ovelha	6(2)	Cobrição	5	17	4	0	0.80	0.00	2007-03-10	1	0	2008-03-18	1	0	371	374	255	★★★★★
01065	Ovelha	7(2)	Cobrição	6	17	6	0	1.00	0.00	2007-02-01	0	0	2008-03-20	1	0	370	413	253	★★★★★
01118	Ovelha	6(15)	Cobrição	5	17	5	0	1.00	0.00	2006-01-22	1	0	2006-11-03	1	0	320	285	756	★★★★★
01195	Ovelha	7(1)	Fim Gestação	6	17	5	0	0.83	0.00	2007-03-06	1	0	2007-12-03	1	0	340	272	361	★★★★★
02007	Ovelha	7(0)	Vazia	7	17	6	0	0.85	0.00	2007-10-23	0	0	2008-11-16	1	0	343	390	12	★★★★★
02306	Ovelha	7(1)	Vazia	7	17	7	0	1.00	0.00	2007-11-25	1	0	2008-11-12	1	0	344	353	16	★★★★★
01094	Ovelha	7(3)	Vazia	6	17	6	0	1.00	0.00	2007-11-14	1	0	2008-11-15	1	0	424	367	13	★★★★★

Figura 46 – Exemplo de interface do Ovigest (Ciclos reprodutivos)

Fonte: Fertiprado

Este *software*, permite-nos ainda em poucos minutos agendar operações, e se estas implicarem a separação de animais, gravando a informação num cartão de memória a PECmanga separa 900 animais por hora em 2 ou 3 grupos. Tudo isto de forma automática, sem stress para os animais e tornando o trabalho dos pastores infinitamente mais simples.

Tabela 10 – Componentes do sistema

Bolo ruminal	Leitor de Mão PECreader	Manga Automática PECManga	Software OVIGEST
Identificação electrónica do animal	Recolha da identificação do animal	Recolha da identificação do animal pela passagem	Compilação dos dados registados
Tecnologia Rfid	Registo de dados zootécnicos do animal	Registo de dados no animal pela passagem	Histórico automático do rebanho e dos indivíduos
Garantia de unicidade	Consulta das características do animal	Consulta das características do animal	Análise de grupos e de indivíduos
Garantia de intransmissibilidade	Registo de dados em grupos de animais estáveis	Separação de animais por qualquer parâmetro zootécnico	Construção automática das fichas individuais
Identificação imediata e livre de erros	Ideal para o registo de dados em indivíduos ou em grupos estáveis	Conferência de grupos de animais ou de todo o rebanho	Construção automática da árvore genealógica
---	---	Ideal para separar animais (900 por hora) em 2 ou 3 grupos	Estatísticas automáticas e parametrizáveis

6.4. Os Resultados

Hoje, após 6 anos de utilização e de mais de 600.000 dados registados, conseguimos um controlo bastante efectivo de todos os parâmetros zootécnicos do rebanho: produção, reprodução, sanidade, manejo, genealogia, etc.

Porque conhecemos detalhadamente cada animal e a sua história em vida, o trabalho de selecção conduziu já a um aumento da eficiência de produção, sendo que hoje produzimos mais leite com um menor número de animais. Conhecemos ainda o histórico detalhado da utilização das parcelas, o que nos

permite adequar as cargas pecuárias de acordo com o seu potencial produtivo e fazer previsões de necessidades alimentares com maior rigor. Esta selecção levou ainda a uma forte diminuição da incidência de uma determinada doença. Após verificar que alguns animais tinham maior frequência de registos desta doença, eliminá-los do rebanho diminuiu quer a incidência desta doença, quer o índice do seu contágio. Sendo o borrego um subproduto sem grande potencial de valorização, é uma grande vantagem ter a certeza que apenas guardamos os animais com melhor histórico genealógico, isto é, com melhor ascendência e melhor potencial genético.

Temos hoje um rácio de mão-de-obra que ronda os 850 a 950 animais por homem, o que só é possível pelas melhorias no maneio que a PECmanga permite (Figura 47). É uma ferramenta que os pastores usam autonomamente numa base quase diária. Encontrar um animal, fazer a conferência do rebanho, separar os machos das fêmeas, separar animais por parâmetros produtivos, estado reprodutivo ou outro qualquer parâmetro, são tarefas que deixaram de demorar dias para passarem a demorar minutos. Estas operações obrigavam muitas vezes a ter os animais encerrados durante horas ou dias. A única maneira de verificar a sua correcta identificação seria a sua contenção manual. Consequentemente, também os índices de stress dos animais diminuíram, com impactos bastante positivos no bem-estar animal.

Por outro lado, estão já em desenvolvimento ferramentas para outras espécies zootécnicas, como os bovinos de carne. A PECplus tem em desenvolvimento uma balança self-service para estes animais. Este equipamento permite registar de forma automática a identificação, o peso e o momento da pesagem de cada animal, cada vez que este bebe água. Traçar curvas de crescimento, determinar ganhos médios, lançar alertas sobre pesos, etc., serão tudo tarefas que ficarão à distância de um clique.

As vantagens e potencialidades dos sistemas de pecuária de precisão não terminam aqui. Qualquer sistema de rastreabilidade credível terá obrigatoriamente que passar pela disseminação generalizada de sistemas de identificação electrónica, associados a sistemas de gestão como o aqui apresentado.

Estamos seguros que a adopção de um sistema de pecuária de precisão será um passo bastante certo para quem pretende maximizar a eficiência de utilização dos

recursos, melhorar enquanto gestor pecuário e, conseqüentemente, otimizar os resultados económicos da sua exploração.



Figura 47 – Maneio animal através do PECmanga

Fonte: Fertiprado

Introduzida inicialmente em actividades pecuárias intensivas, a Zootecnia de Precisão tem vindo nos últimos anos a ser aplicada de forma crescente nas mais diversas espécies animais independentemente da intensidade do modelo de produção seguido.

Este manual aborda a Zootecnia de Precisão, apresentando este conceito e avaliando o seu potencial de desenvolvimento do ponto de vista da engenharia, do animal e do produtor, tendo como enquadramento que a Zootecnia de Precisão será o principal meio através do qual ocorrerá a utilização de sensores 'inteligentes' em produção animal. Ao longo deste texto iremos abordar os princípios tecnológicos que servem de base à Zootecnia de Precisão e os principais desafios que se colocam ao seu desenvolvimento, bem como apresentar vários exemplos concretos da sua prática no nosso país.

Tendo em consideração que a Zootecnia de Precisão é, ainda, uma tecnologia embrionária mas com um futuro que acreditamos promissor, este manual consiste num primeiro passo que deverá ser completado e aprofundado pois existe claramente uma necessidade de mais investigação e desenvolvimento nesta área para que esta visão da zootecnia do futuro se concretize entre nós.



Ministério da
Agricultura,
do Desenvolvimento
Rural e das Pescas



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu