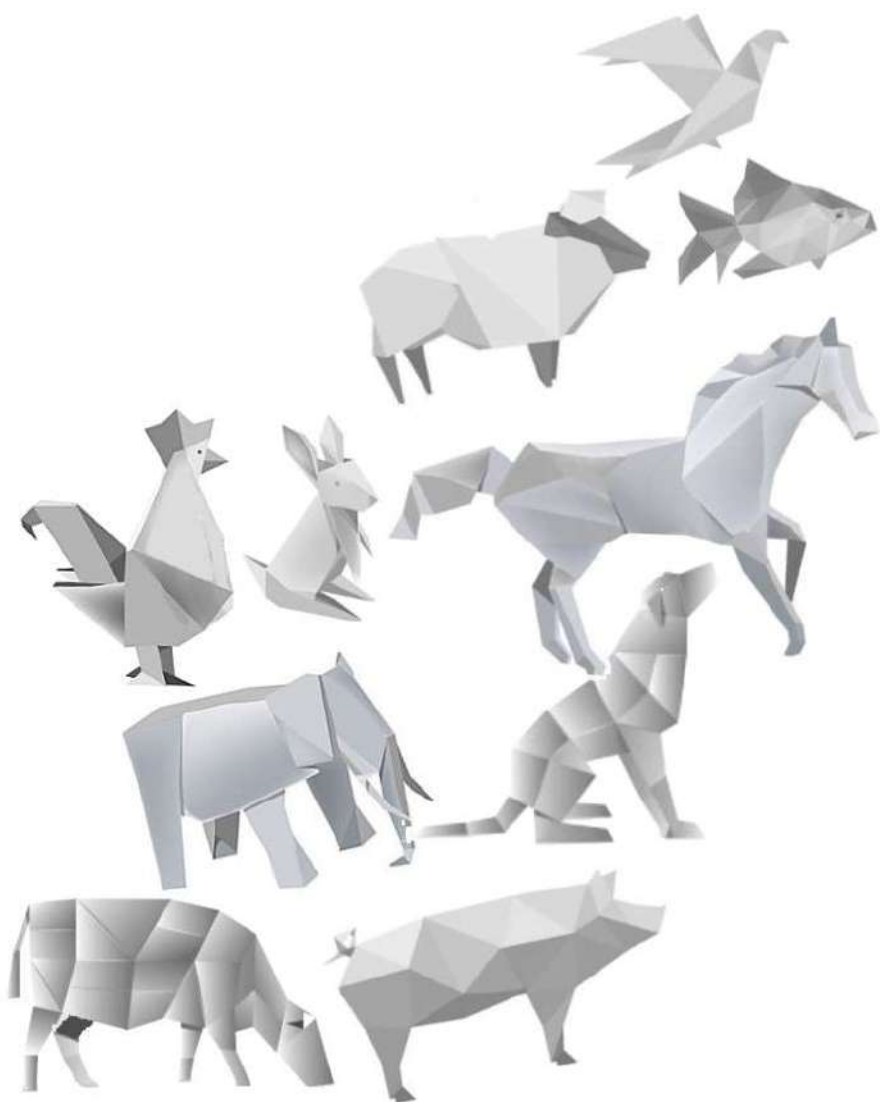


Nº1 – 2024

ISSN: 2976-0704

Revista Portuguesa de Zootecnia



Associação Portuguesa de Engenharia Zotécnica



Ficha Técnica

Director:

Ana Sofia Santos

Editor-chefe:

Vasco Cadavez

Editores:

Ana Sofia Santos

André Almeida

António Marcos Ramos

Ursula Gonzales-Barron

Propriedade:

Associação Portuguesa de Engenharia
Zootécnica (APEZ)

Apartado 60, 5001-909 Vila Real

Composição e Montagem:

Telma G. Pinto

Design Gráfico:

Mariana Almeida e Telma G. Pinto

Contactos:

Apartado 60,
5001-909 Vila Real
geral@apez.pt
912 239 527



A publicação deste número foi possível graças ao apoio da Comissão Científica do XXIII ZOOTECH – 23º Congresso Nacional de Zootecnia.

Índice

NOTA DE ABERTURA	4
COMPARAÇÃO ENTRE A ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) E MÉTODOS ANALÍTICOS CONVENCIONAIS NA AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE PASTAGENS	7
CONTROLO DE SALMONELAS NO SETOR AVÍCOLA_ IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA	24
POTENCIAL NUTRICIONAL DE QUATRO MACROALGAS MARINHAS AÇORIANAS COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR DE RUMINANTES	39
INCORPORAÇÃO DE SILAGEM E PÓS-BIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PORCAS IBÉRICAS	55
O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO BEM-ESTAR E PRODUTIVIDADE DOS BOVINOS LEITEIROS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	69
AVALIAÇÃO DA PREVALÊNCIA E RESISTÊNCIA A ESTAFILOCOCOS A PARTIR DO LEITE DOS PRIMEIROS JATOS NUMA EXPLORAÇÃO BOVINA LEITEIRA DA ILHA TERCEIRA (AÇORES)	101
CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA LINEAR DE CAPRINOS DA RAÇA SERRANA TRANSMONTANA	118
HERITABILIDADE DO PESO DE CARÇAÇA E EFEITO DA DEPRESSÃO CONSANGUÍNEA NA RAÇA BOVINA MARONESA	129
PARÂMETROS GENÉTICOS E DEPRESSÃO CONSANGUÍNEA NO INTERVALO ENTRE PARTOS DA RAÇA BOVINA MARONESA	140
AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE NOVILHAS DA RAÇA HOLSTEIN FRÍSIA NA REGIÃO DO ENTRE DOURO E MINHO	151
CARACTERIZAÇÃO DO <i>HAIR SHEDDING</i> EM FÊMEAS ABERDEEN-ANGUS	165
EFFECT OF DIFFERENT FINISHING DIETS ON THE FATTY ACID PROFILE OF CACHENA BREED STEERS	175
INTERVALO ENTRE PARTOS EM FÊMEAS ABERDEEN-ANGUS EM PORTUGAL	183

NOTA DE ABERTURA

O ZOOTEC'23: XXIII Congresso Nacional de Zootecnia, que se realizou em Angra do Heroísmo, na Ilha Terceira - Açores, chegou ao fim. O evento, organizado pela Associação Portuguesa de Engenharia Zootécnica (APEZ) com apoio da Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente da Universidade dos Açores (FCAA – UAc), foi um marco na história da Zootecnia, reunindo profissionais, investigadores e estudantes nesta área de extrema importância para a agricultura e economia portuguesa.

Em 1990, a Zootecnia em Portugal ganhava vida com a realização do 3º Encontro de Zootecnia na Universidade dos Açores. Hoje, 33 anos depois, a APEZ celebrou com orgulho a 23ª edição do Congresso Nacional de Zootecnia, retornando ao mesmo arquipélago que já havia sido palco dos congressos em 1990, 1995, 1998, 2004 e 2008, com destaque para a edição de 2008 organizada em São Miguel. Após um intervalo de 15 anos, o ZOOTEC voltou a ser realizado no extraordinário arquipélago dos Açores, regressando à Ilha Terceira.

Os Congressos Nacionais de Zootecnia são a reunião técnico-científica de referência da Zootecnia Nacional, proporcionando um espaço de partilha e discussão das últimas novidades no campo da Zootecnia em Portugal e da investigação sobre o tema feito no nosso país. O sucesso deste ano foi notável, com um total de 106 trabalhos submetidos, entre os quais 71 em formato de poster e 35 comunicações orais. Além disso, o evento contou com a participação de 170 inscritos e 16 oradores convidados, promovendo assim a intensa partilha e discussão em torno dos temas mais atuais da Ciência Animal.

Durante o evento, foram realizadas diversas sessões e mesas redondas que abordaram temas essenciais na Zootecnia. As sessões incluíram as temáticas:

Sessão Inaugural – Zootecnia: para além da produção

Sessão I: Sistemas de produção: Eficiência, sustentabilidade e vulnerabilidade

Sessão II: Bem-Estar Animal

Sessão III: Genética, Ómicas e Melhoramento Animal

Mesa Redonda: Estratégias para uma produção animal sustentável

Sessão IV: Nutrição e Alimentação Animal

Sessão V: Tecnologia, Segurança Alimentar e Produtos de Valor Acrescentado

Sessão VI e Sessão VII: As Produções Zootécnicas

Mesa Redonda: O Papel do Profissional de Zootecnia na Atualidade

Além das sessões técnico-científicas, o evento ofereceu aos participantes a oportunidade de estar mais próximo da realidade Zootécnica Açoriana, em particular da Ilha Terceira, organizando três visitas técnicas no último dia do evento. As visitas foram a uma produção de Raça Autóctone Ramo Grande, à Quinta dos Talhões (produção da raça Aberdeen-Angus) e à empresa de lacticínios Quinta dos Açores. A organização reuniu à mesa os congressistas para degustarem as iguarias confeccionadas no Restaurante da Associação Agrícola Ilha Terceira, a quem agradecem.

Por fim, a APEZ teve a honra de anunciar os vencedores dos prémios APEZ 2023:

Prémio Joaquim Lima Pereira: Joaquim Moreira da Silva

Prémio Zootécnico do Ano: João José Santos

Prémio Melhor Aluno de 1º Ciclo: Catarina Madruga

Prémio Melhor Aluno de 2º Ciclo: Maria Leonor Nabeiro

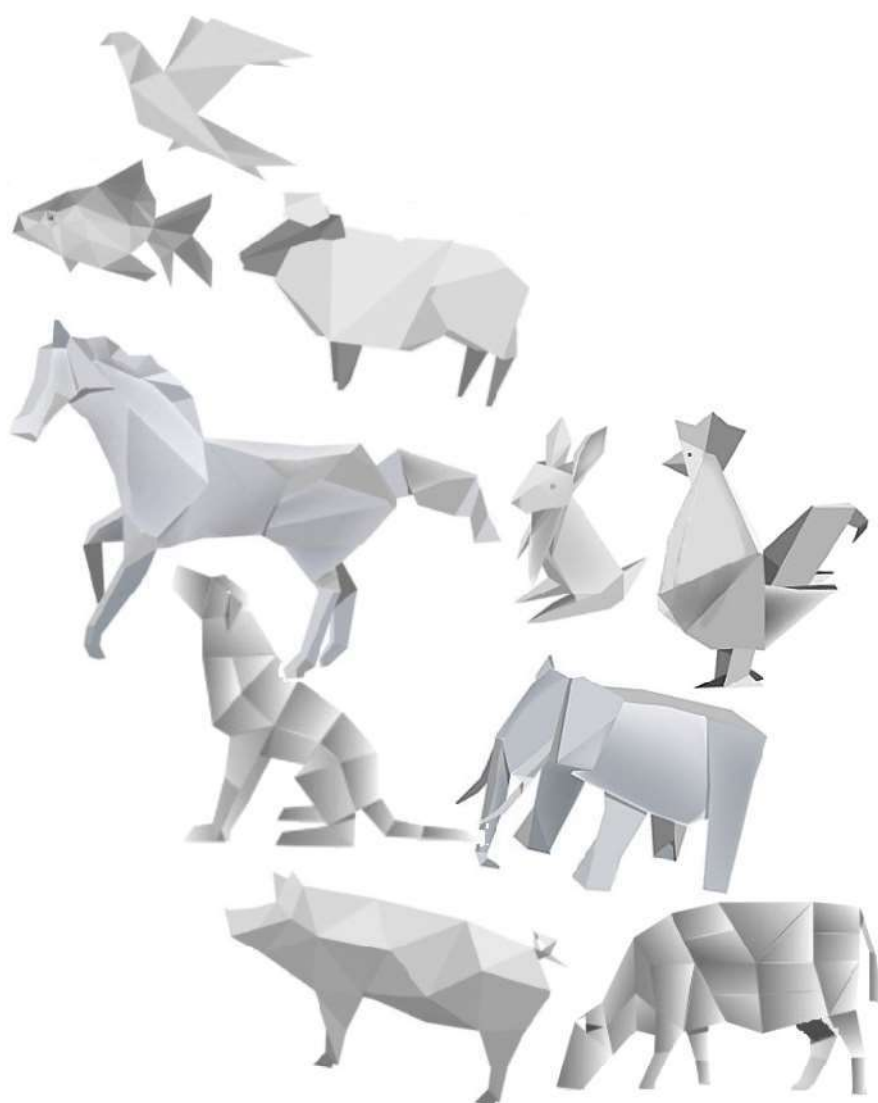
Estes prémios reconhecem o mérito e a dedicação excepcional dos premiados na Zootecnia e no âmbito da sua formação académica. A APEZ dá os caloroso Parabéns a todos os vencedores.

A organização agradece à Universidade dos Açores por acolher este evento e por todo o apoio logístico fornecido, bem como à Câmara Municipal de Angra do Heroísmo por apoiar esta organização. A Secretaria Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural também merece um especial agradecimento pelo apoio e incentivo a esta iniciativa. A comissão científica do evento trabalhou incansavelmente para criar um programa de excelência, abrangendo as áreas mais pertinentes e convidando os oradores mais adequados. A organização agradece, ainda, a todos os oradores e moderadores pela sua participação e disponibilidade na partilha do conhecimento. Este sucesso só foi possível graças aos patrocinadores que, ano após ano, evento após evento, têm mantido a confiança no trabalho da APEZ. A organização deixa, ainda, um agradecimento a todos os participantes. Finalmente, a comissão organizadora e os voluntários merecem um agradecimento especial, o seu empenho e dedicação garantem a continuidade dos ZOOTECS.

A APEZ espera que estes três dias tenham sido produtivos e valiosos para o setor da Zootecnia e seus profissionais. Finalmente, a APEZ agradece a oportunidade de continuar a trabalhar em prol dos Zootécnicos e da Zootecnia e espera ver-vos em breve no próximo ZOOTECS.

Obrigado!

APEZ



COMPARAÇÃO ENTRE A ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) E MÉTODOS ANALÍTICOS CONVENCIONAIS NA AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE PASTAGENS

Cristiana Sofia Alves Mesquita Rodrigues Maduro Dias, Hélder Patrício Barcelos
Nunes, Alfredo Emílio Silveira de Borba

Universidade dos Açores, FCAA, Instituto de Investigação e Tecnologias Agrárias e do Ambiente, Rua Capitão João d'Ávila, 9700-042 Angra do Heroísmo, Açores, Portugal.

Autor correspondente: cristianarodrigues@gmail.com

Resumo

A produção animal é o principal impulsionador económico dos Açores. Dado o impacto significativo da nutrição no desempenho dos animais e tendo em conta o contexto de uma área agrícola limitada no arquipélago, é essencial otimizar a qualidade, quantidade e disponibilidade das forragens utilizadas, a fim de enfrentar com sucesso os desafios cada vez mais competitivos num mercado globalizado. É neste contexto que surge a espectroscopia NIR como técnica que pode ser aplicada de forma rápida e não destrutiva no local, em contraste com os métodos tradicionais que exigem análises demoradas e dispendiosas em laboratório. Este trabalho teve como objetivo aferir o potencial da espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) previamente calibrado comparando a sua capacidade preditiva com os resultados obtidos pelos métodos convencionais na quantificação de vários parâmetros de qualidade, química e biológica de pastagens no contexto agroclimático específico dos Açores. Foram recolhidas 100 amostras de pastagens provenientes da ilha Terceira. Todas as amostras foram analisadas utilizando tanto o NIRS como recorrendo aos métodos tradicionais para medir matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (NDF), fibra insolúvel em detergente ácido (ADF), lenhina insolúvel em detergente ácido (ADL), extrato etéreo (EE), cinza bruta (CB), digestibilidade da matéria seca (DMS), digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e parâmetros relativos à produção de gás, nomeadamente parâmetros relativos à cinética da produção de gás. Foram alcançados resultados especialmente positivos na avaliação da proteína bruta (PB), da fibra insolúvel em detergente neutro

(NDF), da fibra insolúvel em detergente ácido (ADF) e da cinza bruta (CB), obtendo igualmente boas estimativas para a matéria seca (MS). No entanto, no que diz respeito aos parâmetros biológicos relacionados com a produção de gás, não foi possível obter resultados satisfatórios. A espectroscopia NIR permite uma monitorização mais próxima e oportuna da qualidade da pastagem.

Palavras-chave: otimização da dieta; nutrição animal; nutrição de ruminantes, espectroscopia NIR, pastagem.

Introdução

Os Açores, devido à sua dispersão geográfica e variações de altitude, oferecem condições agroclimáticas que possibilitam a exploração de diversos tipos de atividades agrícolas, com a pecuária sendo o motor econômico predominante na região, tanto historicamente como nos dias atuais (Maduro Dias et al., 2023).

No entanto, a condição ultraperiférica do arquipélago, situado a 1500 quilómetros de Lisboa e 3900 quilómetros da América do Norte, bem como a limitação de recursos, apresentam desafios para a busca de um aumento sustentável na produtividade que possa atender a um mercado globalizado e cada vez mais exigente. Nesse contexto, a resposta deve envolver a otimização dos recursos disponíveis e a valorização das características únicas do território (Borba, 1992).

As forragens, tanto verdes como conservadas, formam a base dos sistemas de produção de ruminantes no mundo (Rezaei et al., 2015, Tufan, 2016). Isso é especialmente evidente nos Açores, onde as pastagens são a principal fonte de alimento para os animais, incluindo vacas leiteiras, e desempenham um papel histórico na pecuária da região (Melo et al., 2014).

As pastagens dos Açores, localizadas em altitudes variadas, são influenciadas por condições climáticas como ventos, precipitação e temperaturas baixas, resultando em um período de maior produção de erva na primavera e períodos de escassez durante o verão e inverno (Borba et al., 2015). Mais recentemente, por forma a responder a elevadas exigências de encabeçamento, as pastagens de gestão intensiva localizadas a baixa altitude (< 200 m) são tipicamente sementeas com azevém perene (*Lolium perenne*) e trevo branco (*Trifolium repens*), embora também se possa encontrar azevém anual

(*Lolium multiflorum*), trevo vermelho (*Trifolium pratense*), e azevém aveia (*Bromus, catharticus*) (Melo et al., 2014; Vicente, 2020). Em contraste, pastagens semi-naturais em altitudes médias e elevadas incluem uma variedade de espécies, como erva-mansa (*Holcus lanatus*), bem como *Poa trivialis* L., *Agrostis castellana* Boiss. et Reut., *Anthoxanthum odoratum* L., *Poa annua* L., *Trifolium repens* L., *Lotus pedunculatus* Cav., *Plantago lanceolata* L., *Juncus effusus* L., *Rumex* spp (Vicente, 2020). Estas pastagens desempenham um papel crítico na dieta do gado açoriano, e, portanto, a monitorização da qualidade das forragens, sejam pastagens ou silagens, torna-se, assim, um veículo importante para a gestão dos pastos e o desenho de dietas que permitam maximizar o bem-estar, longevidade, e desempenho dos animais (Dale et al., 2013).

Até 1860, a avaliação do valor nutritivo de um alimento era baseada no conceito de equivalente-feno, um método subjetivo que usava como referência um feno padrão (Van Soest, 1994). Em 1865, Wilhelm Henneberg e Friedrich Stohmann definiram um sistema químico de análise, que permitia quantificar de forma mais sistemática o valor nutricional dos alimentos, sistema esse que ficou conhecido por Sistema de Weende (Van Soest, 1994). Este sistema tem vindo a ser complementado e aprimorado, com saltos qualitativos importantes a acontecer um século depois, quando, na década de 1960, Peter van Soest propôs uma abordagem alternativa baseada num sistema de soluções detergentes para análise de alimentos, e Tilley e Terry apresentaram métodos *in vitro* para determinar parâmetros biológicos relacionados com a digestibilidade dos alimentos. Ainda assim, todos estes desenvolvimentos dependem de análises laboratoriais que tendem a ser pouco práticas, morosas, caras, e com possível impacto negativo no meio ambiente, pelos químicos de que dependem. Torna-se, assim, difícil de montar um sistema de monitorização de qualidade que ofereça resultados de forma regular, atempada, e com custos comportáveis (Bruno-Soares et al., 1998).

Foi neste contexto, que espectroscopia do Infravermelho Próximo (NIR) tem emergido como uma ferramenta instrumental associada a métodos quimiométricos, desempenhando um papel crucial na obtenção de estimativas rápidas e precisas de diversos parâmetros alimentares (Reich, 2005). Esta para além de ser uma técnica de análise *in situ*, universal, permitindo a análise de múltiplos parâmetros em minutos, em comparação com as semanas exigidas por métodos convencionais, é uma técnica não destrutiva, que não utiliza reagentes químicos e de fácil utilização, já que existe flexibilidade na maneira como a amostra é colocada no aparelho (Williams et al., 2019) que permite tanto

avaliações qualitativas (para identificação) como quantitativas (para doseamento) (Siesler et al., 2008).

Atualmente, a técnica NIR é amplamente reconhecida como uma ferramenta inestimável na determinação da composição química de uma ampla gama de forragens (Barber et al., 1990; Park et al., 1998), desde que a calibração obedeça a alguns critérios e seja realizada com amostras de zona agroclimática comparável.

O propósito fundamental deste estudo reside na avaliação da viabilidade e eficácia da espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIR) na previsão de diversos parâmetros químicos e biológicos de pastagens, com especial enfoque na realidade específica da região dos Açores. O objetivo central consiste em comparar os resultados obtidos por meio da espectroscopia NIR com aqueles derivados de métodos convencionais, com a finalidade de elucidar a concordância e divergência entre essas abordagens analíticas. A análise pretende oferecer uma compreensão mais profunda sobre a efetividade da espectroscopia NIR em ambientes específicos, como os Açores, considerando suas particularidades e desafios inerentes.

Material e Métodos

Foram colhidas amostras de pastagens entre Novembro de 2022 e Março de 2023, na Ilha Terceira, localizada no arquipélago dos Açores. Cada amostra de pastagem foi composta por 1 kg de material forrageiro, obtido em diversos pontos da pastagem, a fim de garantir sua representatividade em relação a toda a extensão da área de pastagem. As amostras foram obtidas em locais diversos da ilha e em diferentes altitudes, totalizando 100 amostras de pastagens, que foram testadas tanto pelos métodos convencionais como pela espectroscopia NIR.

Métodos Convencionais

Depois de colhidas as amostras foram secas a 65°C em estufa com circulação de ar forçado até peso constante. Em seguida, foram moídas num moinho Retsch com crivo de 1mm.

Para a caracterização analítica, foi utilizado o esquema de Weende (A.O.A.C., 1990) para determinar a MS (Matéria Seca, método 930.15), a CB (cinza bruta método 942,05), o EE (Extrato Etéreo método 920.39), e a proteína bruta (método 954.01), pelo método

Kjeldahl. NDF (Fibra em Detergente Neutro), ADF (Fibra em Detergente Ácido), e ADL (Lenhina em Detergente Ácido), foram aferidos pelos métodos propostos por Goering e Van Soest (1970). Tanto o NDF como o ADF foram expressos sem cinzas residuais.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DMS) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DMO) foram medidas de acordo com o método de Tilley e Terry (1963), modificado por Alexander e McGowan (1966).

A produção de gás foi determinada segundo Menke e Steingass (1988). As constantes de produção de gás utilizadas foram baseadas no modelo de McDonald (1981) e ajustadas à curva da cinética da produção de gás de Ørskov e McDonald (1979):

$$y = a + b(1 - e(ct)) \quad (1)$$

Onde: y é a produção de gás no tempo t ; a é a produção de gás da fração imediatamente solúvel (ml 200/mgMS); b é a produção de gás da fração insolúvel (ml 200/mgMS); c é a constante de taxa de produção de gás para a fração insolúvel (ml/h) e t é o tempo de incubação (h).

Os parâmetros foram estimados usando o programa Neway (Rowett Research Institute, Aberdeen, UK).

O licor de rúmen utilizado nas determinações foi obtido, segundo Borba et al. (2001), no matadouro da Ilha Terceira, imediatamente após o abate de vacas saudáveis.

Método não destrutivo - espectroscopia NIR

Para avaliar a eficácia da espectroscopia NIR, as equações de calibração usadas foram previamente validadas e os resultados estão documentados no artigo de Maduro Dias et al., 2023, para referência.

Os espectros foram recolhidos usando um espectrofotómetro LabSpec Pro Portable da ASDinc. (Boulder, Colorado USA), com detector InGaAs, existente no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da Universidade dos Açores. Os espectros foram obtidos no intervalo entre os 450-2500nm e com 50 varrimentos por espectro, em modo de refletância.

As amostras foram colocadas em caixas de Petri e processadas pelo espectrómetro. Antes e depois de cada amostra ser processada, foi utilizada uma placa de cerâmica branca como referência.

Análise Estatística

Todos os dados são apresentados como média e foram analisados com o software SPSS versão 27.0. A significância estatística da diferença entre as distribuições

foi avaliada quanto à normalidade através do teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade da variância foi avaliada através do teste de Levene's. As propriedades químicas das amostras, pelos métodos convencional e NIR, foram comparadas por meio de um teste t pareado, com um nível de significância estabelecido para um intervalo de confiança de 95%.

Resultados

A Tabela 1 apresenta uma comparação dos resultados médios entre os métodos convencionais (Convencional) e a espectroscopia NIR (NIRS) para os diferentes parâmetros nutricionais.

É de notar, que nos métodos convencionais, os valores médios encontram-se próximos dos intervalos de referência e o coeficiente de variação sugere que as amostras de pastagens são heterogêneas.

Para os parâmetros MS (%), PB (%MS), NDF (%MS), ADF (%MS), CB (%MS), DMS (%), e DMO (%), as diferenças entre os métodos não são estatisticamente significativas (Valor-P > 0,05).

No caso de ADL (%MS) e EE (%MS), as diferenças entre os métodos são estatisticamente significativas (Valor-P < 0,05). A espectroscopia NIR apresenta valores médios mais baixos para ADL e valores médios mais altos para EE em comparação com os métodos convencionais.

A Tabela 2. Apresenta os resultados da produção de gás cumulativa e da cinética da reação, comparando as análises convencionais com as análises realizadas por espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIRS).

Na produção de gás, não foi possível obter previsões NIR que fossem validas, para praticamente todos os parâmetros, ou seja, o NIRS não foi capaz de fornecer previsões confiáveis.

Em relação ao tempo de 96 horas, houve uma diferença estatisticamente significativa (Valor-P < 0,05) entre os métodos Convencional e NIRS, com valores médios de 40,54 ml/0,2mgMS para o método Convencional e 36,78 ml/0,2mgMS para o método NIRS.

Discussão

A importância das forragens, predominantemente provenientes de pastagens, como fonte primordial de nutrientes para o gado ruminante é inquestionável (Rezaei et al., 2015, Molano et al., 2016). No entanto, a variabilidade extrema na composição e valor nutritivo das pastagens torna essencial compreender e conhecer seus valores nutricionais. Uma monitorização próxima da qualidade das forragens é crucial para desenvolver dietas que atendam às necessidades nutricionais, aprimorar a gestão dos pastos e minimizar custos e impactos ambientais negativos, otimizando os ganhos comerciais (Givens e Deaville, 1999; Hughes et al., 2012; Dumont et al., 2015; Lee, 2018).

Essa necessidade de conhecimento motivou o desenvolvimento ao longo do tempo de métodos de análises químicas que ofereçam informações sobre os constituintes químicos das pastagens, proporcionando indicadores sobre suas qualidades e lacunas. Embora os métodos convencionais sejam os mais precisos, conhecidos para a obtenção de certos parâmetros, apresentam desvantagens como morosidade, custo, necessidade de laboratório, segurança e impacto ambiental (Wang et al., 2016).

Nas últimas décadas, a espectroscopia NIR emergiu como uma ferramenta essencial, capaz de medir diversos parâmetros em minutos, sendo menos dependente de trabalhos laboratoriais especializados e permitindo um acompanhamento detalhado dos fatores que afetam a produção agrícola (Jespersen e Munck, 2009). Além disso, sua aplicação fora das restrições do laboratório possibilita a obtenção de informações imediatas no local, permitindo decisões mais oportunas e informadas (Modronho et al., 2017).

Ao analisar os resultados obtidos pelos métodos convencionais, destacam-se médias e coeficientes de variação (Tabela 1) para MS 12,41% (23,53%), CP 22,68%MS (16,98%), NDF 60,69%MS (7,04%), ADF 28,18%MS (8,94%), ADL 3,49%MS (18,34%), EE, 2,96%MS (15,88%), CB 13,59%MS (13,47%), DMS 70,29% (110,81%) e DMO 60,05% (16,82). Essas variações observadas podem resultar da variabilidade dos componentes das pastagens, fatores climáticos, manejo, tipo de solo, entre outros (Hopkins, 2000). Esses valores médios assemelham-se aos encontrados por Demanet et al. (2015), Keim et al. (2014), e Lobos et al. (2019), indicando uma consistência nas análises.

Estabelecer uma base de dados de referência sólida é crucial, para a análise de forragens, especialmente em pastagens, por meio da espectroscopia NIRS. A atualização anual dessas informações é indispensável para garantir medições confiáveis, considerando a variação sazonal. A disponibilidade de curvas de calibração abrangentes, específicas para o tipo de amostra, é imperativa para garantir a precisão nas análises (Maduro Dias et al., 2023).

O desenvolvimento de curvas de calibração robustas é um desafio complexo, conforme evidenciado por Yang e Mouazen, 2012. Neste trabalho, utilizaram-se as curvas de calibração delineadas por Maduro Dias et al., 2023, que demonstrou a aplicação precisa desta técnica a forragens dos Açores para prever parâmetros essenciais.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos convencionais e a espectroscopia NIR para a PB, NDF, ADF, CB e MS, o que indica a utilidade da espectroscopia NIR na análise destes parâmetros (Soldado et al., 2013). Em contraponto, foram encontradas diferenças significativas, para o ADL, EE, DMS e DMO. Essas disparidades podem ser atribuídas à robustez das equações de calibração geradas para esses parâmetros específicos (Cozzolino et al., 2006). A variação nas propriedades físicas e químicas das amostras, bem como fatores intrínsecos à complexidade desses parâmetros, pode ter influenciado a precisão das equações de calibração, resultando em diferenças nas estimativas obtidas pela espectroscopia NIR em comparação com os métodos convencionais (Ozaki et al., 2020).

Essa discrepância ressalta a importância de uma abordagem cautelosa na criação e validação de curvas de calibração, especialmente para parâmetros biológicos complexos como ADL, EE, DMS e DMO. A necessidade de aprimorar a robustez das equações de calibração para esses parâmetros específicos é crucial para garantir uma análise precisa e

confiável por meio da espectroscopia NIR, reforçando assim a confiabilidade dessa técnica na análise nutricional de forragens (Ozaki et al., 2020).

No contexto da análise da produção de gás *in vitro*, que reflete a extensão da fermentação e digestibilidade de forragens (Getachew et al., 1998) e é diretamente proporcional à taxa de degradação do substrato (Dhanoa et al., 2000), os métodos convencionais revelaram resultados notáveis. A constante *a* da cinética da reação obteve em média -4,23ml/0,2gMS. Um *a* positivo é indicador de que o componente se começou a degradar rapidamente, enquanto que um valor negativo indica que houve uma fase inicial em que não aconteceu degradação das paredes celulares, chamada de fase lag. (Chesson e Forsberg, 1988), tendo este sido o comportamento observado para a esmagadora maioria das amostras, a constante *b* da cinética da reação, por sua vez, obteve o resultado médio de 47,88 ml/0,2gMS e a constante *c* da cinética da reação, constata-se que foi de 0,0246ml/h, resultados muito semelhantes aos encontrados por Deaville e Givens, 1998. Já o Lag T, indicador do tempo até o início da produção de gás, teve uma média de 3,8 horas, alinhando-se com as expectativas dadas as observações para a, resultados consistentes com estudos anteriores (Herrero et al., 1996).

No âmbito da avaliação da produção de gás *in vitro*, fundamental para compreender a fermentação e a digestibilidade de forragens, a aplicação da espectroscopia NIR revelou, na sua maioria, limitações notáveis na previsão dos parâmetros associados. Exceção feita à produção cumulativa de gás às 96 horas, a qual, embora prevista, demonstrou diferenças significativas em relação aos valores obtidos pelos métodos convencionais. Este cenário ressalta as limitações intrínsecas da técnica, especialmente quando se considera a complexidade das amostras e dos próprios parâmetros avaliados.

Os resultados indicam que as capacidades preditivas dos parâmetros biológicos, em contraste com os químicos, corroboram as limitações das equações de calibração, previamente descritas no estudo de Maduro Dias et al., 2023. Portanto, ao empregar a técnica de NIRS em estudos semelhantes, torna-se imperativo reconhecer suas limitações intrínsecas e a necessidade de calibrações específicas para parâmetros complexos (Cozzolino et al., 2006), como aqueles associados à produção de gás em amostras de pastagens. Este reconhecimento contribui para uma interpretação mais precisa dos dados, enfatizando a necessidade de abordagens personalizadas e adaptações específicas ao investigar aspetos mais complexos (Alomar et al., 2009).

Conclusão

A espectroscopia NIR destaca-se como uma ferramenta valiosa na análise de forragens, oferecendo benefícios notáveis, como rapidez, consistência e baixo custo.

Os resultados da análise na zona agroclimática dos Açores atestam a viabilidade da implementação da espectroscopia NIR, evidenciando um desempenho satisfatório em parâmetros químicos essenciais, como MS, PB, NDF, ADF e CB. No entanto, a contrastante performance em relação ao ADL, EE, DMS, DMO e parâmetros vinculados à produção de gás revela limitações específicas da espectroscopia NIR nestes domínios, enfatizando a necessidade de abordagens específicas.

Os resultados obtidos destacam a extrema importância da confiabilidade das equações de calibração durante a aplicação da espectroscopia NIR, particularmente em relação a parâmetros mais desafiadores. A robustez das equações de calibração emerge como um fator de extrema importância, evidenciado pela consistência dos resultados.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Projeto INV2MAC (Potencial aproveitamento de biomassa generada a partir de especies vegetales invasoras de la Macaronesia para uso industrial, MAC2/4.6a/229) e foi aprovado na primeira convocatória do programa de cooperação territorial MAC para fundos FEDER e da Direção Regional de Ciência e Tecnologia da Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia dos Açores.

Referencias

A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists, 1999. Official Methods of Analysis. 12Th ed. Washington, DC.

Alexander, R.H., McGowan, M., 1966. The routine determination of in vitro digestibility of organic matter in forages. An investigation of the problems associated with continuous large-scale operation. Journal British Grassland Society, 21, 140-147.

Alomar, D.; Fuchslocher, R.; Cuevas, J.; Mar-Dones, R.; Cuevas, E. Prediction of the composition of fresh pastures by near infrared reflectance or interactance-reflectance spectroscopy. *Chil. J. Agric. Res.* 2009, 69, 198–206

Barber, G. D., Givens, D. I., Krisdis, M. S., Offer, N. W., Murray, I., 1990. Prediction of the organic matter digestibility of grass silage. *Animal Feed Science and Technology*, 28, 115-128.

Borba, A., 1992. Estudo do Valor Nutritivo e da qualidade da Proteína de algumas forragens Açorianas. Tese de Doutoramento, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Portugal.

Borba, A.E.S., Correia, Pedro, J.A., Fernandes, J.M.M., Borba, A.F.R.S., 2001. Comparison of three sources of inocula for predicting apparent digestibility of ruminant feedstuffs. *Animal Research*, 50, 265-273.

Borba J.P.R., Maduro Dias C.S.A.M., Rosa H.J.D., Vouzela C.F.M., Rego O.A., Borba A.E.S. 2015. Nutritional valorization of ginger lily forage (*Hedychium gardnerianum*, Sheppard ex Ker-Gawl) for animal feeding: treatment with urea. *African Journal Agriculture Research*, 10, 4606–4615.

Bruno-Soares, A. M., Murray, I., Paterson, R. M., Abreu, J. M. F., 1998. Use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for the prediction of chemical composition and nutritional attributes of green crop cereals. *Animal Feed Science and Technology*, 75, 15-25.

Chesson, A.; Forsberg, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In *The Rumen Microbial Ecosystem*; Hobson, P.N., Ed.; Elsevier Applied Science: London, UK, 1988; pp. 251–284.

Cozzolino, D.; Fassio, A.; Fernández, E.; Restaino, E.; La Manna, A. Measurement of chemical composition in wet whole maize silage by visible and near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology*. 2006, 129, 329–336.

Dale, L. M., Thewis, A., Boudry, C., Rotar, I., Pacurar, S. F., Abbas, Q., Dardenne, P., Baeten, V., Pfister, J., 2013. Discrimination of grassland species and their classification in botanical families by laboratory scale NIR hyperspectral imaging: preliminary results. *Talanta*, 116, 149-154.

Deaville, E.R.; Givens, D.I. Regions of normalized near infrared reflectance difference spectra related to the rumen degradation of fresh grass, grass silage and maize silage. *Animal Feed Science and Technology* 1998, 72, 41–51.

Demagnet, R., M.L. Mora, M.Á. Herrera, H. Miranda, and J.M. Barea. 2015. Seasonal variation of the productivity and quality of permanent pastures in Andisols of temperate regions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 15:111–128.

Dhanao, M. S., Lopez, S., Dijkstra, J., Davies, D. R., Sanderson, R., Williams, B. A., France, J., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: comparison of models. *British Journal of Nutrition*, 83(2), 131-142.

Dumont, B., Andueza, D., Niderkorn, V., Lüscher, A., Porqueddu, C., Picon-Cochard, C., 2015. A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: Specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass Forage Science* 70:239–254.

Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H.P.S., Becker, K., 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science Technology*, 72: 261-281.

Givens, D. I., Deaville, E. R., 1999. The current and future role of near infrared reflectance spectroscopy in animal nutrition: A review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50, 1131-45.

Goering, H. K., Van Soest, P. J., 1970. Forage fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures, and some Applications). *Agriculture Handbook 379*, ARS, USDA, Washington DC, United States of America.

Herrero, M., Murray, I., Fawcett, R. H., Dent, J. B., 1996. Prediction of in vitro gas production of Kikuyu grass by near-infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology*, 60: 51-67.

Hopkins, A., 2000. *Grass: Its Production and Utilization*. Blackwell Science Ltd, Oxford, United Kingdom.

Hughes, M.P., Jennings, P.G.A., Mlambo, V., Lallo, C.H.O., 2012. Effect of season and harvesting method on chemical composition, predicted metabolizable energy and in vitro

organic matter digestibility of rotationally grazed tropical pastures. *Journal Animal Feed Research*, 2: 405–417.

Jespersen, B. M., Munck, L., 2009. *Cereals and Cereal Products* In: Sun, D., (Eds), *Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis and Control*. Academic Press, United States of America.

Keim, J.P., I.F. López, and O.A. Balocchi. 2014. Sward herbage accumulation and nutritive value as affected by pasture renovation strategy. *Grass and Forage Science* 70:283–295.

Lee, M.A., 2018. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. *Journal Plant Research* 131:641–654.

Lobos, I., Moscoso, C.J., Pavez, P., 2019. Calibration models for the nutritional quality of fresh pastures by near- infrared reflectance spectroscopy. *Ciencia e Intestigação Agraria* 46 (3)234-242.

Maduro Dias, C.; Nunes, H.; Borba, A. Near-Infrared Spectroscopy Integration in the Regular Monitorization of Pasture Nutritional Properties and Gas Production. *Agriculture* 2023, 13, 1398.

McDonald, P., 1981. *The Biochemistry of silage*. John Wiley and sons, Ltd., Chichester, United Kingdom.

Melo C.D, Walker C, Rodríguez-Echeverría S, Borges P.A.V, Freitas H., 2014. Species composition of arbuscular mycorrhizal fungi differ in semi-natural and intensively managed pastures in an isolated oceanic island (Terceira, Azores). *Symbiosis*, 64,73-85.

Menke, K.H., Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Developed*, 28, 7-55.

Modrono S., Soldado A., Martínez-Fernández A., de la Roza-Delgado B., 2017. Handheld NIRS sensors for routine compound feed quality control: real time analysis and field monitoring.

Molano, M.L., Cortés, M.L., Ávila, P., Martens, S.D., Muñoz, L.S., 2016. Ecuaciones de calibración en espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para

predicción de parámetros nutritivos en forrajes tropicales. *Tropical Grasslands- Forrajes Tropicales*, 4,3, 139-145.

Ørskov, E.R., McDonald, P., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. *Journal Agricultural Science*, 92, 499-503.

Ozaki, Y., Huck, C., Tsuchikawa, S., Engelsen, S., B., 2020. *Near-Infrared Spectroscopy: Theory, Spectral Analysis, Instrumentation, and Applications*. Springer Nature Singapore, Singapore.

Park, R. S., Agnew, R. E., Gordon, F. J., Steen, R. W. J., 1998. The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) on undried samples of grass silage to predict chemical composition and digestibility parameters. *Animal Feed Science Technology*, 72,155-167.

Reich, G., 2005. Near-infrared spectroscopy and imaging: basic principles and pharmaceutical applications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 7, 1109-1143.

Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Zahedifah, M. e Fazaeli, H., 2015. Effects of dietary substitution of maize silage by amaranth silage on feed intake, digestibility, microbial nitrogen, blood parameters, milk production and nitrogen retention in lactation Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 202:32-41

Siesler, H. W., Ozaki, Y., Kawata, S., Heise, M., 2008. *Near-Infrared Spectroscopy: Principles, Instruments, Applications*. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.

Soldado, A., Fearn, T., Martínez-Fernández, A., De La Roza-Delgado, B., 2013. The Transfer of NIR Calibrations for undried grass silage from the laboratory to on-site instruments: comparison of two approaches. *Talanta*, 105, 8-14.

Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science* 18, 104-111.

Tufan, T., Arslan, C., Önk, K., Sari, M., Tilki, M., 2016: Effects of feeding by hay, grass silage and corn silage on growth performance, rumen fluid and blood serum parameters in beef cattle. *Revue Médecine Vétérinaire*, 167, 99-105.

Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of Rumen*. Cornell University Press, Ithaca, New York, United States of America.

Vicente, J. 2020. Caracterização das Explorações Agro-pecuárias em São Miguel, Açores. Tese Mestrado, Escola Superior Agrária, Angra do Heroísmo, Portugal

Wang, M., Wang, R., Tang, S.X., Tan, Z.L., Zhou, C.S., Han, X.F., Kang, J. H., 2016. Comparisons of manual and automated incubation systems: Effects of venting procedures on in vitro ruminal fermentation. *Livestock Science*, 184, 41- 45.

Williams, P., Antoniszyn, J., Manley, M., 2019. Near Infrared Technology: Getting the best out of light. African Sun Media, South Africa.

Yang, H., Mouazen, A. M., 2012. Vis/Near- and Mid- Infrared Spectroscopy for Predicting Soil N and C at a Farm Scale. *Infrared Spectroscopy - Life and Biomedical Sciences*, 12, .185-210.

Tabela 1. Comparação dos resultados médios entre os métodos convencionais e a espectroscopia NIR dos diferentes parâmetros estudados das pastagens.

		Convencional	NIRS	Valor-P
MS(%)	Med	12,41	12,53	0,641
	SEM	0,29	0,4	
	CV(%)	23,53	31,13	
PB(%MS)	Med	22,68	22,74	0,400
	SEM	0,28	0,29	
	CV(%)	16,98	17,11	
NDF(%MS)	Med	60,69	60,88	0,346
	SEM	0,43	0,46	
	CV(%)	7,04	7,62	
ADF(%MS)	Med	28,18	28,00	1,000
	SEM	0,25	0,29	
	CV(%)	8,94	11,29	
ADL(%MS)	Med	3,49	2,27	<0,001
	SEM	0,06	0,19	
	CV(%)	18,34	31,28	
EE(%MS)	Med	2,96	3,28	<0,05
	SEM	0,05	0,07	
	CV(%)	15,88	27,13	
CB(%MS)	Med	13,59	13,6	0,897
	SEM	0,18	0,22	
	CV(%)	13,47	16,18	
DMS(%)	Med	70,29	69,24	<0,05
	SEM	0,77	0,8	
	CV(%)	10,81	11,42	
DMO(%)	Med	60,05	58,10	<0,05
	SEM	1,02	1,29	
	CV(%)	16,82	17,42	

Tabela 2. Comparação dos resultados médios entre os métodos convencionais e a espectroscopia NIR dos diferentes parâmetros da produção de gás e cinética da reação para as pastagens.

		Produção de Gás (ml/0,2mgMS)		
		Convencional	NIRS	Valor-P
4(h)	Med	0,25		-
	SEM	0,11	S.P.	
	CV(%)	30,49		
8(h)	Med	4,08		-
	SEM	0,18	S.P.	
	CV(%)	31,61		
12(h)	Med	7,52		-
	SEM	0,28	S.P.	
	CV(%)	25,04		
24(h)	Med	15,8		-
	SEM	0,5	S.P.	
	CV(%)	18,82		
48(h)	Med	26,3		-
	SEM	0,48	S.P.	
	CV(%)	10,81		
72(h)	Med	32,18		-
	SEM	0,3	S.P.	
	CV(%)	15,23		
96(h)	Med	40,54	36,78	<0,05
	SEM	0,22	0,34	
	CV(%)	13,84	15,25	
		Cinética da Reação		
		Convencional	NIRS	Valor-P
a(ml/0,2gMS)	Med	-4,23		-
	SEM	0,2	S.P.	
	CV(%)	6,15		
b(ml/0,2gMS)	Med	47,88		-
	SEM	0,92	S.P.	
	CV(%)	19,14		
c(ml/h)	Med	0,0246		-
	SEM	0,001	S.P.	
	CV(%)	11,73		
Tlag(h)	Med	3,8		-
	SEM	0,11	S.P.	
	CV(%)	10,76		

S.P. Sem previsão NIR

CONTROLO DE SALMONELAS NO SETOR AVÍCOLA IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA

PATRÍCIA SIMÃO^{1*}, Cláudia Moedas², Verónica Ribeiro¹

¹Escola Superior Agrária de Santarém. Quinta do Galinheiro. Apart. 310. 2001-904 Santarém, IPSantarém
- PORTUGAL;

² Direção de Serviços de Alimentação e Veterinária de Lisboa e Vale do Tejo (DSAVRLVT). CNEMA –
Quinta das Cegonhas, 2000-478 Santarém - PORTUGAL.

*Autor Correspondente: patriciamurtinheirasimao@gmail.com

Resumo

As salmonelas são uma causa importante de surtos zoonóticos na União Europeia (UE), a maioria associada ao consumo de carne de aves e ovos. Portugal, em coadunação às orientações comunitárias implementa os Programas Nacionais de Controlo de Salmonelas (PNCS) com o objetivo de reduzir a prevalência de salmonelas no setor avícola e promover assim a segurança alimentar. Este estudo pretendeu identificar o impacto dos PNCS na saúde pública da Região de Lisboa e Vale do Tejo (RLVT) no período de 2015 a 2019 através da análise estatística dos dados disponibilizados pela Direção de Serviços de Alimentação e Veterinária da Região de Lisboa e Vale do Tejo (DSAV-RLVT) relativamente aos casos de salmonelas notificados ao abrigo dos PNCS e de salmonelose humana publicados pelo Centro Europeu de Controlo de Doenças em 2021. Ao abrigo dos programas verificou-se uma evolução decrescente com uma média de notificações de salmonelas relevantes para a saúde animal e humana de 9,2/ano um valor residual que permitiu o cumprimento dos indicadores exigidos a nível comunitário. As notificações de salmonelose seguiram a mesma tendência um indicador da eficiência dos programas para o período analisado. Apesar de Portugal ter uma baixa incidência desta zoonose comparativamente a outros países da UE, registou em 2019, um crescimento de 43%, o valor mais elevado dos estados-membro, o que poderá estar relacionado com o agravamento de determinantes de saúde como a vulnerabilidade socioeconómica, precariedade habitacional, ou o aumento do consumo de ovos de produção doméstica. Para responder aos desafios de um mundo cada vez mais globalizado é imperioso a operacionalização de uma sinergia colaborativa multidisciplinar entre a tríade: saúde

animal, saúde humana e saúde ambiental: uma abordagem *One Health*. Neste emergente paradigma os profissionais de zootecnia têm um contributo inquestionável, pois detêm o conhecimento científico e o posicionamento privilegiado na fileira de produção.

Palavras-chave: zoonoses, avicultura, segurança alimentar, *One Health*

Introdução

Estão estabelecidas a nível europeu e nacional metas de redução de prevalência de salmonelas em populações de aves tendo em consideração o elevado impacto sanitário, no bem-estar animal, nas perdas económicas para os produtores e consequências para a Saúde Pública. A realização deste estudo pretende ser um contributo para as diferentes áreas de conhecimento: a saúde animal, a saúde humana, o ambiente e a preponderância do papel das instituições oficiais envolvidas no controlo de salmonelas, nomeadamente a DGAV através da implementação dos PNCS. O objetivo geral será identificar o impacto na saúde pública dos Programas Nacionais de Controlo de Salmonelas (PNCS) na Região de Lisboa e Vale do Tejo no período de 2015 a 2019. Será expectável e desejável que os programas, oficialmente reconhecidos e instituídos, tenham impacto na redução dos casos de salmonelas no setor avícola constituindo-se um promotor da segurança alimentar e consequente promotor da Saúde Pública.

***Segurança Alimentar.* A Organização Mundial de Saúde estima que cerca de 550 milhões de pessoas possam adoecer anualmente por ingestão de doses infantantes de microorganismos patogénicos ou pela presença de toxinas nos alimentos.**

A expansão dos mercados de consumo, a globalização económica, alterações dos hábitos alimentares e aumento do consumo de alimentos industrializados alteraram o perfil epidemiológico de doenças transmitidas pelos alimentos. Esta realidade tem exigido estratégias de controlo que garantam a comercialização de alimentos seguros no mercado e que promovam a economia internacional. Para minimizar a contaminação e reduzir a transmissão de *Salmonella sp* (desde a produção primária ao consumidor final) é essencial uma vigilância integrada, assim como a colaboração e *empowerment* de todos os *stakeholders*. A implementação de medidas de prevenção, monitorização e avaliação contínua de todas as fases de produção, transformação e retalho nas quais as parcerias

com as instituições oficiais, assumem um papel crucial na promoção da segurança alimentar. A cadeia de abastecimento agroalimentar da UE garante a segurança alimentar de mais de 400 milhões de cidadãos e é um importante setor económico. Em maio de 2020, a Comissão Europeia apresentou a estratégia “*Do prado ao prato*” (Parlamento Europeu, 2021) como uma das ações principais do Pacto Ecológico Europeu que visa a transição do atual sistema alimentar da UE para um modelo sustentável, tendo a segurança alimentar como prioridade.

Setor avícola em Portugal. A produção de carne de aves em Portugal tem registado um crescimento considerável, acompanhando a tendência a nível mundial. De 2000 a 2017 a produção cresceu cerca de 33%, um valor expressivo, que reflete o bom desempenho do setor (GPP, 2020). As estatísticas agrícolas publicadas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2021, confirmam este crescimento tendo a produção de carne de animais de capoeira registado um aumento global de 1,3%/ano, com 398 mil toneladas produzidas no país, cerca de 19% do valor de produção animal. Em 2018 o consumo *per capita* para este tipo de carne registou o maior valor de sempre: 42,8 Kg/pessoa/ ano (GPP, 2020). A região centro concentra cerca de 75% da produção nacional, 90% da qual são galináceos. É um dos poucos setores com um grau de aprovisionamento autossuficiente, o que é revelador do bom desempenho do setor (GPP, 2020). Esta vitalidade está, essencialmente, relacionada com o aumento da procura promovida por alterações de hábitos de consumo e/ou por crises sanitárias que condicionaram a produção de carne de outros tipos de animais. Outro aspeto que tem contribuído para este desempenho deve-se ao facto de ser um setor liderado por grupos económicos altamente especializados que integram um conjunto de empresas (de produção de alimentos compostos, estruturas de abate de transformação, de comercialização, ...) visando ganhos de competitividade, eficácia e eficiência. A tendência é a de reestruturação das empresas de produção no sentido da intensificação, em detrimento das mais pequenas e menos competitivas.

A avicultura é o setor de produção animal nacional com maior volume de exportações extracomunitário, sobretudo de ovos de incubação. Apesar da crescente robustez exportadora, a balança comercial continua negativa, sobretudo à importação de peru em maior escala, e de peças nobres que possuem valor mais elevado.

Salmonelas no setor avícola. A salmonelose em aves é uma condição relativamente comum, especialmente em infraestruturas de produção avícola intensiva. A sua alta transmissibilidade deve-se à sua elevada capacidade de sobrevivência fora do hospedeiro, podendo permanecer viável no material fecal por longos períodos. Ovos infetados que sejam incubados, provocam um decréscimo de índices reprodutivos, produtivos e são fontes de disseminação da bactéria. Os custos associados à aplicação de medidas de biossegurança são muito menores do que os decorrentes da deteção e controlo de agentes infecciosos numa exploração, que têm um elevado impacto social, económico e ambiental, devido à elevada mortalidade, aos bloqueios comerciais e a possíveis abates sanitários. Existe um inerente impacto socioeconómico pelas perdas diretas (custo da morbilidade e custo da diminuição da produção) e as perdas indiretas (por possíveis entraves ao livre comércio e repercussão na opinião pública).

Programas Nacionais de Controlo de Salmonelas. A implementação de programas nacionais e europeus de controlo de salmonelas têm promovido uma sinergia colaborativa e multidisciplinar. Este novo paradigma investe numa abordagem estrategicamente direcionada para a prevenção, deteção e capacitação de respostas eficazes e eficientes no controlo deste agente zoonótico. O Regulamento (CE) N.º 2160/2003 estabelece a obrigatoriedade de adotar medidas apropriadas e eficazes para detetar e controlar a presença de salmonelas em todas as etapas da produção com o objetivo de diminuir a sua prevalência e o risco para a saúde pública. Portugal implementa desde 2006 os Programas Nacionais de Controlo de Salmonelas, tendo como objetivos major a redução da prevalência de salmonelas em aves e nos alimentos, assim como a criação de dados epidemiológicos que permitam definir estratégias adequadas de intervenção a nível nacional e comunitário. Os programas foram implementados de forma gradual em parceria com o setor, sendo que atualmente se encontram em execução:

- Programa Nacional de Controlo de Salmonelas em bandos de reprodução *Gallus gallus*;
- Programa Nacional de Controlo de Salmonelas em bandos de galinhas poedeiras *Gallus gallus*
- Programa Nacional de Controlo de Salmonelas em bandos de frango *Gallus gallus* para abate

- Programa Nacional de Controlo de Salmonelas em bandos de perus de engorda.

Os programas preveem a colheita de amostras para deteção de salmonelas por parte dos produtores, pelo que existem criados pelas autoridades competentes, manuais de procedimentos com linhas orientadoras para a colheita das amostras pretendidas, com a finalidade de informar e ajudar os produtores na execução dos Programas acima citados.

Salmonelose humana: Contexto epidemiológico. A salmonelose é uma doença infecciosa, que afeta humanos e animais causada pela bactéria *Salmonella sp.* Em humanos, a *Salmonella Enteritidis* e a *Salmonella Typhimurium* são os dois serotipos mais frequentemente reportados como causa de infeção de origem alimentar em humanos na Europa (Ethelberg, Mølbak, & Josefsen, 2014). É considerada, desde 1953, uma doença de declaração obrigatória em Portugal (Decreto-Lei n.º 39 209, de 14 de maio de 1953).

No “*The European Union One Health 2019 Zoonoses Report*” divulgado em janeiro de 2021 pela European Food Safety Authority (EFSA) é salientado o sucesso das medidas de controlo de *Salmonella sp* implementadas na última década em toda a cadeia de produção e consumo na UE. No entanto, a salmonelose humana é a segunda zoonose mais notificada na UE, com uma incidência de 20 casos por cada 100 mil habitantes. Esta notificação estabilizou nos últimos anos, após um período marcado por uma tendência decrescente. Apenas a Finlândia registou uma tendência decrescente durante o período de 2015-2019, enquanto os outros países comunicaram tendências estáveis.

Em 2019 foram confirmados laboratorialmente 98066 casos, dos quais 139 foram fatais, o que representa uma taxa de mortalidade de 0,2%. As crianças (0-4 anos) são o grupo etário com registo de notificação mais elevado, com uma incidência de 93,3 casos por 100 mil habitantes (cerca de 8 vezes superior). É uma doença manifestamente sazonal, registando maior incidência nos meses de verão.

Saúde Pública: Desafios atuais. A Saúde Pública abraça enormes desafios relacionados com aumento da população mundial, alterações climáticas que acarretam inevitáveis consequências para a manutenção e sustentabilidade do planeta. Neste contexto analisar-se-ão alguns desafios que esta ciência enfrenta na prevenção e controlo da *Salmonella sp* na saúde animal, humana e ambiental.

Os determinantes de saúde são fatores que contribuem para o estado atual da saúde de uma pessoa ou população, pelo aumento ou redução da probabilidade de ocorrência de doença ou de morte prematura e evitável. O conhecimento relativo a estes determinantes é essencial para a identificação de comunidades, famílias e/ou pessoas em situações de maior vulnerabilidade, permitindo um planeamento em saúde estratégico. De acordo com Plano Nacional de Saúde 2021-2030 os determinantes para a infeção por *Salmonella sp* estão categorizados no *Quadro 1*.

Resistência aos antimicrobianos. Na última década tem-se assistido ao uso generalizado e desadequado de antimicrobianos, o que provocou um aumento alarmante de agentes bacterianos resistentes, total ou parcialmente, a agentes antimicrobianos designado de resistência antimicrobiana, comprometendo a eficiência do tratamento e aumentando o risco de propagação (OIE, 2021).

As infeções graves causadas por *Salmonella sp* requerem tratamento com antibioterapia. Contudo, é um dos microrganismos onde têm sido identificados serotipos resistentes a antimicrobianos, que aliado ao crescimento do setor avícola o tornam um problema de Saúde Pública global que requer uma ação conjunta que envolva toda a sociedade (EFSA, 2021). Para conter este problema é necessário garantir prescrições adequadas e seguras, vigilância das resistências, e capacitação da literacia da população e profissionais, onde não são exceção os profissionais de zootecnia.

One Health. A OMS e a Food and Agriculture Organization (FAO) promoveram a necessidade de criar coordenação e colaboração entre a tríade: saúde humana, saúde animal e saúde ambiental, o conceito de “Uma Só Saúde - One Health”. O objetivo é tornar a Saúde Pública mais robusta e mais preparada para os desafios de um mundo cada vez mais globalizado. É um conceito de abordagem multissetorial, interdisciplinar que requer sinergias conjuntas com o objetivo de otimizar resultados em saúde, reconhecendo a interdependência entre humanos, animais e ambiente.

O confronto com problemas de saúde cada vez mais complexos e cada vez mais globais tem sido um desafio para a investigação científica, nas últimas décadas. Muitos dos problemas para a saúde são evitáveis e surgem associados ao crescimento da população mundial e os desafios que esse desequilíbrio coloca em termos de saúde pública e sustentabilidade. O desenvolvimento da indústria agropecuária intensiva, aglomerados

populacionais, a desflorestação, deterioração dos solos, dos recursos hídricos, dos ecossistemas, as perdas de biodiversidade promoveram alterações climáticas e o aquecimento global que constituem um risco para a (re)emergência de doenças infecciosas de potencial zoonótico e pandémico.

O papel da zootecnia. Numa sociedade e economia cada vez mais exigentes e competitivas, as tomadas de decisão cientificamente fundamentadas são imprescindíveis. Neste novo paradigma os profissionais de zootecnia têm um contributo inquestionável. Detêm o conhecimento científico e o posicionamento privilegiado na fileira de produção, pois, constituem o grupo profissional que desempenha um papel fulcral na prevenção e manutenção das condições de biossegurança, na otimização do manejo animal em todas as suas vertentes. Sendo a biossegurança uma estratégia incontornável na prevenção e controlo de doenças transmissíveis nos sistemas de produção animal descurá-la terá inevitavelmente impactos negativos para os *stakeholders* envolvidos. Espera-se por parte deste grupo profissional uma participação autónoma e também interdisciplinar, fomentando sinergias e contribuindo na operacionalização de uma abordagem *One Health*, promovendo uma saúde global com base na melhor evidência científica.

Material e Métodos

Para responder aos objetivos propostos recorreu-se a análise estatística descritiva dos dados epidemiológicos relativamente aos casos positivos de serotipos de salmonelas relevantes para a saúde pública notificados ao abrigo do PNCS; dados disponibilizados pela DSAV-RLVT e sobre os quais foram analisados: o número total de colheitas realizadas e o número de colheitas oficiais *vs* colheitas de autocontrolo (realizadas pelos operadores). Foi submetido, a 10 de maio de 2023, à Comissão de Ética para a Saúde da Administração Regional de Saúde - Lisboa e Vale do Tejo a solicitação oficial dos dados de salmonelose humana relativos à região e períodos em estudo. Esta solicitação requereu apreciação do protocolo de investigação deste estudo, declaração de confidencialidade e de partilha de resultados cujo parecer foi de isenção, não sendo disponibilizados os dados das notificações realizadas na região em estudo. Em alternativa, optou-se por analisar as notificações relativas à salmonelose humana em Portugal publicadas em 2021 no

“*Salmonelose – Relatório Epidemiológico Anual*” pelo Centro Europeu de Controlo de Doenças.

Optou-se por realizar a análise de dados relativos ao período de 2015-2019 por: a) serem dados já auditados externamente; b) o último relatório europeu publicado relativo à salmonelose humana disponível ser referente a esse período e, c) ser expeável a subnotificação após 2019 devido à pandemia por SARS-Cov2.

Resultados e Discussão

Tendo em conta o elevado número de serotipos de *Salmonella sp*, muitos dos quais sem repercussão na saúde animal e humana na operacionalização dos PNCS são consideradas apenas 2 estirpes de salmonelas relevantes para notificação positiva do(s) bando(s): a *Salmonella Enteritidis* e a *Salmonella typhimurium*, embora a serotipificação seja realizada a todas as amostras das colheitas de autocontrolo ou oficiais detetaram positividade à *Salmonella sp*. Nas amostras onde é inicialmente detetada a presença da bactéria, após a realização da serotipagem constatou-se que cerca de 67,3% representam positividade à estirpe vacinal, um dado animador uma vez que descarta a ausência de doença ao rastrear falsos positivos e que a relevância deste procedimento na gestão bioepidemiológica e que também constitui um indicador do estado imunitário dos bandos vacinados.

Para o período compreendido entre 2015 e 2019 na região LVT a média de colheitas realizadas anualmente foi de 666 em bandos de aves contempladas nos PNCS. Foram na totalidade realizadas 3167 colheitas, sendo que este valor inclui a totalidade das colheitas oficiais realizadas pela DGAV e as realizadas pelos operadores (autocontrolo). Em 2019 apesar das restrições impostas pela pandemia o número de colheitas foi mantido, tendo sido criados protocolos de colaboração com os médicos veterinários responsáveis pelas empresas do setor. Os números de colheitas realizadas ao abrigo dos PNCS estão representadas na **Figura 1**.

Ao abrigo do PNCS foram notificados oficialmente 46 casos de salmonelas (uma média de 9,2 notificações/ano) no setor para o período em análise. As notificações tiveram uma

evolução praticamente constante e de reduzido valor que permitiram cumprir os indicadores exigidos a nível comunitário. Os casos notificados incluem as estirpes consideradas relevantes para o impacto na Saúde Pública. A evolução do número de notificações estão apresentadas na **Figura 2**.

O reduzido número de casos notificados pode relacionar-se à eficiência da implementação dos PNCS, da especialização do setor e da maior sensibilização dos produtores ao cumprimento de medidas de biossegurança. O número de notificações resultantes de colheitas oficiais realizadas pela DGAV, como seria expetável, manteve uma evolução constante e inferior relativamente às realizadas pelos operadores uma vez que este número de colheitas é realizado em menor número inferior e planeado previamente pela DGAV de acordo com o número e tipologia das explorações. Constatou-se que a maioria das notificações positivas resultam do autocontrolo, revelador da excelente colaboração do setor do cumprimento das orientações oficiais. A média de notificações de salmonelose humana foi de 379,4 casos para o período em análise, representando uma taxa média de notificação de 3,6 casos/100 mil habitantes, inferior à da UE, mas que pode estar relacionada com a subnotificação de casos. A taxa de notificação mais baixa da UE foi registada em Portugal (4,2 casos/100 mil habitantes) em 2019, no entanto, foi o país que maior aumento de taxa teve entre 2018 e 2019 (um aumento em cerca de 43%). Verificou-se que as notificações de salmonelose humana têm como seria expetável, acompanhamento da evolução das notificações no setor avícola; em 2018 por exemplo, foi o ano onde se registaram os valores de notificações mais baixos em ambos as áreas. A **Figura 3** representa a comparação gráfica da evolução das notificações de salmonelas ao abrigo dos PNCS com as notificações de salmonelose humana identificadas a nível nacional.

O maior número de notificações de salmonelose humana pode estar relacionado com alguns fatores, dos quais se salientam:

- O agravamento dos determinantes de saúde para a salmonelose humana, tais como: a vulnerabilidade socioeconómica, condições habitacionais precárias, hábitos comportamentais de higiene e consumo alimentar, elevadas densidades populacionais, aumento da temperatura ambiental, inacessibilidade a serviços de saúde, baixa literacia, ...

- A *Salmonella sp* não se transmite exclusivamente pelo consumo ovos, ou carne de aves;
- O aumento da mobilidade populacional não permite garantir que uma pessoa contaminada tenha consumido ou contactado com um alimento da região onde manifesta os sintomas, pelo que seria pertinente em estudos futuros realizar inquéritos epidemiológicos mais minuciosos onde se inclua serotipagem;
- O elevado consumo de ovos e de carne de aves de produção doméstica que não cumprem requisitos essenciais à segurança alimentar. Em 2022 um estudo realizado em Portugal por Junqueira *et al* refere a existência de comportamentos de elevado de risco de infeção por *Salmonella sp*, associado ao consumo frequente de ovos de origem não controlada (43%), de pratos preparados com ovos crus ou levemente cozidos ou de outros riscos relacionados com práticas de armazenamento de ovos até ao consumo. Apesar de 65,8% dos inquiridos associarem os ovos à contaminação por *Salmonella sp* mantêm estes hábitos.

A maioria das notificações realizadas ao abrigo dos PNCS resultaram de colheitas de autocontrolo (realizadas pelo operador) o que reitera o envolvimento dos produtores avícolas e da excelente sinergia com a DGAV. O valor residual de casos notificados pode relacionar-se à eficiência da implementação dos programas, da elevada especialização e diferenciação do setor e da maior sensibilização dos produtores ao cumprimento de medidas de biossegurança. Não é possível saber qual a evolução epidemiológica das salmonelas no setor avícola se não existissem os PNCS, contudo o sucesso da sua implementação no setor não o pode dissociar do seu contributo para a saúde animal e consequente segurança alimentar em toda a cadeia de produção. A implementação dos PNCS constitui uma ferramenta imprescindível no controlo epidemiológico de salmonelas no setor ao permitir a identificação, a monitorização e diagnóstico desta bactéria de elevado potencial zoonótico. A construção de bases de dados a partir da implementação dos PNCS é essencial para a tomada de decisão aos mais variados níveis de intervenção, permitindo uma ação conjunta, articulada e robusta das várias entidades envolvidas.

Conclusão

No período e região onde foi implementado o estudo constatou-se o impacto positivo dos PNCS no setor avícola, quer pela tendência decrescente do número de notificações, quer na monitorização epidemiológica e na criação de bases de dados que permitirão tomadas de decisão futuras devidamente fundamentadas. Entidades oficiais, como a DGAV, responsável pela operacionalização dos programas tem tido um papel proativo, educativo e não meramente fiscalizador, um aspeto essencial para o envolvimento dos empresários do setor, elos essenciais para o sucesso da implementação dos PNCS. Contudo, a salmonelose humana é a segunda zoonose mais notificada na UE que coloca desafios à escala mundial e que requer um olhar e uma cooperação multidisciplinar. Portugal registou o maior aumento de notificações (cerca de 43%) entre 2018 e 2019, apesar de ser o país com menor incidência desta zoonose em espaço comunitário. Seria pertinente em investigação futura conhecer o impacto dos PNCS na Saúde Pública e esclarecer outros determinantes que têm promovido o crescimento desta zoonose em Portugal tais como: a existência de outras fontes de contágio por *Salmonella sp*; o agravamento de determinantes de saúde dos quais se destacam situações de vulnerabilidade socioeconómica, condições habitacionais, de salubridade, aumento da temperatura ambiental, aumento de fluxos populacionais, hábitos comportamentais de higiene, confeção e de consumo e /ou a difícil acessibilidade a serviços de saúde. Espera-se neste contexto dos profissionais de zootecnia uma participação autónoma e multidisciplinar, fomentando sinergias e contribuindo para a operacionalização de uma abordagem *One Health*, promovendo uma saúde global com base na melhor evidência científica.

Referências

- Antunes, P., Mourão, J., Campos, J. e Peixe, L. (2016). “*Salmonellosis: the role of poultry meat*”. *Clinical Microbiology and Infection*, Volume 22, Edição 2, 2016, pp. 110-121. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X15010307>
- Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA). (2021). Orientações sobre resistência antimicrobiana para a comunicação de dados para 2021. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2021.EN-6653>

Centers for Disease Control and Prevention, (CDC). (Sd). Salmonella. <https://www.cdc.gov/salmonella/>

Centro Europeu de Prevenção e Controlo de Doenças (ECDC). (2023). Salmonelose – Relatório Epidemiológico Anual de 2019. https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/SALM_AER_2019_Report_Final.pdf

Decreto-Lei n.º 39 209, de 14 de maio de 1953 estabelece as medidas de polícia sanitária veterinária e obrigatoriedade de declaração de uma lista de doenças animais. Diário do Governo. <https://files.dre.pt/1s/1953/05/10000/07460748.pdf>

Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV). (sd). Programas Nacionais de Controlo das Salmonelas (PNCS). República Portuguesa. Agricultura. <https://www.dgav.pt/animais/conteudo/animais-de-producao/aves-de-capoeira/saude-animal/doencas-das-aves/salmonelose-2/programas-nacionais-de-controlo-das-salmonelas-pncs/>

Direção Geral da Saúde. (2022). Plano Nacional de Saúde 2021-2030. Plano de Ação. Determinantes de Saúde. <https://pns.dgs.pt/pns-em-acao/determinantes-de-saude/>

Gast, R. & Jones, D. (2017). Egg Innovations and Strategies for Improvements. Salmonella and Impacto on Egg Production. Capítulo 48, pp. 515-521. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00048-2>

Elsevier (2020). Emerging zoonoses: A one health challenge. Editorial, EClinicalMedicine 19. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100300>

Ethelberg, S., Mølbak, K. & Josefsen, M. H. (2014). Bacteria: Salmonella Non-Typhi. Encyclopedia of Food Safety. 1, 501–514. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00112-8>

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral – GPP. (2020). Análise setorial da carne de aves. República Portuguesa. https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL_AVES.pdf

Henriques, A. (2017). Aplicação do SIPACE ao abate de aves de capoeira. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária. <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/14520/1/Aplica%C3%A7%C3%A3o%20do%20SIPACE%20ao%20Abate%20de%20Aves%20de%20Capoeira.pdf>

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2021). Estatísticas Agrícola-2021. Lisboa. ISBN: 978-989-25-0605-0. file:///C:/Users/patri/Downloads/22Est_Agricolas_2021.pdf

Isoda, N. (2019). Zoonosis and food safety – improving collaboration between animal and public health professionals to achieve a better outcome. Research Center for Zoonosis Control, Hokkaido University, Japan. <http://dx.doi.org/10.20506/TT.2988>

Junqueira, L. (2021). Self-reported practices by Portuguese consumers regarding eggs' safety: An analysis based on critical consumer handling points. Vol.133, Part B <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713521007738?via%3Dihb>

Lopes, I. (2021). Laboratory Surveillance of Salmonella enterica in Portugal, 2020. Tese de Mestrado, Microbiologia Aplicada, 2021, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/51212/1/TM_Iuri_Lopes.pdf

Organização Mundial de Saúde – OMS. (2018). Salmonella (não tifóide). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Parlamento Europeu. (2021). Estratégia do prado ao prato. Atualidade: Parlamento Europeu. Consultado em abril 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/agenda/briefing/2021-10-18/7/estrategia-do-prado-ao-prato>

REGULAMENTO (CE) N.º 2160/2003 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 17 de novembro de 2003 relativo ao controlo de salmonelas e outros agentes zoonóticos específicos de origem alimentar. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R2160&from=E>
N

Sterzo, E. (2008). Salmonelose aviária. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde Vol. XII, Nº. 2.://www.researchgate.net/publication/237031143_SALMONELOSES_AVIARIAS

World Organization for Animal Health (OIE). (2021). A resistência antimicrobiana é uma ameaça crescente ao bem-estar animal e humano. <https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/antimicrobial-resistance/>

Zanella, J. (2016). Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para a saúde e para a produção animal. Embrapa suínos e Aves. Brasil. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500011>

Quadro 1 – Determinantes de saúde para a salmonelose humana

Biológicos	Idade, doentes imunodeprimidos, ...
Ambientais	Ausência de salubridade, alterações climáticas, calor,...
Comportamentais	Deficitários hábitos de higiene pessoal, alimentar, consumo de ovos de produção doméstica...
Demográficos e sociais	Viver em locais de elevada densidade populacional, fluxos migratórios, países industrializados ou subdesenvolvidos, políticas de proteção social insuficientes, ...
Económicos	Vulnerabilidade financeira, ...
Sistema de saúde	Fraca acessibilidade, recursos de saúde insuficientes, ...

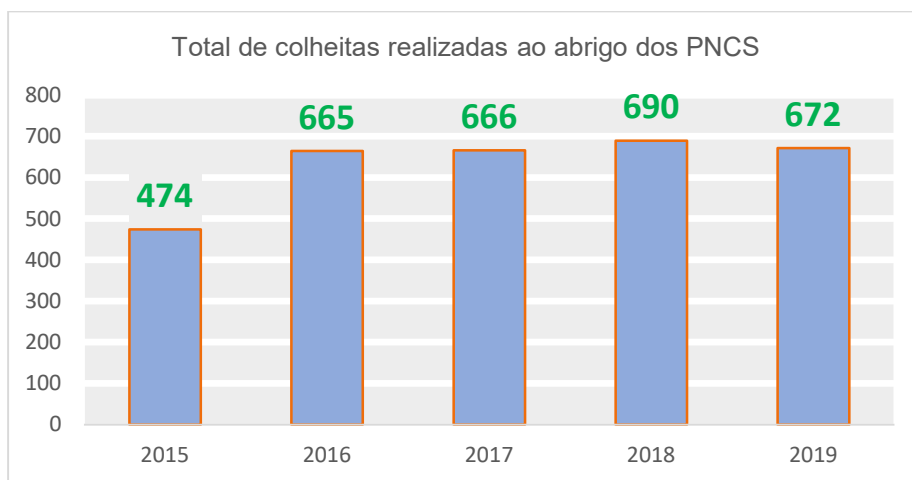


Figura 1 – Número de colheitas realizados pela DGAV ao abrigo dos PNCS na região LVT - 2015-2019 (DSAGAV – RLVT, 2023)

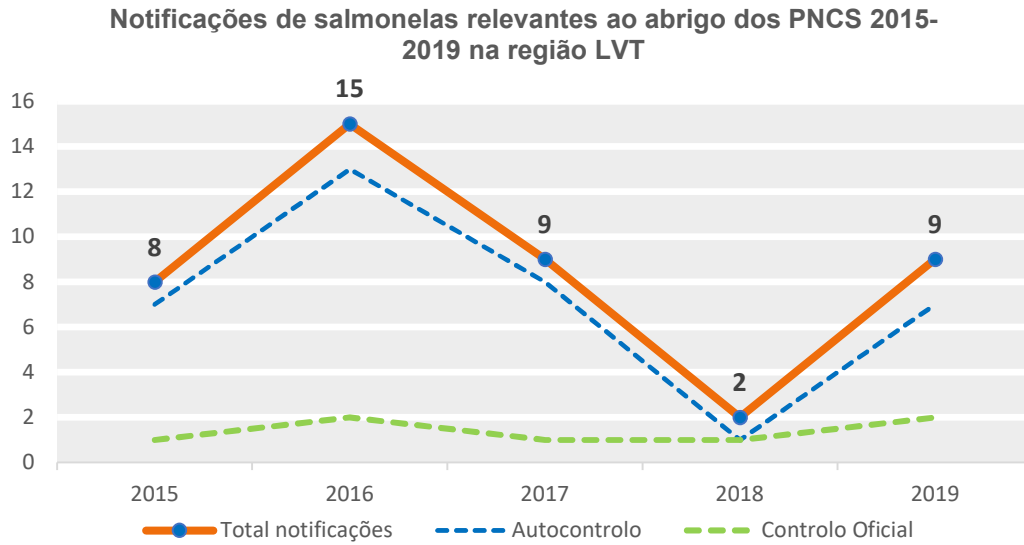


Figura 2 – Número de casos detetados de salmonelas no setor avícola ao abrigo dos PNCS na região LVT - 2015-2019 (DSAV – RLVT, 2023)

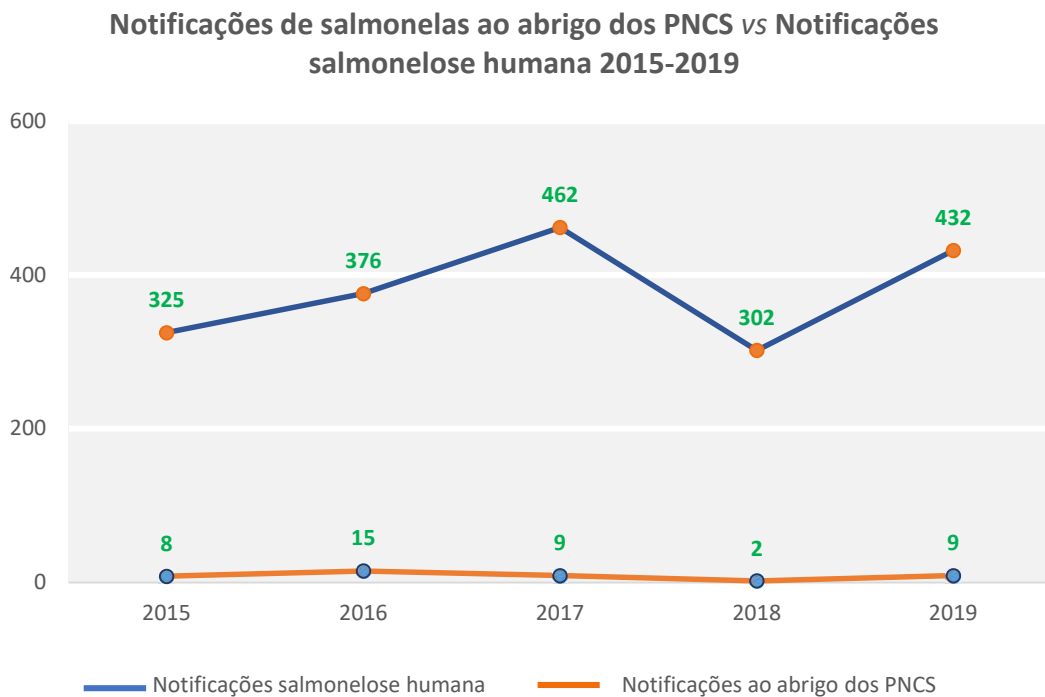


Figura 3 – Notificações de salmonelas ao abrigo dos PNCS vs Notificações de salmonelose humana (DSAGAV – RLVT, 2023; ECDC, 2021)

POTENCIAL NUTRICIONAL DE QUATRO MACROALGAS MARINHAS AÇORIANAS COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR DE RUMINANTES

Helder Patrício Barcelos Nunes^{1*}, Cristiana Sofia Alves Mesquita Rodrigues Maduro Dias¹, Nuno Vaz Álvaro², Alfredo Emílio Silveira Borba¹

¹ Universidade dos Açores, Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, Instituto de Investigação e Tecnologias Agrárias e do Ambiente, Grupo de Produção Animal, Rua Capitão João d'Ávila, 9700-042 Angra do Heroísmo, Açores, Portugal.

² Universidade dos Açores, Instituto de Investigação e Tecnologias Agrárias e do Ambiente Grupo do Clima, Meteorologia e Alterações Climáticas, Rua Capitão João d'Ávila, 9700-042 Angra do Heroísmo, Açores, Portugal.

* Autor correspondente: helder.pb.nunes@uac.pt

Resumo

O arquipélago dos Açores destaca-se pelas condições endofoclimáticas ótimas para a produção de vacas leiteiras, sendo responsável por mais de 30% da produção leiteira de Portugal. O sistema de produção leiteiro açoriano caracteriza-se por uma alimentação à base de pastagem, permitindo um maior tempo de vida produtiva das vacas e uma diminuição da frequência de doenças metabólicas. Contudo, a produtividade e o valor nutricional das pastagens são sazonais, existindo períodos em que existe escassez de pastagens, sendo necessário suplementar os animais com outros alimentos. Considerando a elevada quantidade de biomassa de macroalgas existentes no mar dos Açores, muitas das quais arrojadas nas costas açorianas e ao potencial existente para cultivar algas, estas poderão ser um suplemento alimentar sustentável e inovador para a produção de bovinos açorianos em períodos de menor produtividade de pastagem. Este trabalho tem como objetivo estudar o potencial nutritivo de quatro macroalgas marinhas, *Ulva rigida*, *Ulva compressa*, *Asparagopsis taxiformis* e *Asparagopsis armata* como suplementos alimentares no sistema de produção pecuária açoriano. Foram recolhidas, no Porto Martins, ilha Terceira, três amostras de cada uma destas macroalgas. As macroalgas foram lavadas em água doce e colocadas a secar a 65°C. As amostras foram analisadas, em triplicado, para a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinza total, de acordo com os métodos padrões da AOAC (1995). As frações fibrosas (NDF,

ADF e ADL) foram determinadas de acordo com Goering e Van Soest (1970). Todas as macroalgas apresentaram valores inferiores a 15% de MS, sendo o valor mínimo encontrado de 6,55% na *Asparagopsis taxiformis*. O teor proteico das quatro espécies de macroalgas em estudo variou entre 22,69 e os 25,76 g/100g MS. Foram igualmente observadas variações nos constituintes parietais entre as quatro algas, destacando-se o elevado teor de hemicelulose da *Asparagopsis taxiformis*, bem como os valores superiores a 10g/100g MS de ADL nas algas *Asparagopsis armata* e *Ulva compressa*. Este estudo demonstrou que as macroalgas estudadas têm um potencial considerável para integrar a dieta dos bovinos açorianos, mais concretamente como suplemento alimentar proteico, especialmente em períodos de maior escassez de pastagem quando os animais são suplementados com alimentos volumosos.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Alimentação bovinos; Macroalgas; Proteína bruta; Alimentos alternativos.

Introdução

Nos Açores, o setor agrícola é marcado por uma notável especialização na pecuária, com cerca de 85% dos agricultores dedicando-se a essa atividade. A produção de leite, continua a ser o setor que mais se destaca no arquipélago. Segundo o Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA), os Açores representam apenas 2,5% do território português, mas é responsável por mais de 30% da produção leiteira de Portugal, produzindo 50% do queijo e 75% do leite em pó comercializado em Portugal (SREA, 2022). Esta atividade desempenha um papel socioeconómico crucial na região, representando aproximadamente 9% do PIB regional e empregando cerca de 8% da população ativa (Relatório de execução do POSEI-RAA de 2020, 2021). A chave para o sucesso da produção de vacas leiteiras nos Açores reside, em grande parte, na localização geográfica deste arquipélago que beneficia das condições endofoclimáticas existentes na região, as quais são favoráveis ao crescimento das pastagens naturais, sendo esta a base da alimentação dos bovinos nos Açores, proporcionando-lhes acesso a alimentos frescos e ricos em nutrientes, essencial para a sua saúde e desempenho (Nunes *et al.*, 2022). Contudo, a produção de pastagens e forragens estão sujeitas às condições climáticas e nos

Açores, durante o verão, em anos com menor precipitação, as zonas mais baixas e média-baixas, tendem a secar entre junho e setembro diminuindo a produção de pastagens, registando-se um excedente de produção de pastagens na primavera (Borba *et al.*, 2015). Além disso, os modelos climáticos, preveem para os Açores, verões mais secos e com maior duração, agravando a situação já vivida em alguns anos durante as últimas décadas (Carvalho, 2020). Porém, a maior escassez de pastagens neste arquipélago é durante o inverno, especialmente em invernos com maior precipitação, com muita humidade e baixa luminosidade, não permitindo o crescimento das pastagens nas zonas média-altas e altas. Além disso, o recorrente pisoteio dos animais, deixa as pastagens degradadas, sendo necessários maiores intervalos de tempo para as restaurar. Nas zonas baixas, durante o inverno, a maioria das pastagens são muito produtivas, contudo, em invernos mais rigorosos e em zonas mais desprotegidas, sujeitas ao vento e a maresia, as pastagens são danificadas, atrasando o seu crescimento e a produção. Considerando a sazonalidade da produção de pastagens e a sua variação da sua qualidade ao longo do ano, é necessário, recorrer à suplementação dos animais (Melo *et al.*, 2014, Maduro Dias, 2023). No caso dos bovinos leiteiros, resultante da necessidade energética e proteica para produzir elevadas quantidades de leite, é comum nos Açores, recorrer a uma suplementação com concentrado para satisfazer essas necessidades (Miranda, 2014). Porém, dado a conjuntura atual que se vive na pecuária, nomeadamente na volatilidade dos preços dos combustíveis e das matérias-primas, especialmente nos cereais e nas plantas oleaginosas, dos quais os Açores são totalmente dependentes, gera instabilidade económica entre os produtores, como consequência observa-se uma diminuição do fornecimento de proteína para a alimentação animal.

Nesse contexto, a busca por alternativas alimentares locais para formular uma dieta balanceada para os bovinos torna-se crucial, seja para reduzir a dependência da importação de alimentos do exterior, seja para minimizar os custos de transportes, promovendo uma economia de proximidade de forma a reduzir os custos de produção e maximizar as receitas dos produtores.

Assim, exploramos neste estudo o potencial de como as macroalgas marinhas açorianas podem desempenhar um papel significativo como suplementos alimentares inovadores e sustentáveis para os bovinos açorianos. A utilização comercial das algas marinhas como alimento para ruminantes ainda carece de conhecimento detalhado, incluindo sobre seu valor nutricional, isto porque a composição química das macroalgas varia amplamente entre espécies e dentro das próprias espécies, dependendo de diversos fatores, como a

época de colheita, as características geográficas e os fatores ambientais (Kinley *et al.*, 2020). De forma a preencher esta lacuna do conhecimento nos Açores, este trabalho visa avaliar o valor nutritivo de quatro algas marinhas, *Ulva rigida*, *Ulva compressa*, *Asparagopsis taxiformis* e *Asparagopsis armata*, obtidas na costa da ilha Terceira, Açores, tendo como foco a sua aplicação como suplemento alimentar na dieta dos bovinos açorianos. A compreensão da composição química destas algas marinhas é essencial para o uso eficaz na suplementação dos bovinos, oferecendo uma alternativa sustentável e inovadora diante dos desafios enfrentados pelo setor agrícola local, contribuindo ainda para o desenvolvimento económico da região.

Material e Métodos

1. Recolha e preparação de algas marinhas

A recolha das algas foi realizada junto ao Porto de São Fernando (figura 1) na Ilha Terceira (coordenadas: 38.67679498555078, -27.0638087693126) em abril de 2022. A amostragem das algas vermelhas (*Asp Asparagopsis taxiformis* e *Asparagopsis armata*) foi feita através de mergulho livre a 5m de profundidade, quando os espécimes se encontravam no estado tetrasporófito, também designado por estado "Falkenbergia". Um mergulhador pegava num saco de rede e numa tesoura grande que era utilizada para cortar os espécimes sem os puxar, permitindo que o disco adesivo permanecesse no seu lugar e dando espaço para os espécimes crescerem novamente. As algas verdes (*Ulva rigida* e *Ulva compressa*) foram recolhidas em poços de maré, cortando as algas de forma a evitar danos no substrato rochoso ou no próprio organismo. As amostras recolhidas foram levadas para terra dentro do saco de rede e acomodados num recipiente com água do mar recolhida no local de amostragem. Todas as macroalgas foram levadas diretamente para o laboratório onde foi feita a triagem e remoção de epífitas e lavadas com água doce antes da desidratação em estufa a 65°C.

2. Determinação dos parâmetros químicos

Para determinar os parâmetros químicos, as amostras foram secas a 65°C em uma estufa com circulação de ar forçado até atingirem um peso constante. Posteriormente, as amostras foram moídas num moinho Retsch com crivo de 1mm. Para a caracterização analítica, foi utilizado o esquema de Weende (A.O.A.C., 1990) para determinar a MS (Matéria Seca, método 930.15), a CB (cinza bruta método 942,05), o EE (Extrato Etéreo método 920.39), e a PB (Proteína Bruta método 954.01) por meio do método Kjeldahl.

Os teores de NDF (Fibra em Detergente Neutro), ADF (Fibra em Detergente Ácido) e ADL (Lenhina em Detergente Ácido) foram determinados conforme os métodos propostos por Goering e Van Soest (1970). Tanto o NDF quanto o ADF foram expressos gramas por 100 gramas de MS, sem considerar cinzas residuais.

2.1 – Determinação da % da Matéria Seca

Para a determinação da % de matéria seca, as amostras colhidas foram colocadas numa estufa a 65°C, com circulação de ar, até atingir peso constante. A % de matéria seca a 65°C, de matéria seca a foi determinada através da seguinte equação:

$$\%MS_{65^{\circ}} = \frac{(\text{Peso tabuleiro} + \text{Peso amostra seca a } 65^{\circ}\text{C}) - \text{Peso tabuleiro}}{\text{Peso amostra verde}} \times 100$$

Contudo, de acordo com o segundo o sistema analítico de Weende, a % de matéria seca de uma amostra é determinada a 103-105°C. Assim, foram pesadas 5g de cada amostra (já seca e moída) e colocada na estufa a 105°C até peso constante.

A matéria seca corrigida a 105°C foi determinada através da seguinte equação:

$$\%MSc = \frac{(\text{Peso pesa filtro} + \text{Peso amostra seca a } 105^{\circ}) - \text{Peso pesa filtro}}{\text{Peso amostra verde}} \times 100$$

Porém, é necessário calcular um fator de correção para o peso da amostra, que havia sido seca a 65°C, utilizando a equação seguinte:

$$MSc = \frac{\%MSc}{100}$$

Este fator é usado para corrigir o valor da matéria seca a 65°C e determinar o valor da % de MS de cada amostra, utilizando a seguinte fórmula:

$$\%MS = \%MS_{65^{\circ}} \times MSc$$

2.2 – Determinação da Proteína Bruta

A determinação da Proteína Bruta é efetuada através do método de Kjeldahl. Assim, foram pesados aproximadamente 0,5 g de cada amostra foram (com peso corrigido para

105°C) e colocados em tubos de digestão de vidro de 250 ml. Em seguida, foram adicionadas 2 pastilhas do catalisador (K_2SO_4 e Se) e 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. As amostras foram então submetidas a um digestor a 420°C por uma hora. Após o término desse período, e com as amostras resfriadas, foram adicionados 2,5 ml de peróxido de hidrogénio (30%), sendo as amostras novamente colocadas no digestor a 420°C por mais uma hora. Concluída a etapa de digestão, as amostras foram deixadas em repouso a arrefecer e, em seguida, foram submetidas a um sistema automático de destilação e titulação Kjeldahl. Foi utilizado como fator de conversão de percentagem de azoto para percentagem de proteína o valor de 6,25, valor de referência indicado pela bibliografia para as macroalgas.

2.3– Determinação do Extrato Etéreo

O extrato etéreo foi determinado através da extração da gordura no soxhelt com solvente éter de petróleo. Assim, foram pesados 2g da amostra para cartuxos de celulose e adicionou-se éter de petróleo para se proceder à extração no referido equipamento. Depois de destilado o éter, o resíduo é colocado numa estufa a 105°C durante 8 horas, sendo posteriormente pesado e o %EE é determinado.

2.4 – Determinação da cinza bruta

Para determinar a cinza bruta foram pesados 2g de amostra para cadinhos de porcelana os quais foram colocados numa mufla a 500 °C, durante, pelo menos, 8 horas. Depois de incinerados, retomaram novamente à estufa a 105°C antes da determinação do peso da cinza resultante.

2.5– Determinação das Frações Fibrosas

2.5.1 - Determinação da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (NDF)

A determinação do NDF foi realizada de acordo com o procedimento seguinte: foram pesados 1g de amostra e colocada em um copo de digestão de vidro com capacidade de 600ml. Adicionou-se 0,5g de Na_2SO_3 (sulfito de sódio) e 100 ml de solução NDF ao copo. A mistura resultante foi então submetida a um aparelho de extração pelo período de 1 hora.

O extrato obtido foi filtrado para um cadinho de vidro de placa porosa previamente pesado. No final, o resíduo foi lavado com acetona e os filtros foram colocados na estufa a 105°C por no mínimo 8 horas para permitir nova pesagem.

2.5.2 – Determinação da Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (ADF)

Para a determinar do ADF, pesou-se 1g de amostra para um copo de digestão adicionando-se 100 ml de solução ADF, sendo esta mistura colocada num aparelho de extração. Passado 1 hora de a mistura estar a ferver de uma forma constante, os copos foram filtrados e lavados para um cadinho de vidro de placa porosa previamente pesado. Posteriormente, o resíduo foi lavado com acetona e colocaram-se os pesa filtros na estufa a 105°C, no mínimo 8 horas para se voltarem a pesar.

2.5.3– Determinação da Lenhina Insolúvel em Detergente Ácido (ADL)

Os cadinhos contendo o resíduo de ADF, após serem pesados, foram transferidos para uma tina contendo ácido sulfúrico a 72% (solução de ADL) e mantidos nela por 3 horas. Posteriormente, os cadinhos foram filtrados e submetidos a uma lavagem abundante com água quente e colocados numa estufa a 105°C por 12 horas. O resíduo resultante do ADL foi então pesado, e os cadinhos foram inseridos em uma mufla a 500°C por, pelo menos, 8 horas. Em seguida, passaram novamente por um período de 8 horas no mínimo, em uma estufa a 105°C antes de serem pesados para determinar o peso da cinza do resíduo do ADL.

2.6 – Análise estatística

Para avaliar as diferenças entre os grupos de algas (*Asparagopsis taxiformis*, *Asparagopsis armata*, *Ulva rigida* e *Ulva compressa*) em relação às diversas variáveis analisadas, foi empregado o teste de *Kruskal-Wallis*. Este teste foi utilizado, uma vez que não foi verificada uma distribuição normal dos dados. Para cada variável (Matéria Seca, Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido, Lenhina em Detergente Ácido, Extrato Etéreo, Cinza Bruta), foi aplicado o teste de *Kruskal-Wallis*, utilizando um nível de significância de 0,05.

Resultados

As análises efetuadas em termos de matéria seca, proteína bruta, fibras (em detergente neutro e ácido e lenhina), extrato etéreo e cinza bruta às espécies das macroalgas vermelhas *Asparagopsis taxiformis* e *Asparagopsis armata*, bem como das macroalgas verdes *Ulva rigida* e *Ulva compressa* revelaram diferenças estatísticas entre todos parâmetros, com exceção da proteína que não foram registadas diferenças estatísticas.

Nas algas vermelhas, apesar da *Asparagopsis armata* apresentar um maior teor de matéria seca (7,68%) em relação seguida pela *Asparagopsis taxiformis* (6,55%), essas diferenças não foram significativas, o mesmo sucedendo-se com as algas verdes que apresentaram níveis de matéria seca de 13,58% e 14,94%, respetivamente para a *Ulva compressa* e *Ulva rigida* (Tabela 1). Porém, ao comparar as variações entre as espécies de algas vermelhas e verdes analisadas, observou-se diferenças significativas entre as macroalgas vermelhas e verdes.

A análise ao teor de proteína bruta (tabela 1) revelou que a *Ulva compressa* foi a macroalga que apresentou um maior conteúdo proteico (25,76 g/100g MS) enquanto na *Asparagopsis taxiformis* (22,69 g/100g MS) foi registado o menor valor. A *Asparagopsis armata* e a *Ulva rigida* apresentaram valores intermédios, respetivamente 24,23 g/100g MS e 23,66 g/100g MS, não se verificando diferenças significativas entre nenhuma destas macroalgas.

A análise do extrato etéreo revelou uma heterogeneidade nos valores observados entre as algas, observando-se diferenças significativas entre todas as algas. A *Ulva compressa* foi a macroalga que apresentou o maior teor de extrato etéreo (1,77 g/100g DM), enquanto *Asparagopsis armata* exibiu o menor (0,38 g/100g DM). Quanto à cinza bruta, todas as algas apresentaram um elevado teor de cinza bruta, tendo a *Ulva rigida* registado o menor teor (30,98 g/100g DM), enquanto *Asparagopsis armata* apresentou o maior (37,50 g/100g DM).

Em relação à fração fibrosa, observou-se variações significativas nas fibras em detergente neutro e ácido entre as espécies (Tabela 2). A *Ulva rigida* exibiu o maior teor de fibra em detergente neutro (43,45 g/100g MS), enquanto a *Asparagopsis armata* apresentou o menor (37,88 g/100g MS). Em relação à fibra em detergente ácido, a *Ulva rigida* também se destacou apresentando um valor máximo de 18,17 g/100g DM, enquanto *Asparagopsis taxiformis* foi a macroalga que registou o menor teor de ADF, 12,04 g/100g DM. Em relação ao ADL, os resultados apresentam variações significativas entre as algas com

exceção da *Ulva rígida* com a *Asparagopsis armata* que não apresentam diferenças estatísticas entre si (Tabela 2).

A *Asparagopsis taxiformis* apresentou o menor teor de ADL (4,01 g/100g DM) enquanto a *Ulva compressa* exibiu o valor mais elevado de ADL (11,65 g/100g DM).

Discussão

A elevada procura por alternativas de proteína para a alimentação dos ruminantes, bem como pelas regulamentações do mercado de alimentos relacionadas com a alimentação de bovinos, tem permitido a evolução do estudo de algas marinhas. Os estudos realizados até o momento sobre o uso de algas marinhas na nutrição de ruminantes têm-se concentrado na adição de pequenas quantidades de diferentes espécies de macroalgas à ração e na subsequente avaliação do animal para verificar a possível atividade pré-biótica e melhorar o desempenho animal.

O presente estudo aborda a análise comparativa de diferentes espécies de algas marinhas, destacando suas características nutricionais e potenciais aplicações na suplementação de ruminantes. Os resultados obtidos revelam variações significativas nos teores de matéria seca, fibras, lenhina proteína, extrato etéreo e cinzas brutas entre as espécies estudadas, fornecendo percepções importantes para a compreensão e otimização do uso desses recursos naturais.

Uma das principais observações realizadas neste trabalho refere-se às diferenças significativas observadas entre as algas vermelhas e verdes. A menor teor de matéria seca nas espécies *Asparagopsis taxiformis* e *Asparagopsis armata*, pode influenciar a forma de as processar estas algas, sendo mais difícil o processo de conservação. A diferença de valores estatisticamente verificada entre algas vermelhas e verdes, também está referenciada por Makkar *et al.*, 2016 e por Nunes, *et al.* 2020 indicando que os valores são muito variáveis e representam quase 50% da matéria seca, devem-se essencialmente às características estruturais dos hidratos de carbono (Olsson, 2020). As diferenças observadas, possivelmente, estão relacionadas com os habitats das macroalgas, onde as algas verdes são provenientes de águas rasas e as vermelhas habitam zonas mais profundas.

Relativamente, aos teores de proteína bruta, todas as espécies de algas estudadas apresentam valores relativamente elevados que variaram entre 22,69 e 25,76% MS. As proteínas das macroalgas, são de qualidade superior às encontradas na maioria das plantas

terrestres, as quais podem ser utilizadas para satisfazer as necessidades de aminoácidos essenciais (Mæhre, *et al.*, 2014). A percentagem média de proteínas nas algas do género *Ulva* nos Açores, situou-se entre 23,66-25,76% MS, enquadrando-se nos valores de referência (10,19 – 26,62% MS) para a *Ulva compressa* e *Ulva rigida* em Portugal (Patarra *et al.*, 2011; Machado, *et al.*, 2020). A *Asparagopsis armata* com um teor proteico de 24,23% MS, também demonstra ser uma alga com um potencial considerável como fonte proteica alternativa na alimentação animal, valor superior ao encontrado por Alisa *et al.*, (2022) que indica um valor médio de proteína de 15,2% MS, em algas recolhidas na Nova Zelândia. O valor proteico para *Asparagopsis taxiformis* foi de 22,69% MS, semelhante ao reportado por Pacheco *et al.*, (2020) que, no seu trabalho, indica um teor proteico de 23,76% MS para esta mesma alga. No entanto, para outras áreas geográficas, como para a Nova Zelândia, está referenciado na bibliografia, valores médios de proteína bruta de 15,2% MS para a *Asparagopsis taxiformis*. Outros autores como Brooke *et al.*, (2020) e De Bhowmick *et al.*, (2023) também determinaram a proteína em *Asparagopsis taxiformis*, obtendo valores que variam entre 18,2 e 7,5% MS, sendo que estas macroalgas são provenientes de regiões como a Austrália ou a Irlanda. Outro aspeto relevante é a análise das fibras em detergente neutro (NDF) e das fibras em detergente ácido (ADF), indicadores da digestibilidade das amostras. A *Asparagopsis taxiformis* apresentou o teor de NDF mais elevado, enquanto a *Ulva rigida*, possui o teor mais alto de ADF. Estas diferenças podem ter implicações significativas no potencial uso das algas como alimento para ruminantes, sendo necessário considerar tais características ao formular dietas balanceadas. Nas fibras, os valores obtidos revelaram diferenças significativas entre as algas, mas não se observou diferenças se compararmos entre algas vermelhas e verdes. Entre os valores de NDF, destaca-se o teor da *Asparagopsis taxiformis* de 69,81% MS, um valor muito superior ao encontrado por Roque *et al.*, (2019) e por Brooke *et al.*, (2020), que obtiveram 33,7 e 25,7% MS, respetivamente. Os altos valores de NDF encontrados em *Asparagopsis taxiformis*, a sua utilização em dietas de bovinos potencializa a redução da capacidade de ingestão de matéria seca por esses animais. Além de uma concentração de fibra alta, as algas vermelhas, de acordo com Gamero-Veja *et al.*, (2020) apresentam polifenóis, o que lhes confere uma digestibilidade moderada. Os valores de ADF, variaram entre 12,04% MS na *Asparagopsis armata* e 18,17% MS na *Ulva rigida*, valores significativamente superiores aos referenciados por Makkar *et al.*, 2016. Em relação à lenhina, que representa a fração insolúvel das amostras tendo influência direta na sua digestibilidade, apresentou variações relevantes entre as

espécies de algas estudadas. A *Ulva rigida* (8,32% MS) e *Asparagopsis taxiformis* (4,01% MS), com valores baixos de lenhina, são potencialmente mais digeríveis, em comparação com à *Ulva compressa* (11,65% MS) e à *Asparagopsis armata* (10,24% MS) que apresentaram valores mais elevados de ADL. Estes resultados refletem a morfologia das plantas, ou seja, tanto a *Ulva compressa* como a *Asparagopsis taxiformis* apresentam-se mais prostradas em relação às outras duas algas em estudo.

Os teores de extrato etéreo e cinza bruta indicam diferenças na composição lipídica e mineral das algas marinhas. A *Ulva compressa* destaca-se pelo maior teor de extrato etéreo, apresentando esta alga potencial como fonte de lípidos na indústria alimentar animal, esta mesmo resultado foi obtido por Von Stein (2019). O teor de cinzas brutas, compostas na sua maioria por minerais, foi elevado em todas as algas, contudo, revelaram diferenças substanciais entre as espécies de algas estudadas. Estas diferenças têm implicações importantes na utilização das algas em formulações de dietas, considerando as necessidades nutricionais específicas, uma vez que as variabilidades na acumulação mineral por diferentes macroalgas oferecem oportunidades para explorar a diversidade de algas marinhas para diferentes minerais em termos de processamento e rendimento em aplicações de alimentos e rações para animais (Circuncisão *et al.*, 2018), uma vez que as macroalgas concentram minerais da água do mar e contêm 10 a 20 vezes mais minerais que as plantas terrestres (Moreda-Piñeiro *et al.*, 2012).

A diversidade nas características nutricionais das espécies de algas estudadas abre perspectivas promissoras para a sua utilização em diferentes setores industriais. A compreensão dessas diferenças permite otimizar estratégias de cultivo, processamento e aplicação, maximizando o aproveitamento sustentável desses recursos marinhos. Este estudo contribui para o campo da biotecnologia alimentar e nutricional animal, promovendo a produção e exploração responsável e eficiente das algas marinhas no mar dos Açores.

Conclusão

Com a análise comparativa das características nutricionais de diferentes espécies macroalgas açorianas em estudo, podemos inferir que existe um potencial promissor na utilização destes recursos dado as variações significativas nos teores de matéria seca, fibras, proteína e outros nutrientes entre as espécies abre as portas para a otimização de estratégias de cultivo, processamento e formulação de dietas balanceadas utilizando as algas como fonte alternativa de proteína na alimentação animal. . No entanto, é importante

reconhecer que, com exceção da *Ulva rigida*, essas espécies são de difícil cultivo, estando a sua disponibilidade sujeita à coleta na natureza e, portanto, limitadas pela sua disponibilidade natural, o que pode restringir seu uso como matéria-prima na alimentação de ruminantes. Além disso, , são necessários mais estudos, para obter dados específicos para a caracterização mineral destas algas, bem como dados sobre a sazonalidade, salinidade, entre outros fatores que possam influenciar a sua composição química, tornando o conhecimento da variabilidade nutricional destas algas mais completo e robusto.

Referências

- A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists, 1999. *Official Methods of Analysis*. 12th ed. Washington, DC.
- Alisa, A., Mihaila, C., Glasson, R., L., Muetzel, S. German Molano, G., Magnusson, M. 2022. New temperate seaweed targets for mitigation of ruminant methane emissions: an in vitro assessment, *Applied Phycology*, 3:1, 274-284, <https://doi.org/10.1080/26388081.2022.2059700>
- Borba J.P.R., Maduro Dias C.S.A.M., Rosa H.J.D., Vouzela C.F.M., Rego O.A., Borba A.E.S. 2015. Nutritional valorization of ginger lily forage (*Hedychium gardnerianum*, Sheppard ex Ker-Gawl) for animal feeding: treatment with urea. *African Journal Agriculture Research*, 10, 4606–4615.
- Brooke, C. G., Roque, B. M., Shaw, C., Najafi, N., Gonzalez, M., Pfefferlen, A., De Anda, V., Ginsburg, D. W., Harden, M. C., Nuzhdin, S. V., Salwen, J. K., Kebeab, E., & Hess, M. (2020). Methane reduction potential of two Pacific coast macroalgae during in vitro ruminant fermentation. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00561>
- Carvalho, F., Meirelles, M., Henriques, D., Navarro, P. 2020. Alterações Climáticas e Energia no contexto dos Açores. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*. 29, 149-162. ISSN: 1646-0022.
- Circuncisão, A., Catarino, M., Cardoso, S., & Silva, A. 2018. Minerals from Macroalgae Origin: Health Benefits and Risks for Consumers. *Marine drugs*, 16(11), 400. <https://doi.org/10.3390/md16110400>.

De Bhowmick G., Hayes, M. 2023. Potential of Seaweeds to Mitigate Production of Greenhouse Gases during Production of Ruminant Proteins. *Glob Chall.* 2023 Apr 8;7(5):2200145. <https://doi:10.1002/gch2.202200145>

Goering, H. K., Van Soest, P. J., 1970. Forage fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures, and some Applications). Agriculture Handbook 379, ARS, USDA,

Kinley R.D, Martinez-Fernandez, G., Matthews, M.K., de Nys, R., Magnusson, M., Tomkins, N.W. 2020. Mitigating the carbon footprint and improving productivity of ruminant livestock agriculture using a red seaweed. *J. Clean. Prod.* 59, 120836. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120836>

Mæhre, H.K., Malde, M.K., Eilertsen, K.E., Elvevoll, E.O. 2014. Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed. *J. Sci. Food Agric.* 94, 3281–3290

Machado, M., Machado, S., Pimentel, F.B., Freitas, V., Alves, R.C.; Oliveira, M. 2020. Amino acid profile and protein quality assessment of macroalgae produced in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Foods.* 9, 1382.

Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuze, V., Giger-Reverdin, S., Lessire, M., Lebas, F., Ankers, P. 2016. Seaweeds for livestock diets: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 212, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.018>

Maduro Dias, C., Nunes, H., Borba, A. Near-Infrared Spectroscopy Integration in the Regular Monitorization of Pasture Nutritional Properties and Gas Production. *Agriculture* 2023, 13, 1398.

Melo C.D., Walker, C., Rodríguez-Echeverría S, Borges, P.A.V, Freitas, H., 2014. Species composition of arbuscular mycorrhizal fungi differ in semi-natural and intensively managed pastures in an isolated oceanic island (Terceira, Azores). *Symbiosis*, 64,73-85.

Miranda, P. 2014. Análise das concentrações de ureia no leite de vacas Frísias Holstein da ilha de São Miguel (Açores): Estudo da sua relação com o arraçamento e dos seus efeitos nos índices reprodutivos. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa. Lisboa.

Moreda-Piñeiro, A., Peña-Vásquez, E. Bermejo-Barrera, P. 2012. Significance of the presence of trace and ultratrace elements in seaweeds. S.-K. Kim (Ed.), Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology, John Wiley & Sons. p. 567

Nunes, H.P.B., Borba, A. E. S., da Silva, J. F. M. (2022). Impacts of trace element supplementation on productive/reproductive postpartum performances of grazing dairy heifers from volcanic soils. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 10 (4): 1-5. <https://doi.org/10.31893/jabb.22036>

Nunes, N., Valente, S., Ferraz, S., Barreto, M.C. e Pinheiro de Carvalho, M. A.A. "Biochemical study of attached macroalgae from the Madeira Archipelago and beach-cast macroalgae from the Canary Islands: multivariate analysis to determine bioresource potential" *Botanica Marina*, vol. 63, no. 3, 2020, pp. 283-298. <https://doi.org/10.1515/bot-2019-0022>

Olsson, J., Toth, G.B., Albers, E. 2020. Biochemical composition of red, green, and brown seaweeds on the Swedish west coast. *J. Appl. Phycol.* 32, 3305–3317.

Pacheco, D., Souza Araújo, G., Cotas, J., Gaspar, R., Neto, J., Pereira, L. 2020. "Invasive Seaweeds in the Iberian Peninsula: A Contribution for Food Supply" *Marine Drugs* 18, no. 11: 560. <https://doi.org/10.3390/md18110560>

Patarra, R.F., Paiva, L., Neto, A.I., Lima, E., Baptista. 2011. J. Nutritional value of selected macroalgae. *J. Appl. Phycol.* 23, 205–208.

Roque, B., Brooke, C., Ladau, J., Polley, T., Marsh, L., Najafi, N. 2019. Effect of the macroalgae *Asparagopsis taxiformis* on methane production and the rumen microbiome assemblage. *Anim. Microb.* 1:3. <https://doi.org/10.1186/s42523-019-0004>

Relatório de Execução. (2021). Subprograma para a Região Autónoma dos Açores do Programa Global de Portugal. Secretaria Regional da Agricultura e do Desenvolvimento Rural. Disponível em: <https://agricultura.azores.gov.pt/wp-content/uploads/2022/02/relatorio-de-execucao-do-posei-ano-2020-1.pdf>

Serviço Regional de Estatística dos Açores. (2022). Leite de vaca recolhido diretamente da produção – Litro. Disponível em: <https://srea.azores.gov.pt/ReportServer/Pages/ReportViewer.aspx?%2fRelatoriosVarios%2f06.LeitedeVacarecolhidodirectamentedaProducao&rs:Command=Render>

Von Stein, L. R. 2019. The potential of *Ulva* diversity in southern Portugal for a sustainable food and feed industry. Tese de Mestrado, Universidade de Algarve. Faro, Portugal.

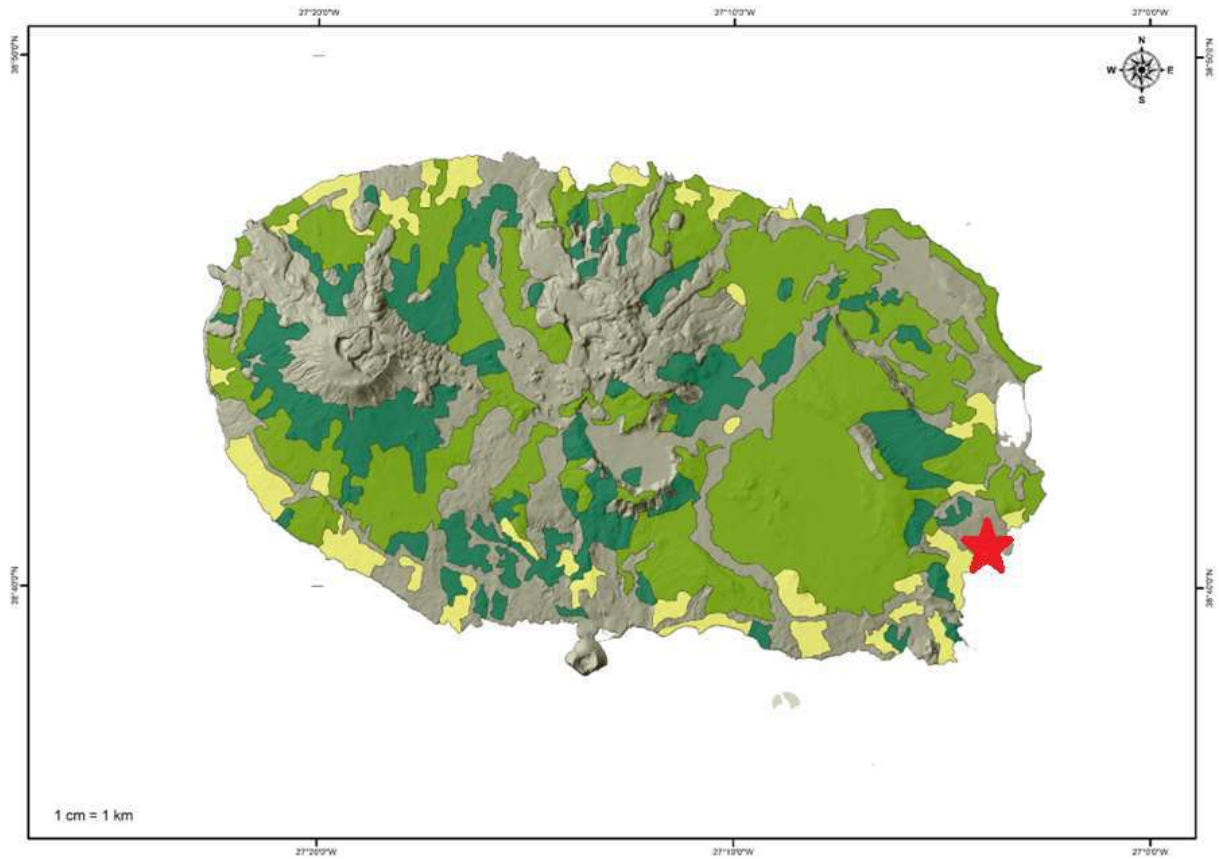


Figura 1 – Mapa de localização do Porto de São Fernando na Ilha Terceira (coordenadas: 38.67679498555078, -27.0638087693126) onde foram recolhidas as amostras.

Tabela 1 – Teor de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinza bruta das macroalgas.

	<i>Asparagopsis taxiformis</i>	<i>Asparagopsis armata</i>	<i>Ulva rigida</i>	<i>Ulva compressa</i>
Matéria Seca (%)	6,55 ^a	7,68 ^a	14,94 ^b	13,58 ^b
Proteína Bruta (g/100g MS)	22,69 ^a	24,23 ^a	23,66 ^a	25,76 ^a
Extrato Etéreo (g/100g MS)	0,53 ^b	0,38 ^a	1,09 ^c	1,77 ^d
Cinza Bruta (g/100g MS)	37,50 ^a	36,70 ^a	30,98 ^b	36,33 ^a

Tabela 2 – Valores da fração fibrosa das macroalgas

	<i>Asparagopsis taxiformis</i>	<i>Asparagopsis armata</i>	<i>Ulva rigida</i>	<i>Ulva compressa</i>
Fibra em Detergente Neutro (g/100g MS)	69,81 ^b	37,88 ^a	43,45 ^a	39,65 ^a
Fibra em Detergente Ácido (g/100g MS)	15,05 ^c	12,04 ^a	18,17 ^b	12,71 ^a
Lenhina em Detergente Ácido (g/100g MS)	4,01 ^d	10,24 ^a	8,32 ^{a,c}	11,65 ^a
Hemicelulose (g/100g MS)	54,76 ^b	25,84 ^a	25,28 ^a	26,94 ^a
Celulose (g/100g MS)	11,04 ^b	1,08 ^a	9,85 ^c	1,06 ^a

INCORPORAÇÃO DE SILAGEM E PÓS-BIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PORCAS IBÉRICAS

Fermín López-Gallego^{a*}; Waldo García-Jiménez^b; Javier García-Gudiño^a e Alejandro López de los Santos^c

^a Centro Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). A-5, km 372, 06187 Guadajira, Badajoz (Espanha)

^b Innovación en Gestión y Conservación de Ungulados S.L. Calle Miguel Servet 11-13. Parque Empresarial Mejostilla, 10004 Cáceres (Espanha)

^c Solano Veterinaria y Nutrición S.L. Calle del Palo, 12. 06800 Mérida, Badajoz (Espanha) *fermin.lopez@juntaex.es

Resumo

A inclusão de silagem de polpa de tomate e girassol alto oleico (Ds) como suplemento à ração convencional (Di) ou a incorporação de pós-bióticos (Dp) na ração convencional foi avaliada nos parâmetros produtivos e de saúde de porcas ibéricas e seus leitões. O mesmo nível de consumo médio diário de concentrado entre os diferentes grupos experimentais (1,57 kg MS/porca, d) e de silagem (1,94 kg MS/porca, d), leva a um aumento do custo da ração nos grupos experimentais suplementados com pós-bióticos ou silagem, 4% e 15% mais, respetivamente, em comparação com a dieta de controlo (0,743 €/porca, d), relacionado com diferenças significativas no peso das porcas suplementadas com silagem, tanto no final do período de parto ($p=0,002$) como ao desmame ($p=0,004$). O ajuste isotrópico da ingestão diária de MS pode reduzir o concentrado devido à suplementação com silagem em até 50%, equivalente a uma diminuição de até 40% do custo diário da ração.

Os pesos tanto das porcas ibéricas suplementadas com silagem como dos seus leitões são superiores aos dos restantes grupos experimentais. Não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros reprodutivos e os parâmetros hemáticos e bioquímicos sanguíneos das porcas ibéricas encontravam-se dentro dos valores normais para a espécie suína nos três grupos experimentais. Por conseguinte, a silagem é uma alternativa nutricional ótima para alcançar uma produção de suínos mais sustentável.

Palavras-clave: Nutrição, porca, pós-biótico, ensilagem, tomate, girassol

Introdução

A recomendação de limitar o uso de antibióticos na pecuária apenas para fins terapêuticos, incentiva novas estratégias antimicrobianas mediante alimentos bioativos ou estratégias nutricionais que atuem sobre o sistema imunitário, modulando a resposta aos agentes patogénicos e reduzindo o uso de antibióticos. Nesse sentido, a combinação de ingredientes funcionais e aditivos que melhoram a digestão e absorção de nutrientes e a resposta imunológica do animal (Soraci., 2010), são alternativas interessantes para a suinocultura.

Há estudos que mostram que a alimentação das porcas com dietas que favorecem a abundância de bactérias degradadoras de fibras e produtoras de acetato, propionato e butirato está associada a uma redução dos fenómenos de estresse oxidativo (Liu et al., 2021). A dieta da porca também influenciará diretamente no estabelecimento duma microbiota saudável durante as primeiras horas de vida dos seus leitões. Neste contexto, os pós-bióticos são produtos inovadores que contêm os subprodutos metabólicos bioativos e componentes estruturais bacterianos obtidos a partir de fermentação microbiana controlada (Bravo et al., 2020). São fundamentalmente considerados não patogénicos, não tóxicos, com a capacidade de resistir à hidrólise realizada por enzimas dos mamíferos (Koleilat, 2019).

Atualmente, existem poucos conhecimentos sobre a utilização de pós-bióticos em porcas, e o seu impacto sobre os indicadores produtivos e sobre a sua participação no desenvolvimento duma microbiota saudável nos leitões. Ainda menos se conhece sobre o uso de silagem na alimentação de porcas como uma estratégia sustentável para as rações tradicionais, devido ao seu baixo custo e para fazer dietas com restrição de energia ricas em fibras alimentares com benefícios no bem-estar, saúde e comportamento, e contribuindo na redução da incidência de doenças entéricas e estereotípias (López García et al. 2017). Investigações recentes têm demonstrado efeitos positivos da fibra alimentar na nutrição de suínos, que ao ser fermentada pelos micróbios intestinais, modula positivamente o ambiente intestinal e assim melhora a saúde intestinal (Lindberg, 2014), além do efeito de saciedade prolongada e sobre a obstipação (Oliviero et al., 2009).

A polpa de tomate fresco contém compostos bioativos. Um destes fitoquímicos mais estudados são os polifenóis, que se caracterizam por atividades antioxidantes (Skinner et al., 2018), antimicrobianas (Bobinaité et al., 2020), anti-inflamatórias (Abbasi-Parizad et al., 2020) e antidiabéticas (Costabile, et al., 2019). Além disso, a polpa de tomate fresco é rica em fibras alimentares e compostos bioativos (licopeno, beta-carotenoides,

tocoferóis, polifenóis e terpenos), sendo uma fonte natural de carotenoides antioxidantes dietéticos (Rao et al., 1998), e a semente do tomate fresco contém elevados níveis de proteína, aminoácidos essenciais (Kehili et al., 2016) e gordura rica em ácidos gordos insaturados, principalmente ácidos linoleico e oleico (Peiretti et al., 2013).

A sua reutilização como subproduto está em consonância com a economia circular e é um dos princípios do Green Deal da UE para melhorar a eficiência dos recursos e reduzir a poluição.

A alteração do processo de fermentação (de bactérias lácticas e leveduras) durante o processo de ensilagem da polpa de tomate, especialmente para a produção de ácido láctico em etanol, pode ser reduzida e controlada pela adição de bactérias precursoras, modificando as características da silagem e alterando o seu conteúdo e composição de ácidos orgânicos, matéria digestível e pH (Tuoxunjiang et al. 2020). Na silagem, a formação de peroxidação lipídica e de subprodutos da peroxidação lipídica pode ser prevenida pelos efeitos das moléculas antioxidantes, que mantêm o sabor, a cor e a qualidade da silagem durante a produção e o armazenamento (Bursal et al., 2013). Esta silagem pode complementar os concentrados convencionais na formulação de dietas funcionais enriquecidas com antioxidantes (Kalogeropoulos et al., 2012), e as suas moléculas bioativas, ácidos gordos insaturados e compostos antioxidantes, atuam para melhorar a imunidade e a saúde das porcas (Salami et al., 2019).

Também são escassos os estudos sobre a utilização da silagem de girassol forrageiro com elevado conteúdo de ácido oleico na alimentação de porcas com dietas ricas em fibras. O girassol forrageiro fornece um valor adequado de matéria seca, um elevado nível de proteínas, um baixo nível de fibras e é rico em cálcio (Fedna, 2016). O aumento da fibra fermentável mediante a ensilagem do girassol forrageiro tem um potencial para mitigar a emissão de amoníaco no chorume de suínos (Nguyen et al., 2019) e como suplemento proteico na alimentação de suínos (Fasuyi, 2010) aumenta o NH₃-N e o N solúvel em água, e os principais anti-nutrientes (fitina, tanino, oxalato, alcaloide e flavonoide) reduzem-se gradualmente com o aumento da duração da ensilagem.

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos em diferentes parâmetros produtivos e sanitários da porca ibérica (desde a cobertura até ao desmame) da inclusão de pós-bióticos (Dp) na ração convencional de gestação-lactação (Di) e da sua suplementação com silagem (Ds) de polpa de tomate até ao parto e silagem de girassol alto oleico durante a lactação.

Material e Métodos

Concepção Experimental: Animais e Dietas Experimentais

Foram controladas trinta e três porcas ibéricas adultas procedentes da suinicultura experimental Valdesequera (39°03'14.4 "N 6°50'47.1 "W, Badajoz, Espanha) em todo o seu ciclo produtivo, desde a cobrição até o desmame. O ensaio experimental mantém como fator fixo o manejo da alimentação convencional de gestação e lactação, e como fator de variação o tipo de alimentação racionada nas porcas, com três níveis: ração convencional (Di), ração convencional incorporando um pós-biótico (Ingubal Swine®, 2kg/Tonelada) suíno (Dp) e ração convencional com a utilização de silagem de polpa de tomate (ST) na gestação, para facilitar a administração na gestação extensiva em cerdas ibéricas e girassol alto oleico (SG) na lactação como complemento (Ds), com o objetivo de aumentar o bem-estar animal das cerdas através do aumento da ingestão de fibra.

A tabela 1 apresenta os valores nutricionais dos alimentos utilizados nas rações experimentais.

As silagens (Tabela 1) de polpa de tomate fresco misturada com palha de cereais (6% peso bruto) picada (McDonald et al., 1991), e girassol forrageiro alto oleico (Caleya®) de planta inteira picada (2-4 cm), foram inoculados com bactérias iniciadoras (Li et al, 2017) para controlar a fermentação e a qualidade da silagem, favorecendo a acumulação de ácido láctico e acético, de hidratos de carbono solúveis em água e de proteína bruta, reduzindo os níveis de azoto amoniacal e não tendo qualquer efeito sobre o conteúdo de NDF. A acidez foi estabilizada (pH: 4,1) aos 50 dias de fermentação, foram compactadas e embaladas a vácuo em alta pressão (160 bar) utilizando filme.

Tratamentos sanitários e instalações

O fator de manejo sanitário é também considerado como fator fixo, foi o mesmo para todas as porcas e leitões, que receberam os tratamentos sanitários e controlos coprológicos habituais de uma fazenda comercial de porcos ibéricos.

As porcas ibéricas dos três grupos experimentais tiveram o mesmo manejo: desde o início do período de cubrição até 5 dias antes do parto são mantidas em cercados ao ar livre e racionadas diariamente: ração convencional em gestação (Di: Di_g), ração com pós-biótico (Dp: Di_{g+s}) e ração mais silagem de polpa de tomate (Ds: Di_{g+ST}). Cinco dias antes da data prevista para o parto, as porcas foram transferidas para instalações de suinicultura intensiva, sendo racionadas diariamente até ao desmame (30 dias após o parto): ração convencional de lactação (Di: Di_l), ração convencional com pós-biótico (Dp; Di_{l+s}) e ração convencional suplementada com silagem de girassol (Ds: Di_{l+SG}).

Parâmetros zootécnicos

Foram controlados os pesos individuais das porcas (balança eletrónica digital Alfex FX1) no início da cobertura (Pc), 35 dias após o fim da cobertura (Pg) e ao desmame (Pd); e dos leitões (balança eletrónica digital Kern HCB) ao nascimento (P0), com 21 dias de idade (P21) e ao desmame (Pd). Foram também monitorizados os consumos das diferentes dietas experimentais. Foram também registados os parâmetros reprodutivos (fertilidade e prolificidade), produtivos (mortalidade dos leitões) e económicos (custos de alimentação).

Parâmetros hematológicos e bioquímicos zootécnicos

Foram colheitas amostras individuais de sangue total e de soro sanguíneo, mediante punção do seio cavernoso, em tubos com EDTA para análise hematológica e em tubos com ativador da coagulação para determinação dos parâmetros bioquímicos das porcas ibéricas participantes ao desmame. As amostras foram transportadas a 4°C e mantidas refrigeradas até ao processamento no laboratório, onde o soro sanguíneo foi obtido por centrifugação a 3000 rpm. Os hemogramas foram realizados utilizando um analisador hematológico (Celltac α MEK-6550, Nihon Kohden) para diferentes parâmetros bioquímicos (contagem de glóbulos vermelhos (RBC), hemoglobina (HGB), hematócrito (HCT), contagem de leucócitos (LEU), linfócitos (LIN), neutrófilos (NEU) e eosinófilos (EOS)). Para as análises bioquímicas, foi utilizado um analisador automático de química clínica (Biosystem A15) para determinar o perfil proteico (proteínas totais (PRO), albumina (ALB), ureia (URE)) e outros parâmetros de perfil geral, como a fosfatase alcalina (ALP-AMP) e a desidrogenase láctica (LDH).

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa Statgraphics Centurion XVI p GLM simple, através da análise de variância explicada como efeito das dietas experimentais das porcas (Dj). O efeito significativo é fixado por comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As respostas dos grupos são analisadas por análise de médias e comparação relativa.

Resultados e Discussão

Parâmetros zootécnicos

A evolução do peso vivo das porcas ibéricas começou sem diferenças de peso no início do período de cobertura (Pc). Não obstante, foram observadas diferenças significativas entre as diferentes dietas estudadas (Figura 1), tanto aos $35 \pm 0,5$ dias de gestação (Pg;

$p=0,002$) como ao desmame (Pd; $p=0,004$). Consequentemente, em comparação com as porcas alimentadas com a dieta de controlo (Di), verifica-se um aumento do peso das porcas no final do período de cobrição de mais de 10% no grupo pós-biótico (Dp) e de mais de 18% no grupo suplementado com silagem de polpa de tomate (Ds). Enquanto o peso das porcas ao desmame aumentou mais de 12% no grupo pós-biótico e mais de 22% no grupo da silagem. O aumento de peso dos grupos citados está relacionado com o efeito do pós-biótico, já que favorece uma microbiota mais saudável e, portanto, uma melhor absorção de nutrientes (García-Jiménez et al., 2023), além do efeito antioxidante da polpa de tomate na silagem (Rao et al., 1998), como fonte natural de carotenóides e, portanto, contrastando o potencial efeito pró-oxidativo de um excesso de PUFA no músculo.

A evolução do peso corporal das porcas deve-se ao padrão alimentar das dietas experimentais (Tabela 2) com o mesmo nível intergrupo de ingestão média de ração de base (1,57 kg MS/porca, d) e sendo um dos grupos suplementado com silagem (1,94 kg MS/porca, d). A melhoria da ingestão e o aumento do peso vivo estão relacionados com o conteúdo proteico da polpa de tomate, bem como com a capacidade antioxidante nos animais (Shengyong et al., 2019). Outra investigação (Caluya et al., 2000) demonstrou que a incorporação de 6% de polpa de tomate fresco aumenta significativamente o consumo de ração e reduz o custo económico da ração por aumento de quilo de peso corporal.

Ajustando os consumos ao aporte isoproteico (22,5%/kg MS de ingestão) e isoenergético (3,2 Mcal EN/kg MS de ingestão) em cada fase fisiológica, implicaria (Tabela 3) níveis de ingestão de matéria seca (kg MS/d) com uma redução da ração base ao substituir por silagem em termos de MS (até 40%-60%). Biondi et al. (2020) demonstraram que a substituição de 15% de milho por polpa de tomate não afectou o crescimento e a capacidade antioxidante do músculo, embora o teor de gordura intramuscular tenha diminuído. Seria necessário estudar este efeito na inclusão de silagem de polpa de tomate e girassol em cerdas ibéricas.

Em termos económicos, o custo da alimentação de uma porca durante todo o ciclo de produção foi de 0,45 euros/dia. Considerando o ajuste da ingestão isoprotéica e isoenergética, seria possível determinar uma possível margem de redução do custo diário da ração de até 40% na dieta suplementada com silagem, em comparação com um aumento de 4% na dieta com probióticos, em relação à dieta controle. A diminuição de custos nas dietas de suínos com silagem de tomate (Wilkinson, 2011), pode estar relacionada com uma maior quantidade de fibra (40% da MS), apesar do baixo valor

nutricional devido aos níveis mais baixos de energia das silagens (1,4-1,9 Mcal EN/kg de ingestão), em comparação com os concentrados convencionais (3,3 Mcal EN/kg de ingestão) com alto conteúdo de amido ou proteína (Woyengo et al., 2014). Em termos de parâmetros reprodutivos, não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes grupos de estudo. Por outro lado, a evolução do peso corporal dos leitões (Tabela 4) mostra diferenças significativas entre as dietas experimentais. Tanto no peso ao nascimento ($p=0,012$), peso às 24 horas de vida ($p=0,001$), peso aos 21 dias de vida ($p=0,001$) e peso ao desmame ($p=0,009$), obtendo melhores resultados em leitões de porcas suplementadas com silagem, devido à acréscimo alimentar, que terá influenciado positivamente a saciedade dos animais, com o menor stress associado, pode ter tido influencia no melhor desempenho dos animais. Seria necessário estudar este efeito na inclusão de silagem de polpa de tomate e girassol no bem-estar das cerdas ibéricas. Da mesma forma, o aumento de peso diário (Tabela 4) em leitões de porcas suplementadas com silagem é significativo ($p=0,006$) aos 21 dias de idade (G21-0) e com tendência ($p=0,095$) ao desmame (Gd-0). Este facto pode estar relacionado com os resultados obtidos por Meng et al. (2022) em leitões desmamados precocemente (21 dias) suplementados com licopeno, que os relaciona com a melhoria da morfologia intestinal, altura das vilosidades, relação vilosidade/cripta e abundância de microbiota benéfica.

Parâmetros hematológicos e bioquímicos

A análise dos parâmetros hematológicos das porcas ao desmame (Tabela 5), mostra os valores médios de cada parâmetro hemático, cumulativos dos efeitos das dietas experimentais (Dj) ao longo do ciclo de produção. Os parâmetros hematológicos estão todos dentro dos limites normais para suínos nos três grupos experimentais, o que indica a segurança alimentar dos suplementos alimentares utilizados (Khan, 2008).

Não foram observadas diferenças significativas em nenhum destes parâmetros entre as dietas. No entanto, na série vermelha, o aumento numérico dos níveis de hemoglobina e hematócrito foi observado nas porcas suplementadas com o pós-biótico (Dp: +5% e +11%, respetivamente) e com silagem (Ds: +5% e +12%), em relação ao grupo de controlo. Isto poderia ser o reflexo de uma melhor recuperação do peso destes dois lotes ao desmame, o que indicaria uma melhor oxigenação do sangue e um menor risco de anemia. Da mesma forma, em relação ao controlo, a série branca mostra níveis mais elevados de leucócitos, linfócitos e eosinófilos nas porcas suplementadas com silagem (Ds: +8%, 16% e +19%), e apenas em linfócitos (+21%) nas que incorporam o pós-biótico (Dp) na ração.

Com relação aos parâmetros bioquímicos sanguíneos, os valores encontravam-se dentro dos intervalos de referência para a espécie porcina (Tabela 6), com exceção dos valores normais para as proteínas totais (PRO) e especialmente para a LDH em todos os grupos experimentais, mas especialmente no grupo de controlo (Di), o que poderia estar relacionado com possíveis danos nos tecidos.

A única diferença significativa ($p=0,030$) observada foi a excreção de ureia no sangue das porcas, com uma redução em Ds (-19%) e um aumento em Dp (+4%), em relação ao grupo de controlo (Di), embora ambos valores estejam dentro dos limites normais para a espécie porcina, o que poderia ser explicado por uma melhor absorção e metabolismo das proteínas incluídas na dieta com silagem. Os níveis de albumina foram mais elevados (+5%) na dieta Ds em comparação com o controlo (Di), que tem o mesmo valor que o pós-biótico (Dp). Por outro lado, observa-se um aumento (+4%) dos níveis de ALP nas porcas de Dp e Ds, o que pode estar relacionado com a melhor recuperação de peso ao desmame nas porcas ibéricas destes grupos.

De acordo com Yang et al. (2018), a incorporação de polpa de tomate em dietas de porcas melhorou as atividades antioxidantes e bioquímicas (aumento de GSH-Px, glicose, proteína total e globulina). Por outro lado, a suplementação com licopeno (Fachinello et al., 2020) aumenta a superóxido dismutase no fígado e diminui o colesterol total, LDL, HDL e LDL:HDL, assim como a expressão do gene da catalase e as concentrações plasmáticas de ureia e triglicédeos.

Conclusões

O consumo de silagem suplementada com a ração base apresenta o maior aumento de peso corporal nas porcas ibéricas em comparação com as restantes dietas experimentais, sendo maior o ganho de peso das porcas ibéricas com uma dieta suplementada com probióticos em comparação com as porcas alimentadas com a ração base. O ajuste isoproteico e isoenergético das dietas experimentais mais benéficas (suplementadas com silagem ou probióticos) reduziria o consumo de ração das porcas ibéricas, reduzindo o custo de alimentação (até 40%) ao longo do ciclo produtivo da porca ibérica. O desempenho dos animais neste estudo, não são conhecidas. Os pesos dos leitões das porcas suplementadas com silagem foram mais elevados ($p<0,005$). Os parâmetros hemáticos e bioquímicos do sangue das porcas ibéricas estão dentro dos valores normais para a espécie suína e não se observaram diferenças significativas entre os grupos experimentais. Assim, as diferentes dietas estudadas não interferem de forma negativa no metabolismo da porca ibérica.

Agradecimentos

Este trabalho é parte do projeto IDA1-21-0100-3 “Alternativas empresariales al uso de antibióticos en diferentes fases productivas del porcino ibérico”, apoiado pela Junta de Extremadura através do FEDER. Agradecimentos ao pessoal de campo da fazenda Valdesequera.

Bibliografia

Abbasi-Parizad, P.; De Nisi, P.; Adani, F.; Sciarria, T.P.; Squillace, P.; Scarafoni, A.; Iametti, S. and Scaglia, B. (2020). Antioxidant and anti-inflammatory activities of the crude extracts of raw and fermented tomato pomace and their correlations with aglycatepolyphenols. *Antioxidants*, 9, 179.

Biondi, L.; Luciano, G.; Cutello, D.; Natalello, A.; Mattioli, S.; Priolo, A.; Lanza, M.; Morbidini, L.; Gallo, A. and Valenti, B. (2020). Meat quality from pigs fed tomato processing waste. *Meat Sci.* 159, 107940.

Bobinaitė, R.; Grootaert, C.; Van Camp, J.; Šarkinas, A.; Liaudanskas, M.; Žvikas, V. and Viškėlis, P. (2020). Rimantas Venskutonis, P. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of the extracts isolated from the pomace of rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.). *Food Res. Int.*, 136, 109310.

Bravo, M., Risco, D., Gonçalves, P., García-Jiménez, W.L., Arenas, V., Cerrato, R. y Fernández Llarío, P. (2020). Posbióticos, la alternativa a la utilización de antibióticos. *Mundo Ganadero*, pp. 22 - 25. Eumedia, 30/07/2020.

Bursal, E.; Köksal, E.; Gülçin, I.; Bilsel, G. and Gören, A.C. (2013). Antioxidant activity and polyphenol content of cherry stem (*Cerasus avium* L.) determined by LC–MS/MS. *Food Res. Int.* 2013, 51, 66-74.

Caluya, R.; Sair, R. and Balneg, B. (2000). Fresh tomato pomace (FTP) as good feed for growing and fattening pigs. *Highlights* 99, 100, 143.

Costabile, G.; Vitale, M.; Luongo, D.; Naviglio, D.; Vetrani, C.; Ciciola, P.; Tura, A.; Castello, F.; Mena, P. and Del Rio, D. (2019). Grape pomace polyphenols improve insulin response to a standard meal in healthy individuals: A pilot study. *Clin. Nutr.* 38, 2727–2734.

Fachinello, M.R.; Gasparino, E.; Partyka, A.V.S.; de Souza, K.A.; Castilha, L.D.; Huepa, L.M.D.; Ferreira, L.F.M. and Pozza, P.C. (2020). Dietary lycopene alters the expression of antioxidant enzymes and modulates the blood lipid profile of pigs. *Anim. Prod. Sci.* 60, 806–814.

- Fasuy,i A.O.; Dair, F.A.S. and Ibitayo, F.J. (2010). Ensiling wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves with sugar cane molasses. *Livest. Res. Rural Dev.* 22:42.
- FEDNA (2016). *Tablas Forrajes y Subproductos Fibrosos Húmedos*. <https://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>.
- Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Pyriochou, V., Peristeraki, A., and Karathanos, V. T. (2012). Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. *LWT - Food Science and Technology*, 49, 213-216.
- Kehili, M., Schmid, L. M., Reynolds, W., Zammel, A., Zetzl, C., Smirnova, I. and Sayadi, S. (2016). Biorefinery cascade processing for creating added value on tomato industrial by-products from Tunisia. *Biotechnology for Biofuels*, 9, 261.
- Khan, C.M. (2008). *Manual Merck Veterinaria*. Sixth edition.
- Koleilat, A. (2019). Beyond probiotics the Postbiotics. *Gastroenterol. Hepatol. Open Access*. 10:324–326.
- Li, P.; Shen, Y.; You, M.; Zhang, Y.; Yan, J.; Li, D. and Bai, S. (2017). Effect of grape pomace on fermentation quality and aerobic stability of sweet sorghum silage. *Anim. Sci. J.* 88, 1523–1530.
- Lindberg J.E. (2014). Fiber effects in nutrition and gut health in pigs. *J Anim Sci Biotechnol* 5(1):15.
- Liu, B., Zhu, X., Cui, Y., Wang, W., y cols. (2021). Consumption of Dietary Fiber from Different Sources during Pregnancy Alters Sow Gut Microbiota and Improves Performance and Reduces Inflammation in Sows and Piglets. *mSystems* 6 (1): e00591-20.
- López-García, A.; Fernández-Barroso, M.A.; García-Casco, J.M.; Carballo, C.; Muñoz, M. y González, E. (2017). Utilización de subproductos agrícolas en la dieta de cerdos ibéricos cruzados y su influencia en caracteres de calidad de la carne. XVII Jornadas sobre Producción Animal. AIDA CyP. 27.
- García-Jiménez, W.L y cols. (2023). Reducción de la mortalidad de lechones neonatos en cerdas ibéricas suplementadas con posbióticos. *Tierras Porcino* 002.
- McDonald, P.; Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991). *The Biochemistry of Silage*, 226 pp. John Wiley & Sons. Chchester.
- Meng, Q.; Zhang, Y.; Li, J.; Shi, B.; Ma, Q. and Shan, A. (2022). Lycopene Affects Intestinal Barrier Function and the Gut Microbiota in Weaned Piglets Via Antioxidant Signaling Regulation. *J. Nutr.* 2022, 152, 2396–2408.

Nguyen, Q.H.; Le, P.D.; Chim, C.; Le N.D. and Fievez, V. (2019). Potential to mitigate ammonia emission from pig slurry by increasing dietary fermentable fiber through inclusion of tropical byproducts in practical diets for growing pigs. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* 32: 754-584. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0481>.

Oliviero C., Kokkonen T., Heinonen M., Sankari S. and Peltoniemi O. (2009). Feeding sows with high fibre diet around farrowing and early lactation: impact on intestinal activity, energy balance related parameters and litter performance. *Res Vet Sci* 86(2):314e9.

Peiretti, P. G., Gai, F., Rotolo, L., Brugiapaglia, A. and Gasco, L. (2013). Effects of tomato pomace supplementation on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. *Meat Science*, 95, 345-351.

Rao, A. V., Waseem, Z. and Agarwal, S. (1998). Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Research International*, 31, 737-741.

Salami, S. A., Luciano, G., O'Grady, M. N., Biondi, L., Newbold, C. J., Kerry, J. P., and Priolo, A. (2019). Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 37-55.

Shengyong, L.; Shengchang, C.; Haixia, L.; Siwaporn, P.; Nittaya, T.; Weerada, M.; Jariya, S.; Boontum, S.; Thakun, S.; Pawinee, A.; Sorasak, T. and Pramote P. (2022). Sustainable Valorization of Tomato Pomace (*Lycopersicon esculentum*) in Animal Nutrition: A Review. *Animals* 2022, 12, 3294. doi.org/10.3390/ani12233294. www.mdpi.com/journal/animals.

Skinner, R.C.; Gigliotti, J.C.; Ku, K.M. and Tou, J.C. (2018). A comprehensive analysis of the composition, health benefits, and safety of apple pomace. *Nutr. Rev.* 2018, 76, 893-909.

Soraci, R. (2010). Uso estratégico de aditivos: impacto sobre el equilibrio y salud gastrointestinal del lechón. 2010 *Analecta Veterinaria*, vol. 30.

Tuoxunjiang, H.; Yimamu, A.; Li, X.Q.; Maimaiti, R. and Wang, Y.L. (2020). Effect of ensiled tomato pomace on performance and antioxidant status in the peripartum dairy cow. *J. Anim. Feed Sci.* 29, 105-114.

Wilkinson, J. M. (2011). Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal*, 5, 1014–1022.

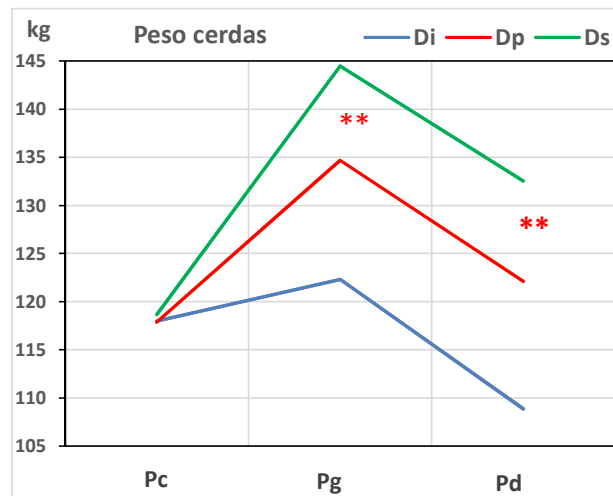
Woyengo T.A., Beltranena E. and Zijlstra R.T. (2014). Nonruminant nutrition symposium: controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: a review. *J Anim Sci* 92(4):1293e305.

Tabela 1. Composição nutricional das rações de base (Dj) e das silagens (S) para porcas gestantes (g) e lactantes (l).

Dj	MS	Ce	pH	EN	PB	GB	FB	FND	FAD	Ly	Me	vE
Di_g	89.0	5.7		2.14	13.7	2.7	7.5			0.60	0.24	3.30
Di_l	88.8	5.8		2.16	16.1	3.5	5.7			0.82	0.26	3.28
ST	39.0	4.1	4.1	1.69	13.9	4.8	41.4	58	51			
SG®	37.0	9.2	4.2	1.71	10.5	20.9	27.4	42	36	0.65	0.21	

MS: matéria seca (%); Ce: cinzas (%/MS); EN: energia líquida porcas (Mcal/kg MS); PB: proteína bruta (%/MS); GB: gordura bruta (%/MS); GF: fibra bruta (%/MS); NDF: fibra detergente neutra (%/MS); ADF: fibra detergente ácida (%/MS); Ly: lisina (%/MS); Me: metionina (%); vE: vitamina E (mg/kg MS)

Figura 1. Evolução do peso corporal médio das cerdas durante o estudo.



Pc: início da cobertura; Pg: 35 dias após o fim da cobertura; Pd: desmame; Di: ração convencional; Dp: ração com incorporação de pós-bióticos; Ds: silagem

Tabela 2. Média ponderada do consumo diário de ração e silagem (kg/d), por fase fisiológica

	d	Di	Dp	Ds	ST	SG
Cobrição	15	2.00	2.00	2.00	2.00	
1º m Gestação	34	1.76	1.76	1.76	1.86	
2º-3º m Gestação	62	1.51	1.51	1.51	2.19	
Parto+Lactação	41	2.00	2.00	2.00		3.09
Ciclo Produtivo	152	1.75	1.75	1.75	2.06	3.09

d: dias

Tabela 3. Ajuste isoprotéico (PB) e isoenergético das ingestões médias diárias ponderadas (kg MS/d), por estágio fisiológico

	d	EN	PB	Di	Dp	Ds	ST	SG	Ds+S^J
Cobrição	15	3.5	24.9	1.80	1.80	1.02	0.78		1.80
1º m Gestação	34	3.1	21.9	1.58	1.58	0.86	0.73		1.58
2º-3º m Gestação	62	2.5	18.8	1.36	1.36	0.51	0.85		1.36
Parto+Lactação	41	4.2	28.9	1.80	1.80	1.05		1.14	2.19
Ciclo Produtivo	152	3.2	22.8	1.57	1.57	0.78	0.80	1.14	1.68

d: dias; EN: energia líquida, porcas (Mcal/kg MS); PB: proteína bruta (% MS)

Tabela 4. Evolução dos pesos (kg) e do aumento de peso (g/d) dos leitões

	N	Pn	n	P0	n	P21	G21-0	n	Pd	Gd-0
Di	93	1.32±0.05 ^{ab}	90	1.33±0.02 ^b	83	5.16±0.11 ^a	183±5 ^{ab}	83	7.29±0.16 ^b	188±5
Dp	86	1.19±0.06 ^a	65	1.18±0.03 ^a	58	4.84±0.15 ^a	176±6 ^a	58	6.64±0.22 ^a	177±7
Ds	68	1.43±0.05 ^b	67	1.45±0.02 ^c	64	5.58±0.13 ^b	197±6 ^b	63	7.50±0.19 ^b	196±5

média±erro padrão; letra: diferença entre linhas média significativa (p<0,05)

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros sanguíneos das porcas ibéricas ao desmame

Perfil		VR	Und.	n	Di	n	Dp	n	Ds
Série Vermelha	RBC	5.1-8.0	10 ⁶ /μl	10	6.9±0.1	8	6.8±0.1	9	6.9±0.2
	HGB	10.0-17.0	g/dl	10	13.5±0.5	8	14.2±0.3	9	14.2±0.3
	HCT	29.0-46.0	%	10	40.4±3.4	8	44.9±0.8	9	45.1±1.2
Série Branca	LEU	10.6-24.0	10 ³ /μl	10	11.8±0.6	8	12.2±1.1	9	12.8±0.5
	LIN	2.3-8.9	10 ³ /μl	10	3.8±0.3	8	4.6±0.4	9	4.4±0.2
	NEU	1.6-10.8	10 ³ /μl	10	7.1±5.1	8	6.7±0.7	9	7.3±0.2
	EOS	1.0-13.0	10 ³ /μl	10	0.7±0.1	8	0.7±0.1	9	0.9±0.1

VR: valores de referência; Und.: unidades; RBC: glóbulos vermelhos; HGB: hemoglobina; HCT: hematócrito; LEU: leucócitos; LIN: linfócitos; NEU: neutrófilos; EOS: eosinófilos; Média±erro padrão; letra diferente: diferença entre colunas média significativa (p<0,05)

Tabela 6. Valores médios dos parâmetros bioquímicos das porcas ibéricas ao desmame

Perfil		VR	Und.	n	Di	n	Dp	n	Ds
Proteico	PRO	5.3-7.9	g/dl	10	8.6±0.6	8	8.3±0.6	9	8.5±0.3
	ALB	1.9-3.7	g/dl	10	2.8±0.1	8	2.8±0.1	9	3.0±0.1
	URE	21.4-64.2	mg/dl	10	33.6^{ab}±206	8	36.4^b±2.7	9	27.2^a±1.4
Geral	ALP	118-395	UI/l	10	69.0±5.8	8	71.8±6.1	9	71.6±7.2
	LDH	380-634	UI/l	10	1442±124	8	1338±88	9	1381±117

VR: valores de referência; Und.: unidades; PRO: proteína total; ALB: albumina; ALP: fosfatase alcalina; ALP: fosfatase alcalina; LDH: lactato desidrogenase; média±erro padrão; letra diferente: diferença entre colunas média significativa (p<0,05).

**O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO BEM-ESTAR E
PRODUTIVIDADE DOS BOVINOS LEITEIROS – REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Flávio Silva^{1,2*}, Paié-Ribeiro, J.^{1*}, Geraldo, A.², Carreira, E.², Cachucho, L.^{3,4},
Conceição, C.², Lamy, E.², Capela e Silva, F.², Pereira, A.² e Rangel-Figueiredo, MT.¹

¹Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV) & AI4AnimalS, Universidade de
Trás-os-Montes e Alto Douro

²Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento (MED) &
Change, Universidade de Évora

³ Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL)

⁴Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal (CIISA) & AI4AnimalS,
Universidade de Lisboa

*Ambos primeiros autores

*Autor de correspondência: jessicapaie@utad.pt

Resumo

As consequências das alterações climáticas (AC) são tema de crescente preocupação e debate a nível global. Dados do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, ONU, 2023) indicam a ocorrência de aumentos significativos da temperatura média à superfície terrestre. As AC na vertente “aquecimento global” podem prejudicar a saúde, o bem-estar e a produtividade dos animais de interesse zootécnico, sobretudo os de elevados índices produtivos. Impulsionada pelo crescimento socioeconómico dos países em desenvolvimento, a procura por produtos de origem animal tende a aumentar. O desafio futuro será suprir essas necessidades tendo em conta as múltiplas consequências do “aquecimento global”. São bem conhecidos os efeitos do aumento da temperatura ambiente sobre a fisiologia animal. Ao longo do tempo, várias revisões da literatura foram referindo diversas consequências adversas na produtividade e bem-estar, nomeadamente em bovinos leiteiros tanto em climas tropicais como em temperados. Os efeitos negativos observados na quantidade e composição (lactose, proteína, gordura) do leite foram atribuídos, sobretudo ao decréscimo da ingestão alimentar. Porém alterações na taxa

metabólica e no metabolismo dos hidratos de carbono são responsáveis pelos decréscimos mais do que proporcionais à redução do consumo alimentar. Outros efeitos incidiram, sobre a eficiência reprodutiva, com redução nos sinais de estro e na taxa de concepção, aumentando o intervalo entre partos. Os conhecimentos atuais permitem estimar as consequências do “aquecimento global” na atividade pecuária sendo que a mitigação dos efeitos negativos passa pela implementação de estratégias que atenuem o efeito das altas temperaturas, utilizem métodos de seleção animal adequados e o desenvolvimento de indivíduos mais resilientes para uma produção animal sustentável.

Palavras-chave: alterações climáticas, bem-estar, bovinos de leite, sustentabilidade, temperatura elevada

Introdução

A população mundial continua a aumentar, prevendo-se que em 2050 existam 9,7 biliões de pessoas. Desde 1950 até 2021, a população dos países em desenvolvimento cresceu 512%, enquanto a dos países desenvolvidos apenas 81% (Ritchie et al., 2023). Fatores como a urbanização, a globalização e o crescimento socioeconómico dos países em desenvolvimento levaram ao aumento na procura por alimentos de origem animal (FAO, 2018). Estão projetados aumentos na procura por produtos cárnicos nos países em desenvolvimento de 80% até 2030 e de 200% até 2050 (FAO, 2018). Face a estes valores, e ainda que os países desenvolvidos alterem alguns dos seus hábitos alimentares (Macdiarmid & Whybrow, 2019), é previsível a necessidade de aumentar a produção de alimentos de origem animal.

Em simultâneo, apresenta-se a “era da ebulição global” como alertou em 2023 o Secretário Geral da ONU, que coloca os ecossistemas, a biodiversidade e a segurança alimentar em risco (UN, 2023). Os programas de melhoramento genético (com grande ênfase para as vacas leiteiras), foram essencialmente conduzidos em países temperados privilegiando a seleção de caracteres produtivos, tornando os animais mais suscetíveis às alterações ambientais, pelo que hoje temos animais de reduzida versatilidade fisiológica e por isso pouco tolerantes a elevadas temperaturas.

De modo a conseguir responder às necessidades alimentares presentes e futuras num cenário de produção sustentável, a produção animal deverá enquadrar-se num cenário

onde as temperaturas ambientais serão superiores, os verões mais prolongados e onde fenómenos climatéricos extremos poderão ocorrer com maior frequência. Por isso, torna-se fulcral para as sociedades melhorar o conhecimento sobre o impacto das alterações climáticas na produção animal, bem como sobre as estratégias a adotar para reduzir o seu efeito (Rust, 2019). Neste trabalho, é efetuada uma revisão de literatura, alertando para o efeito das alterações climáticas no bem-estar e nos parâmetros reprodutivos e produtivos de bovinos leiteiros, sugerindo estratégias de adaptação e mitigação.

Caracterização climática

Os sistemas de produção agropecuários dependem em primeira instância, das condições climáticas da região onde estão inseridos. Na maioria das vezes, a quantidade e qualidade da produção está diretamente dependente da precipitação e temperatura. Com as alterações climáticas que já ocorrem um pouco por todo o globo terrestre, a frequência e intensidade de incêndios, inundações e secas tendem a aumentar (Pardo & Prado, 2020). As previsões climáticas para a Europa apontam para uma tendência geral de aquecimento, com a ocorrência de precipitação mais irregular e o aumento de períodos secos e secas extremas (Jacob et al., 2014). Esta tendência acentua-se nas regiões centro-sul da Europa, onde Portugal se situa.

No planisfério climático são referidos 11 climas principais: equatorial, subequatorial, tropical, tropical de altitude, subtropical, mediterrânico, temperado, semiárido, desértico, frio e polar (Medeiros & Vieira, 1997). Portugal é afetado predominantemente pelo clima mediterrânico. Este caracteriza-se por invernos húmidos e amenos e verões quentes e secos (Feio, 1991), onde as secas naturais são frequentes, mas têm vindo a acentuar-se nas últimas décadas tanto na duração como na frequência. A quantidade e ocorrência de precipitação no clima mediterrânico é altamente variável entre anos e dentro do próprio ano (Moreira, 2002). A título de exemplo, para a região de Évora, a temperatura média, nos meses de outubro, novembro e dezembro, tende a aumentar entre 3°C a 5°C; e, nos meses de abril, maio e junho, tende a aumentar 2°C a 3°C (Serrano et al., 2020). Já a precipitação tem vindo a diminuir nas últimas décadas, com vários anos abaixo dos 627mm (média de precipitação para Évora entre 1900 e 2007).

Regiões com características semiáridas, como é o caso de parte do território português, serão as mais afetadas pelas alterações climáticas, onde deverão ocorrer menores quantidades de precipitação e aumento da temperatura (Valverde et al., 2014). Como

consequência do aumento das temperaturas e da frequência e intensidade de secas extremas, acentuam-se os problemas relacionados com o stress térmico dos animais de produção (Pardo & Prado, 2020), aos quais se adicionam o enfraquecimento do sistema imunitário, devido ao efeito imunossupressor do stress (Dohms & Metz, 1991) e a prevalência de doenças infecciosas (Escarcha et al., 2018). O acréscimo da temperatura contribui também para a persistência, abundância e até surgimento de novos vetores que não existiam em determinadas regiões. Exemplo disso é a Doença Hemorrágica Epizootica – patologia de etiologia viral transmitida por um vetor – que foi detetada pela primeira vez em Portugal em maio de 2023 e que se verifica a afetar os bovinos, com elevadas perdas de produção.

Mecanismos homeostáticos e homeorréticos na resposta ao calor

Interação animal-ambiente

Os bovinos são homeotérmicos e como tal, são capazes de regular a sua temperatura corporal de modo a manter a homeostase, com um inerente custo metabólico. Contudo, o animal está em constante troca de calor com o ambiente que o rodeia, permutando invariavelmente de uma região de maior temperatura para uma de menor temperatura. Estas transferências processam-se sob a forma de calor sensível e latente. De forma contínua o animal troca calor com o ambiente por condução, convecção e radiação (calor sensível), por exemplo em contacto com a cama, com o ar e com a radiação solar, respetivamente. Quanto maior for o gradiente térmico entre as superfícies em permuta, maior será a quantidade de energia permutada por unidade de tempo.

Dependendo do ambiente, a taxa de dissipação de calor sensível poderá ser insuficiente (devido a um reduzido gradiente térmico), e nestes casos o animal necessita de recorrer a processos de termólise latente. Neste caso, a perda de calor é independente do gradiente térmico, e apenas dependente da pressão parcial de vapor. Assim, o animal pode permanecer num ambiente mais quente que o seu próprio corpo que consegue perder calor. Por isso desencadeiam-se mecanismos fisiológicos que ajudam a dissipar calor, como o aumento da troca de calor por evaporação, sendo frequente observar os animais com um incremento da frequência respiratória e da taxa de sudação.

Tal como outros seres homeotérmicos, os bovinos exibem o máximo do seu potencial genético num determinado intervalo de temperaturas - a zona de termoneutralidade (ZTN) – na qual não necessitam de despende energia adicional para processos relacionados com

a termorregulação. A ZTN varia de acordo com a espécie, a raça, a idade a fase produtiva do animal e com o indivíduo (Yousef, 1985). No caso dos bovinos leiteiros, especialmente os de raça Frísia, dada a sua origem em climas temperados com invernos frios e verões amenos, a ZTN apresenta temperaturas críticas inferiores e superiores baixas. A ZTN destes animais tem diminuído ao longo do tempo, consequência do crescente tamanho dos animais, da decrescente superfície específica e da crescente taxa metabólica, que tem possibilitado maior capacidade produtiva, mas que acarreta uma maior produção de calor metabólico. De acordo com vários autores (Berman et al., 1985; Johnson, 1987; Avendaño-Reyes, 2012; Manzoor, Kalkal, Ahuja, Argade, & Nazir, 2021) a ZTN de vacas Frísias situa-se entre os -5°C e os 26°C, embora deva ser considerado que o balanço térmico do animal também pode ser influenciado por outros fatores, como a humidade relativa do ar, presença de radiação solar direta e velocidade do ar. A maior produção de leite está associada a uma maior produção de calor, como a vaca leiteira apresenta uma fraca condutância com uma alta produção apresenta uma menor tolerância ao calor.

Stresse térmico agudo por calor

O stresse térmico ocorre quando a temperatura corporal do animal excede os limiares fisiológicas das espécies durante um dado intervalo de tempo, onde se verifica uma alteração não compensada de atividade normal circadiana e necessita de ativamente perder ou gerar calor, através de uma combinação de respostas comportamentais e fisiológicas (Yousef, 1985; Bernabucci et al., 2010; Becker, Collier, & Stone, 2020). Tendo em conta a ZTN dos bovinos leiteiros e as características climáticas dos locais onde estes animais são criados, o stresse térmico por calor ocorre com muito mais frequência que o stresse térmico por frio. Dependendo da severidade do stresse térmico, este pode simplesmente provocar ligeiras perdas produtivas ou levar à morte do animal.

A resposta normal ao stresse por calor é coordenada pelo centro regulador de temperatura do hipotálamo, através de mecanismos que concorrem para a homeostase térmica e que incluem, de um modo sequencial: (a) a vasodilatação cutânea, que permite uma maior irrigação sanguínea na superfície da pele e facilita na dissipação de calor do corpo para o ambiente, mormente por convecção e radiação; (b) a ativação do sistema de sudorese para aumentar a evaporação do suor e a remoção de calor da superfície corporal que já se encontra aumentada, indiretamente, pelo maior suprimento de sangue periférico às glândulas sudoríparas; (c) o aumento da frequência respiratória (FR) que permite eliminar mais calor pela superfície respiratória, especialmente quando a evaporação for um

processo de resfriamento eficaz; o mecanismo é denominado polipneia térmica; para os bovinos leiteiros considera-se como sinal de stresse térmico uma FR de 60 ou mais movimentos do flanco por minuto (d) o conseqüente aumento da frequência cardíaca (Schleger e Bean, 1971; Finch, 1986; Barnes et al., 2004; Pereira, 2004; ; Garcia et al., 2015).

As respostas comportamentais, inseridas nos comportamentos adaptativos, englobam: (a) o aumento da ingestão de água, que refresca e faz face às maiores perdas hídricas inerentes a processos de arrefecimento por evaporação; (b) a redução da atividade metabólica para minimizar a produção de calor, diminuindo a taxa de metabolismo basal ou inibindo atividades físicas intensas geradoras de calor; (c) o decréscimo da ingestão voluntária de matéria seca, comportamento seletivo alimentar, evitando alimentos grosseiros, de menor valor nutricional e de maior tempo de ruminação que, por sua vez, contribuem para ao aumento da temperatura; (d) alimentação em momentos mais frescos do dia; (e) busca por ambientes mais frescos ou sombras, e permanência nos estábulos onde as condições térmicas são mais favoráveis (Baccari Jr., 2001; Overton et al., 2002; Fraser, 2004; Pereira, 2004; Tucker e Schütz, 2009; Bernabucci et al., 2010; Atrian & Aghdam Shahryar, 2012).

Tal como se verifica em muitas outras espécies, os bovinos também podem exibir variações significativas na temperatura corporal ao longo do dia, seguindo ritmos circadianos que são influenciados por fatores como luz, temperatura e atividade. Assim, as temperaturas corporais tendem a ser mais baixas durante a madrugada e a aumentar durante o dia. Em situações de calor intenso, os valores da temperatura corporal podem permanecer elevados mesmo no final do dia, quando as temperaturas ambientais já se encontram mais baixas em termos absolutos do que nos restantes períodos do dia. A eficiência dos mecanismos fisiológicos de dissipação de calor referidos é refletida na temperatura corporal do animal, que pode ser avaliada através da temperatura retal (TR). Tal reflete a elevada inércia térmica da vaca leiteira que é a conjugação da elevada produção de calor, da elevada massa corporal, da baixa superfície específica e de mecanismos pouco eficientes de perda de calor. A medição da TR indicará o balanço térmico do animal, podendo fornecer uma noção mais exata da severidade da situação, pois cada animal é detentor de aspetos distintos de ordem morfológica (*e. g.*, massa corporal e padrão das manchas da pelagem) e fisiológica (*e. g.*, níveis basais hormonais e muitos outros), respondendo assim de forma diferente ao stresse térmico. Por norma,

durante a noite o animal poderá perder parte ou a totalidade do calor armazenado durante o dia pela via sensível, fruto de um favorável gradiente térmico. Um aumento de 1°C na TR acima do normal é suficiente para afetar a produtividade da vaca leiteira (McDowell et al., 1976; Kadzere et al., 2002).

Se a incidência do fator de stresse se fizer sentir apenas por algumas horas do dia, a condição de “stresse térmico agudo” é revertida e o animal regressa ao seu estado fisiológico anterior ao estímulo, quando este desaparecer.

Stresse térmico crónico – aclimação

O stresse térmico crónico depreende uma exigência fisiológica muito severa para o animal, por isso, quando esta situação se prolonga por dias ou semanas ou mais, o animal ajusta-se de acordo com várias etapas (Udo, 1978; Gaughan et al., 2009). Durante o *stresse térmico crónico*, e para sobreviver, o animal pode desenvolver adaptações fisiológicas e comportamentais duradouras para se ajustar melhor, segundo um processo que é descrito como aclimação. As mudanças fisiológicas graduais incluem redução da termogénese e aumento da termólise (Pereira, 2004), através de mecanismos homeorréticos, que passam por alterações morfológicas (como a modificação da pelagem) (Berman, 2011) e fisiológicas (alteração da taxa metabólica e aumento da taxa de sudação) (Gaughan et al., 2009; Bernabucci et al., 2010). Ao nível morfológico verifica-se essencialmente uma alteração das características da pelagem, no sentido de uma maior quantidade de pelos mais grossos e curtos, assim como um aumento de mais folículos pilosos, que permanecendo na fase anagénica conduz paralelamente ao aumento da irrigação das glândulas sudoríparas que é condição essencial para garantir um aumento da taxa de secreção (Udo, 1978; Berman, 2011). Verifica-se uma redução do metabolismo, verificado por níveis mais baixos das hormonas da tiróide, hormonas de crescimento e de glucocorticóides, e da ingestão de alimento, conduzindo a uma redução da produção de leite (Kadzere et al., 2002; Collier et al., 2008; Gaughan et al., 2009; Bernabucci et al., 2010). Além da redução da produção de leite, podem verificar-se perdas de eficiência reprodutiva. A menor estimulação das gonadotrofinas determina alterações nas respostas da FSH que por sua vez irá determinar picos de LH menores e mais circunscritos no tempo (Roman-Ponce et al., 1976). Ocorrem também aumentos na ingestão de água, que são respostas às tentativas de arrefecimento por transferência de massa e devido às elevadas necessidades em água devido à sudação, o que pode originar concomitantes alterações do hematócrito com situações de hemodiluição. Estas alterações morfológicas e fisiológicas

pode adquirir um caráter permanente e transmissível através da reprogramação da expressão genética que conduzem a vias de sinalização celular e processos metabólicos mais eficientes (Horowitz, 2001), muitas das vezes mediados por proteínas de choque térmico (HSP) (Bernabucci et al., 2010).

Consequências das alterações climáticas na produção e qualidade do leite

A vida produtiva de uma vaca leiteira é muito menor comparada com a expectativa de vida natural. Nas explorações leiteiras com vacas de alta produção, o desgaste fisiológico é intenso e isso reflete-se na redução da vida produtiva média das vacas, que varia de 2,5 a 4 anos. O primeiro parto ocorre geralmente aos 2 anos de idade, resultando em uma expectativa de vida total, do nascimento à morte, de aproximadamente 4,5 a 6 anos. Em comparação, a expectativa de vida natural dos bovinos leiteiros é em torno de 20 anos. Essa expectativa de vida produtiva é determinada pela saída do animal da exploração, seja por venda, refugio, eutanásia ou morte, sendo a baixa produção de leite um fator para o abate. Para manter ou melhorar a produtividade do rebanho, os produtores de leite tomarão a decisão económica de refugar vacas com produção abaixo de um determinado limite e substituí-las por vacas que se espera venham a apresentar maior produção (Fetrow et al., 2006; De Vries & Marcondes, 2020).

Dentre diversos fatores, o clima quente emerge como um dos principais elementos capazes de impactar significativamente na produção de leite, especialmente naquelas com elevados índices produtivos. Esses animais são os mais afetados pelo stresse térmico devido à intensa atividade metabólica e inerente produção de calor gerada durante a síntese do leite, a qual é diretamente proporcional ao seu nível de produção (Nasr & El-Tarabany, 2017). A exposição ao stresse térmico ocasiona na redução da ingestão de alimento, uma resposta primária e facilmente mensurada que é frequentemente associada ao declínio na produção de leite, porém, apenas 35% da diminuição da produção é causada pela redução da ingestão de alimento em bovinos de leite (Rhoads, 2023).

A exposição ao stresse térmico desencadeia alterações nos metabolitos e hormonas associados ao metabolismo bovino, que vai além da mera privação nutricional (Rhoads, 2023). Baumgard e Rhoads (2013) identificaram que a redução da produção de leite não estava apenas associada ao decréscimo da ingestão alimentar, mas que havia uma alteração significativa no metabolismo dos hidratos de carbono e alterações nos níveis de insulina, tanto basal como estimulada, e uma aparente falta de capacidade de mobilização

de gordura do tecido adiposo associada a uma resposta reduzida dos estímulos lipolíticos. Igualmente se constata alterações no metabolismo do azoto.

Com o objetivo de diferenciar os efeitos do stresse térmico crónico daqueles causados pela diminuição da ingestão de matéria seca, Almoosavi e colaboradores (2021) conduziram um estudo para avaliar esses efeitos sobre o metabolismo durante o período pré-parto, o colostro e a subsequente produção de leite. O estudo incluiu 30 vacas de raça Holstein, distribuídas aleatoriamente entre três tratamentos: (1) Condições de arrefecimento com consumo de ração *ad libitum* (CR), (2) stresse térmico com consumo de ração *ad libitum* e (3) Condições de arrefecimento com consumo alimentar reduzido. Os resultados indicaram que o grupo sujeito a stresse térmico apresentou uma redução na duração da gestação, na produção de colostro e no peso ao nascimento do vitelo em comparação com os grupos que receberam arrefecimento. A produção de leite também foi significativamente afetada, diminuindo em 21% (5 kg) nas vacas em stresse térmico e 8% (2 kg) nas vacas que receberam arrefecimento, concluindo que o stresse térmico durante o final da gestação alterou o metabolismo e a produção, sendo esses efeitos parcialmente atribuídos à redução da ingestão alimentar.

Com base na literatura, pode concluir-se que o stresse térmico exerce uma influência significativa nas respostas fisiológicas, tendo como consequência mais notável a diminuição da produção de leite, ocasionando em perdas económicas substanciais para os produtores de leite. A correlação negativa entre a produção de leite e o índice de temperatura-humidade (THI) destaca a sensibilidade das vacas ao ambiente térmico, especialmente quando esse indicador ultrapassa 68 (Sha Tao et al., 2020).

A ampliação da expectativa de vida produtiva nas vacas leiteiras surge como uma estratégia para mitigar o impacto ambiental associado à produção de leite. Rebanhos que desfrutam de uma maior longevidade produtiva necessitam de menos novilhas de reposição, resultando em uma presença mais significativa de vacas adultas, associada a uma maior eficiência produtiva. Assim, é crucial considerar as implicações ambientais dessa abordagem. Rebanhos com proporções elevadas de novilhas e vacas primíparas tendem a excretar mais fósforo e emitir mais metano por unidade de leite, em comparação com rebanhos com maior presença de vacas múltiparas (De Vries & Marcondes, 2020).

Consequências das alterações climáticas na reprodução

O aumento das temperaturas e as mudanças nos padrões climáticos têm efeitos significativos no desempenho reprodutivo, sendo as vacas leiteiras de alta produção as mais afetadas pelo stresse térmico, pois enfrentam amplas alterações fisiológicas e metabólicas, visto que a necessidade do aumento das necessidades energéticas para a lactação é maior em comparação com as necessidades antes do parto (Schüller et al., 2014; Stefanska et al., 2023).

O stresse térmico é um fator crucial que com impacto significativo na fertilidade e na sobrevivência embrionária nos bovinos leiteiros durante o período de lactação (Schüller et al., 2014; Rhoads, 2023). Embora fatores como fertilidade e qualidade embrionária sejam importantes para o resultado da gestação, muitos estudos têm sido realizados para avaliar os impactos do stresse térmico nos oócitos e no folículo ovárico (Rhoads, 2023).

De acordo com Schuller e colaboradores (2017), a exposição ao stresse térmico influenciou negativamente o tamanho do folículo durante o estro, com uma redução de 0,1 mm de diâmetro do folículo para cada ponto adicional no THI no dia do estro. Esse resultado é consistente com estudos anteriores que indicaram que, durante o stresse térmico, o folículo dominante da segunda onda inicialmente aumenta de tamanho, mas o seu crescimento desacelera ao longo do tempo, afetando negativamente no diâmetro final. Além disso, as alterações no crescimento folicular durante o stresse térmico foram associadas a uma duração mais longa do ciclo éstrico e a um aumento no fluxo sanguíneo para os ovários antes da ovulação. Alterações na composição do fluido folicular e nas concentrações de esteróides no ovário também foram observadas nesse estudo, comprovando os efeitos do stresse térmico no ciclo reprodutivo e na fisiologia ovárica (Honig et al., 2015; Roth & Wolfenson 2016; Shehab-El-Deen et al., 2010).

Stefanska e colaboradores (2023), ao investigarem o potencial impacto do stresse térmico na produtividade, fertilidade e bioquímica sanguínea de 100 vacas Holstein-Friesian, comprovaram a associação negativa entre o THI e os parâmetros de fertilidade, designadamente o atraso no primeiro estro pós-parto e intervalo entre partos prolongado. Nasr e El-Tarabany (2017) investigaram em quais fases da gestação o stresse térmico poderia influenciar mais negativamente no desempenho produtivo e reprodutivo da descendência. Os fetos foram classificados em quatro categorias, dependendo do estágio gestacional em que foram expostos ao stresse térmico no útero. Os resultados indicaram que a exposição ao stresse térmico durante o primeiro trimestre de gestação afetou negativamente a produção de leite, as reservas ováricas e o desempenho reprodutivo da

descendência. Akbarinejad e colaboradores (2017) concluíram igualmente que o stresse térmico nas vacas, especialmente durante o segundo e terceiro trimestres de gestação, tem efeitos prejudiciais na fertilidade, longevidade e reservas ovárias na descendência. Os autores verificaram que a exposição ao stresse térmico durante essas fases resultou em puerpérios mais longos, menor taxa de conceção no primeiro parto e maior proporção de reprodutores repetidos. Além disso, a concentração da hormona anti-Mulleriana (AMH), um marcador da reserva folicular, revelou-se significativamente menor nas vacas cujas mães foram expostas ao stresse térmico durante o segundo e terceiro trimestres.

Biomarcadores na avaliação do bem-estar e saúde dos animais submetidos ao stresse térmico

Existem várias abordagens para quantificar as respostas dos animais ao stresse térmico, nomeadamente através da utilização de métodos de avaliação invasivos e não invasivos. Os biomarcadores são características mensuráveis que podem ser usados como indicadores de processos biológicos, patológicos ou respostas a procedimentos terapêuticos e que podem ser utilizados como forma de avaliar determinadas patologias (Taba et al., 2005). A maioria dos potenciais biomarcadores para avaliar o stresse térmico são obtidos de forma invasiva e com base em amostras biológicas, como sangue, tecidos ou outras estruturas, sendo considerados fiáveis para avaliar os mecanismos associados ao stresse térmico. A análise do perfil hormonal em animais sob stresse térmico é um método que permite deduzir o impacto do stresse nas respostas neuro-endócrinas, onde são avaliados marcadores clássicos de stresse térmico, como o cortisol, triiodotironina (T₃) e tiroxina (T₄) (Sejian et al., 2018), sendo estes considerados potenciais biomarcadores (Maurya et al., 2019). Num estudo realizado por Yue e colaboradores (2020), cujo objetivo foi determinar o impacto do stresse térmico nos parâmetros fisiológicos, ingestão de matéria seca, produção de leite, metaboloma do leite e plasma sanguíneo, em vacas leiteiras Holstein em fase de lactação, foi referido que determinados metabolitos presentes no plasma e no leite estão envolvidos na proteólise, gluconeogénese e síntese de ácidos gordos do leite e podem ser potenciais biomarcadores em vacas de leite sujeitas a stresse térmico. Num estudo de Grelet colaboradorss (2022), onde foi feita a avaliação de biomarcadores de stresse crónico em vacas de leite, após induzir stresse durante um período de quatro semanas, verificou-se que a frutossamina sanguínea e as concentrações de cortisol no pelo podem funcionar como indicadores de stresse crónico.

Como resposta celular ao stresse térmico destacam-se as proteínas de choque térmico (HSP), que atuam como uma resposta primária de proteção celular (Hu et al., 2022). Na presença de condições adversas que originem stresse, tal como o aumento da temperatura, os níveis de HSP aumentam na corrente sanguínea (Bukau & Horwich, 1998). As HSP podem ser utilizadas como biomarcadores de stresse térmico (Sørensen, 2010), sendo a HSP70 a que possui uma maior atuação na resposta ao stresse a nível celular (Monzo et al., 2012). A saliva é utilizada como uma fonte de biomarcadores para condições fisiológicas e patológicas (Lamy, 2015). O elevado potencial da saliva como fonte de biomarcadores deve-se ao facto de possuir substâncias que frequentemente se encontram em quantidades que se relacionam com as do sangue (Lamy, Vitorino, & Amado, 2012). Lamy e colaboradores (2017), identificaram pela primeira vez a proteína de choque térmico de 70 kDa na saliva de vacas leiteiras. As concentrações salivares mais altas de HSP70 foram significativamente associadas a uma maior produção de leite e maior temperatura ambiental. A utilização da HSP70 salivar como biomarcador pode ser uma potencial ferramenta para estudos futuros sobre a termotolerância em vacas de leite. Por outro lado, em animais sujeitos a temperaturas elevadas foi observada uma maior quantidade de albumina no soro (Bernabucci et al., 2015), pelo que a presença de albumina na saliva pode ser um biomarcador de potencial produtivo e reprodutivo.

Apesar de serem utilizados métodos invasivos para obter biomarcadores de saúde e bem-estar para avaliação de stresse em bovinos de leite, a sua utilização pode ser controversa, na medida em que se pressupõe utilizar um fator adicional de stresse aos animais para obter o material biológico, o que eventualmente pode condicionar as respostas ao stresse térmico. Assim, a utilização de métodos não invasivos para avaliar o stresse térmico poderá ser uma abordagem mais promissora. Os métodos não invasivos para a avaliação do stresse térmico nos animais, nomeadamente em vacas de leite, têm sido avaliados com base em determinadas respostas comportamentais e fisiológicas, tais como a frequência respiratória, temperatura corporal e batimento cardíaco (através de sensores). O facto de serem não-invasivos garante que não é adicionado um fator externo que cause stresse adicional ao animal. Também a utilização de termografia por infravermelhos pode ser considerada outra ferramenta não invasiva para avaliar a resposta do animal ao stresse, bem como avaliar o nível da produção, a saúde e o bem-estar animal (Sejian et al., 2022).

Estudos recentes demonstraram que a utilização de amostras de fezes e pelos podem ser uma alternativa ao plasma para a avaliação dos níveis de cortisol, possuindo a vantagem

de avaliar o stresse durante períodos mais longos ao invés de avaliar situações a curto prazo, tais como as que são obtidas utilizando amostras de sangue (Idris et al., 2021). O cortisol é um biomarcador de stresse e pode ser avaliado em amostras de fezes, urina, pelo e leite (Sejian et al., 2022). No entanto, é necessário considerar que o cortisol varia com o ritmo circadiano (Hays et al., 1975) e com outros estímulos stressores que não a temperatura (Boissy & Le Neindre, 1997; Bristow & Holms, 2007), pelo que deve existir cautela na sua utilização como marcador de stresse térmico.

O stresse térmico pode alterar o perfil lipídico da gordura do leite. Num estudo realizado por Liu e colaboradores (2017), onde foi avaliado o efeito do stresse térmico agudo (THI até 84) na composição lipídica do leite, verificou-se uma redução dos níveis de algumas classes de lípidos polares, especialmente a lisofosfatidilcolina, sendo proposta a sua utilização como biomarcadores de stresse térmico em vacas de leite. O piruvato, lactato, acetona, β -hidroxibutirato, creatina, ácido oleico, trimetilamina, lisofosfatidilcolina, ácido linoleico, glicose, betaína, acetoacetato, esfinganina C16, ácido araquidónico e fosfatidilcolina são biomarcadores que estão presentes no plasma e no leite, o que sugere que os níveis de biomarcadores do leite estão relacionados com as alterações metabólicas que ocorrem no sangue (Tian et al., 2016). Estes biomarcadores estão envolvidos no metabolismo de aminoácidos, hidratos de carbono ou lípidos, o que sugere que o stresse térmico influencia as vias metabólicas de vacas em lactação (Abdelnour et al., 2019).

Estratégias de adaptação e mitigação dos efeitos das alterações climáticas

Estratégias para atenuar o efeito direto do calor

Atenuar o efeito direto do calor é uma das medidas mais práticas que pode ser implementada nas explorações leiteiras, no entanto, também uma das mais dispendiosas. Essencialmente pretende-se tirar partido dos mecanismos de transferência de calor pela via sensível e latente, já referidos anteriormente. Para tal, pode escolher duas estratégias reduzir a temperatura ambiental onde os animais se encontram, seja no estábulo ou no exterior e/ou reduzir diretamente a vaca. A temperatura ambiental pode ser reduzida através de: (a) o sombreamento, que diminui a quantidade de calor adquirida por radiação de ondas curtas; (b) a qualidade dos materiais usados nas instalações, principalmente nas camas, de modo a aumentar a permuta de calor por condução e radiação; (c) a instalação de sistemas ventilação e aspersão ou nebulização, criando um microclima e facilitando os

mecanismos de convecção e evaporação permitindo o seu arrefecimento e reduzindo a quantidade de calor armazenada pelo animal.

Sombreamento (proteção da radiação solar)

O objetivo do sombreamento é reduzir a quantidade de calor adquirido através da radiação solar de ondas curtas. Tanto no exterior como no interior do estábulo, é necessário ter em atenção se todos os animais estão protegidos da radiação solar, já que existe um efeito da hierarquia social pela utilização de sombra, principalmente quando o espaço sombreado não está corretamente dimensionado (Deniz et al., 2021). Em sistemas de pastoreio, a combinação de sombra com a produção de energia pode ser alcançada com a utilização de painéis solares (Sharpe et al., 2021). O acesso à sombra pode permitir uma maior saúde ruminal, aumentando o tempo de ruminação (Reis et al., 2021); reduzir a frequência respiratória e temperatura rectal (Heins et al., 2022) e atenuar a redução na produção e composição leiteira em períodos de stresse térmico (Abreu et al., 2020). Em todo o caso, os animais tendem a escolher deitarem-se nestes locais à sombra na pastagem, concentrando a quantidade de fezes no local, o que provoca um aumento na conspurcação do animal (Heins et al., 2022; Sharpe et al., 2021).

No interior dos pavilhões, deve existir também altura suficiente, orientação espacial e abertura na cumeeira para que o ar quente ascenda e circule a uma velocidade suficiente que possibilite perdas de calor significativas (Shoshani & Hetzroni, 2013), principalmente durante o período da noite, quando as temperaturas baixam a níveis suficientes para que o animal possa perder por via sensível o calor adquirido durante o dia (Kendall et al., 2006; Ji et al., 2020). No período de inverno, ainda que animais da raça Frísia não tenham problemas com as temperaturas atingidas na maioria dos climas temperados e tropicais, a chuva pode molhar camas, aumentando o risco microbiológico, e as correntes de ar podem comprometer a saúde dos animais mais jovens ou animais mais debilitados, pelo que estas situações devem também ser tidas em consideração.

Arrefecimento das camas (arrefecimento por condução)

Em ambientes quentes, o bovino tende a manter-se em pé para aumentar a superfície específica em contacto com o ar, aumentando as trocas por convecção. No entanto, este precisa de tempo de repouso em decúbito, pelo que a superfície das camas deve fornecer conforto (evitando lesões), higiene (reduzindo o risco microbiológico), entre outros aspetos práticos (Dimov & Marinov, 2021), e também deve permitir apresentar uma

elevada condutividade térmica que possibilite ao animal perder calor por condução a uma taxa favorável. Caso contrário, com o aumento da temperatura, aumenta também o número de animais que se deitam nas zonas de passagem dos parques, aproveitando o pavimento de betão molhado que apresenta uma menor temperatura e uma elevada condutividade térmica, que são dois fatores cruciais para aumentar as perdas de calor por condução (Herbut & Angrecka, 2018).

As camas de colchões de água são o tipo de cama que melhor bem-estar fornece ao animal durante o verão, devido às suas capacidades condutoras de calor (Lendelova et al., 2019). A cama de matéria orgânica seca apresenta baixa condutividade térmica, sendo por isso mais bem aproveitada no inverno, já a cama orgânica húmida também apresenta bons resultados no verão uma vez que a água presente no substrato aumenta a taxa da transferência de calor, no entanto, aumenta também o risco bacteriológico (Lendelova et al., 2019). Para que o sistema de arrefecimento por condução através das camas funcione com mais eficácia, é necessário que água transite pelas camas, transportando o calor emitido pelos animais. A água é um bom condutor de calor mas requer que esteja a uma temperatura suficientemente baixa para que o gradiente térmico proporcione um aumento da taxa de transferência de calor. Foram utilizados canos de água a 7°C a circular por baixo de camas de areia e de estrume seco, o que permitiu arrefecer a cama, previamente aquecida pela vaca, e por conseguinte, aumentando o gradiente térmico (Ortiz et al., 2015). As camas de areia foram mais eficientes que as de matéria orgânica e os animais nas camas de areia com água apresentaram menor armazenamento de calor e uma maior produção de leite e ingestão alimentar (Ortiz et al., 2015). É necessário ter em conta que as quantidades de material da cama por cima dos canos de água interferem com o calor permutado e que é necessário baixar significativamente a temperatura da água antes desta passar nas camas. Em todo o caso, não se observaram diferenças significativas nos parâmetros fisiológicos e produtivos dos animais quando a temperatura de água era 4,5 ou 10°C (neste caso em colchões de água adaptados) (Perano et al., 2015). Os colchões de água atualmente ainda apresentam dificuldades na sua implementação prática, no entanto, recentemente foram desenvolvidos 4 modelos de colchão de água circulante com bons valores de condutância (teóricos) que tentam ultrapassar dificuldades técnicas associadas ao custo, durabilidade e risco de lesões, (Błotny & Rosiek, 2022).

Ventiladores, aspersores e nebulizadores (arrefecimento evaporativo e convectivo)

As estratégias e os equipamentos utilizados para arrefecer o animal devem ser adaptados a cada situação, pois fatores como o design do pavilhão, a temperatura, a humidade relativa e velocidade do ar afetam a eficiência deste processo (Ji et al., 2020; Fidler & VanDevender, n.d.). Neste tipo de processo de arrefecimento são utilizados mecanismos de ventilação e de utilização de água em contacto direto com o animal. Relativamente à ventilação existem dois tipos, a ventilação natural (pavilhão com aberturas em ambos os eixos) e ventilação forçada ou em túnel, onde as laterais são totalmente ou parcialmente fechadas e a circulação do ar é efetuada por ventoinhas ao longo do comprimento do pavilhão (Ji et al., 2020). A utilização da água é feita através de sistemas de aspersores, funcionando como chuveiros, ou por sistemas de nebulizadores de baixa ou alta pressão. Os aspersores produzem gotas de maior dimensão que caem sobre a superfície do animal e ajudam a remover o calor por transferência de massa e posteriormente através do contacto da água na superfície da pele e posteriormente por conjugação dos efeitos combinados da convecção com a evaporação. A taxa de perda de calor é potenciada através da colocação de ventiladores e exacerbam as perdas de calor por convecção e evaporação. Os nebulizadores produzem gotas de menor dimensão que promovem o arrefecimento adiabático do ar junto dos animais.

Estes equipamentos podem ser utilizados separadamente, mas a combinação de um sistema ventilação com os aspersores ou nebulizadores fornece melhores índices de arrefecimento e são designados de sistemas de arrefecimento evaporativo. Estes sistemas têm mostrado melhores resultados do que os sistemas de arrefecimento das camas por condução, (Drwencke et al., 2020). Em conjunto com os nebulizadores, a ventilação independentemente de ser mecânica ou natural permite obter melhores resultados produtivos, tal como decorreu num ensaio na Eslováquia onde explorações com sistemas de arrefecimento evaporativo e localizadas a maior altitude apresentaram maior quantidade de leite produzido em períodos de temperaturas elevadas (Broucek et al., 2020). É também importante referir que dependendo do nível de stresse térmico, o arrefecimento durante o dia e a noite, são essenciais para atingir melhores índices de conforto e produtividade (Gaughan et al., 2023).

Planeamento de gestão produtiva/reprodutiva

Em climas temperados, não é habitual que o fator da sazonalidade seja tido em conta na gestão de efetivos de bovinos leiteiros. No entanto, com as AC, é possível que os verões se tornem cada vez mais longos e que as quatro estações sejam cada vez menos marcadas

(Wang et al., 2021). Em antecipação a esse cenário provável no futuro, pode ser desejável pôr em prática algumas estratégias que deverão ser implementadas na gestão dos efetivos, com o objetivo de minimizar os efeitos deletérios do stresse térmico nos índices reprodutivos e produtivos. Estas estratégias devem contemplar não apenas as vacas em lactação, mas também vacas secas, pois o stresse térmico pode comprometer o estado fisiológico do feto, a formação de colostro e a lactação futura (Tao et al., 2011; Almoosavi et al., 2021).

Do ponto de vista alimentar, um dos principais efeitos do stresse térmico é a redução da ingestão de MS, que conseqüentemente conduzem a uma série de problemas de saúde e na produção, especialmente nas vacas em balanço energético negativo (Sammad et al., 2020; Jo et al., 2021). Algumas estratégias de manejo mitigadoras desse efeito passam por alimentar os animais nas horas mais frescas do dia e aumentar o número de refeições. A nível nutricional, a suplementação, como a melatonina, a metionina, o crómio, ácido fólico, ácidos gordos saturados, entre outros, pode ser ponderada no sentido de se poder obter benefícios durante o período de stresse térmico, atenuando alguns dos seus efeitos (Negrón-Pérez et al., 2019; Sammad et al., 2020).

A nível reprodutivo, a incapacidade de deteção do estro durante as épocas quentes do ano é um dos principais causadores do aumento do intervalo entre partos (De Rensis & Scaramuzzi, 2003). O stresse térmico influencia os níveis de GnRH e LH, o que causa uma redução nos níveis de estradiol, afetando os sinais de estro e a qualidade dos oócitos (De Rensis & Scaramuzzi, 2003). Uma alternativa é o uso de cobertura natural nas épocas de maior calor, embora o stresse térmico também pode afetar a fertilidade do touro. A utilização de inseminação artificial a tempo fixo e a transferência embrionária são alternativas para ultrapassar a dificuldade na deteção do estro (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Negrón-Pérez et al., 2019). Existem diversos protocolos de inseminação a tempo fixo, no entanto, aqueles que se baseiam principalmente na GnRH são provavelmente mais adequados para a utilização em condições de stress térmico, uma vez que exercem um controlo significativo sobre o momento da ovulação (Negrón-Pérez et al., 2019). A administração de GnRH no momento da inseminação, o uso de GnRH, eCG e hCG em protocolos à base de progesterona e a suplementação de progesterona durante a fase final embrionária ou no período fetal inicial são tratamentos hormonais que podem beneficiar a gestão reprodutiva durante períodos de stresse térmico. (De Rensis et al., 2015). Em todo o caso, o sucesso da implementação destes protocolos numa exploração é difícil, pelo

que terá de existir um reforço na investigação e na implementação práticas destes protocolos.

Existem atualmente diversos sensores e equipamentos que podem ser aplicados nos animais ou na exploração para obter informação individual e em tempo-real, fornecendo informações sobre o estado de saúde, sobre parâmetros produtivos e reprodutivos (Caja et al., 2016; Silva et al., 2021). Estas tecnologias podem fornecer respostas aos efeitos das AC nos animais através da deteção automática dos limites ambientais que sugerem stresse térmico, atuando, por exemplo, no sistema de arrefecimento evaporativo (Goswami, 2021), normalmente através do THI (Castelo Branco et al., 2022). No entanto, como já foi referido, existe um efeito individual na resposta ao calor, pelo que uma generalização do THI pode acarretar algumas perdas em determinados animais, possivelmente nos animais de superior mérito genético para produção de leite (Lamy et al., 2017; Silva et al., 2018). Além disso, o THI tem a desvantagem de não considerar efetivamente as trocas de calor por convecção e radiação (Ji et al., 2017). O ideal seria a ativação do sistema de arrefecimento em função do estado fisiológico do animal e não do pavilhão. A utilização destas tecnologias irá otimizar a investigação nesta área, podendo trazer novos conhecimentos sobre a relação entre o stresse térmico e os animais.

Termotolerância e seleção genética

A forma como os animais respondem perante situações de stresse térmico, influencia diretamente a sua capacidade produtiva e reprodutiva. Estas respostas estão também dependentes da sua termotolerância.

É possível abordar várias estratégias para aumentar a termotolerância dos animais de produção, tais como, através do cruzamento (entre raças menos tolerantes com raças mais tolerantes), a seleção para reduzir a produção de leite, a seleção com base em características fisiológicas, a seleção para melhorar a resposta imunitária (Cartwright et al., 2023), e através da identificação das mutações responsáveis pela variação genética na termotolerância, transferindo alelos específicos para a raças não adaptadas a climas quentes, conferindo-lhes assim maior termotolerância (Hansen, 2020).

Considerando a maior capacidade de regulação dos fluxos de calor em resposta ao stresse térmico de animais *Bos indicus* quando comparados com *Bos taurus*, o cruzamento entre

raças zebuínas e raças de origem em climas temperados tem sido uma prática bastante aplicada, principalmente em regiões de clima quente e húmido. Contudo, frequentemente os animais F1 de alguns destes cruzamentos, apresentam menor performance produtiva. Segundo Hansen (2004), a identificação de *loci* genéticos específicos que conferem termotolerância ao gado zebuino poderia ser seguida de cruzamentos e da seleção do alelo favorável utilizando características fenotípicas ou marcadores moleculares.

Alguns genes ou regiões de genes que contribuem para a termotolerância foram já identificados, nomeadamente as proteínas de choque térmico (HSP), cuja sobrepressão protege a célula contra a hipertermia; genes envolvidos na produção de antioxidantes; e genes relacionados como desenvolvimento e funcionalidade das glândulas sudoríparas e na sudação (Taye et al., 2017). Existe uma associação significativa de SNPs em genes de HSP70, HSP90, HSF1, EIF2AK4, HSBP1, HSPB8, HSPB7, MYO1A, e ATP1A1, com a termotolerância em bovinos de várias raças, o que sugere a sua potencial utilização como marcadores moleculares em programas de melhoramento genético (Hariyono & Prihandini, 2022).

Um exemplo de uma mutação que confere uma capacidade superior para regular a temperatura corporal é o grupo de mutações *frame-sift* no gene do recetor da prolactina (PRLR) que conduzem a um recetor truncado, com implicações nas glândulas sudoríparas, e ao desenvolvimento de bovinos com um pelo curto e liso (Hansen, 2020). Vários estudos confirmam uma maior capacidade termorreguladora em animais de raça Holstein de pelo liso, em comparação com os animais de pelo não liso, demonstrando assim que o haplótipo SLICK restringe a diminuição da produção de leite durante o verão em vacas Holstein de alta produção (Dikmen et al., 2014).

De acordo com Osei-Amponsah e colaboradores (2019), de forma a atenuar os efeitos do stresse térmico é necessária a realização de estudos que abordem: o desenvolvimento e a monitorização de índices fenotípicos de stresse térmico; a utilização da genómica e da proteómica para avaliação dos fatores genéticos associados ao stress térmico; o desenvolvimento de práticas de gestão inovadoras e mais sustentáveis para reduzir o stresse térmico e melhorar o bem-estar e a produção animal; e a avaliação das consequências epigenéticas resultantes das alterações climáticas.

Conclusão

Esta breve revisão bibliográfica teve como objetivo principal reforçar a atenção para os impactos críticos e multifacetados das alterações climáticas na produção leiteira e no bem-estar dos bovinos, referindo consequências diretas e indiretas associadas ao aquecimento global. Além das repercussões imediatas na produção de leite, eficiência reprodutiva e consequentes prejuízos económicos, releva-se a necessidade premente de criação e implementação de estratégias que visem mitigar o stress térmico, em particular nos bovinos leiteiros. A crescente procura nos países em desenvolvimento por produtos lácteos e outros de origem animal amplia a urgência de ações proativas cruciais para enfrentar os desafios impostos pelo aumento das temperaturas, preservando não apenas a sustentabilidade da atividade pecuária, mas também a segurança alimentar. O futuro da produção animal depende irremediavelmente da adoção contínua de práticas sustentáveis e da inovação em resposta às mudanças climáticas. A garantia de um fornecimento estável de alimentos aos mercados requer um compromisso inabalável com estratégias que minimizem os impactos das alterações climáticas, protegendo a continuidade da produção pecuária num ambiente desafiador e em constante evolução.

Referências Bibliográficas

- Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Arif, M., Taha, A. E., & Noreldin, A. E. (2019). Stress biomarkers and proteomics alteration to thermal stress in ruminants: A review. *Journal of Thermal Biology*, 79, 120-134. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.013>.
- Abdul S., Wang, Y., Umer, S., Lirong, H., Khan, I., Khan, A., Ahmad, B. & Wang, Y. (2020). Nutritional Physiology and Biochemistry of Dairy Cattle under the Influence of Heat Stress: Consequences and Opportunities. *Animals*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/ani10050793>.
- Abdul S., Wang, Y., Umer, S., Lirong, H., Khan, I., Khan, A., Ahmad, B. & Wang, Y. (2020). Nutritional Physiology and Biochemistry of Dairy Cattle under the Influence of Heat Stress: Consequences and Opportunities. *Animals*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/ani10050793>.

Abreu, A. S., Vasconcelos, J. T., & Nogueira, G. P. (2020). Natural tree shade increases milk stability of lactating dairy cows during the summer in the subtropics. *Journal of Dairy Research*, 87(4), 444-447. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000916>.

Akbarinejad, V., Gharagozlou, F., & Vojgani, M. (2017). Temporal effect of maternal heat stress during gestation on the fertility and anti-Müllerian hormone concentration of offspring in bovine. *Theriogenology*, 99, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.05.018>.

Almoosavi, S. M.M., Ghoorchi, T., Khanaki, H., Drackley, J. K. & Ghaffari, M. H. (2021). Effects of Late-Gestation Heat Stress Independent of Reduced Feed Intake on Colostrum, Metabolism at Calving, and Milk Yield in Early Lactation of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 104(2): 1744–58. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19115>.

Atrian, P., & Aghdam Shahryar, H. (2012). Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology*, 2(4), 31-37. <https://doi.org/10.5923/j.zoology.20120204.03>.

Avendaño-Reyes, L. (2012). Heat stress management for milk production in arid zones. In: Chaiyabutr, N. (Ed.), *Milk production – An up-to-date overview of animal nutrition, management and health body* (pp. 165-184). Baja California, México: InTech. <https://doi.org/10.5772/51299>.

Baccari Jr., F. (2001). Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL Brasil, pp. 11-41, 85-99.

Barnes, A., Beatty, D., Taylor, E., Stockman, C., Maloney, S., & McCarthy, M. (2004). Physiology of heat stress in cattle and sheep. [Online], Australia, Live Export. Disponível em: <http://www.livecorp.com.au/LC/files/dc/dcfff517-e032-4d6e-8dc5-5be26b9ba845.pdf> [Acedido em 12 de junho de 2015].

Becker, C. A., Collier, R. J., & Stone, A. E. (2020). Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 6751-6770. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17929>.

Berman, A. (2011). Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates? *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2147-2158. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3962>.

Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., Arieli, A., & Graber, Y. (1985). Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 1488-1495.

UN (United Nations) (2023). Press Conference by Secretary- General Antonio Guterres at United Nations Headquarters. SG/SM/21893 27 July 2023. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80987-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80987-5).

Bernabucci, U. (2019). Climate change: Impact on livestock and how can we adapt. *Animal Frontiers*, 9(1), 1-5. <https://doi.org/10.1093/af/vfy039>.

Blotny, J., & Rosiek, S. (2022). Heat transfer efficiency as the determinant of the water mattress design: A sustainable cooling solution for the dairy sector. *Energy*, 245, 123132. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123243>.

Boissy, A., & Le Neindre, P. (1997). Behavioral, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle. *Physiology & Behavior*, 61(5), 693-699. [https://doi.org/10.1016/s0031-9384\(96\)00521-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(96)00521-5).

Broucek, J., Mihina, S., Ryba, S., Tongel, P., Kisac, P., Hanus, A., Uhrincat, M., & Vavrik, J. (2020). Effect of evaporative cooling and altitude on dairy cows milk efficiency in lowlands. *International Journal of Biometeorology*, 64(3), 433-444. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01828-5>.

Bukau, B., & Horwich, A. (1998). The Hsp70 and Hsp60 chaperone machines. *Cell*, 92, 351-366. [https://doi.org/10.1016/s0092-8674\(00\)80928-9](https://doi.org/10.1016/s0092-8674(00)80928-9).

Caja, G., Castro-Costa, A., & Knight, C. H. (2016). Engineering to support wellbeing of dairy animals. *Journal of Dairy Research*, 83(2), 136-147. <https://doi.org/10.1017/S0022029916000261>.

Castelo Branco, A. M., Silva, F. G., Conceição, C., & Pereira, A. M. F. (2022). An observational study in the seasonal variation of colostrum' total solids concentration of dairy cows housed with an evaporative cooling system. In *International Scientific Meeting on Colostrum, Las Palmas, Gran Canaria*. <http://hdl.handle.net/10174/33622>.

Collier, R. J., Collier, J. L., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2008). Gene involved in the bovine heat stress response. *Journal of Dairy Science*, 91, 445-454. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0540>.

Bristow, D. J., & Holmes, D. S. (2007). Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiology & Behavior*, 90(4), 626-628. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.11.015>.

De Rensis, F., Garcia-Ispierto, I., & López-Gatiús, F. (2015). Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, 84(5), 659-666. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.021>.

De Rensis, F., & Scaramuzzi, R. J. (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow - A review. *Theriogenology*, 60(6), 1139-1151. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00126-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00126-2).

De Vries, A., & Marcondes, M. I. (2020). Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, 14(S1), S155-S164. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003264>.

Deniz M., Karolini Tenffen de Sousa, Matheus Fernando Moro, M. M. Vale, J. R. Dittrich, L. C. P. M. Filho, M. Hötzel (2021). Social hierarchy influences dairy cows' use of shade in a silvopastoral system under intensive rotational grazing. *Applied Animal Behaviour Science*, 244(July), 105469. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105467>.

Dimov, D., & Marinov, I. (2021). Factors determining the choice of bedding for freestall housing system in dairy cows farming-a review. *Journal of Central European Agriculture*, 22(1), 1-13. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2778>.

Dohms, J. E., & Metz, A. (1991). Stress - mechanisms of immunosuppression. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 30(1), 89-109. [https://doi.org/10.1016/0165-2427\(91\)90011-Z](https://doi.org/10.1016/0165-2427(91)90011-Z).

Drwencke, A. M., Janni, K. A., Graves, R. E., Berry, E. D., Linn, J. G., & Endres, M. I. (2020). Innovative cooling strategies: Dairy cow responses and water and energy use. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5440-5454.

Escarcha, J. F., Lassa, J. A., & Zander, K. K. (2018). Livestock under climate change: A systematic review of impacts and adaptation. *Climate*, 6(3), 1-17. <https://doi.org/10.3390/cli6030054>.

FAO. (2023). Shaping the future of livestock. In *The 10th Global Forum for Food and Agriculture (GFFA)*, Berlin. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4d7eff6c-2846-410d-aa37-5a4fa8b1a0f0/content>.

Feio, M. (1991). *Clima e Agricultura: Exigências Climáticas das Principais Culturas e Potencialidade Agrícolas do Nosso Clima*. Lisboa, Portugal: Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. ISBN 972-9175-25-X.

Fetrow, J., Nordlund, K. V., & Norman, H. D. (2006). Invited review: Culling: Nomenclature, definitions, and recommendations. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 1896–1905. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72257-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72257-3).

Fidler, A. P., & VanDevender, K. Heat stress in dairy cattle. *Agriculture and Natural Resources*.

Finch, V. A. (1986). Body temperature in beef cattle: Its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*, 62, 531-542. <https://doi.org/10.2527/jas1986.622531x>.

Fraser, D. A. (2004). *Factors influencing livestock behaviour and performance*. Victoria, British Columbia: Rangeland Health Brochure 8.

Garcia, A. B., Angeli, N., Machado, L., Cardoso, F. C., & Gonzalez, F. (2015). Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 47(5), 889–894. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0804-9>.

Gaughan, J. B., Sharman, K., & McGowan, M. R. (2023). The effect of day-only versus day-plus-night cooling of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(7), 5002–17. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22819>.

Gaughan, J., Lacetera, N., Valtorta, S. E., Khalifa, H. H., Hahn, L., & Mader, T. (2009). Response of domestic animals to climate challenges. In: Ebi, K. L., Burton, I., & McGregor, G. (eds.) *Biometeorology for adaptation to climate variability and change* (pp. 131–170). Springer Science + Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8921-3_7.

Goswami, S. (2021). Implementation of automatic cooling system for cattle shed and its effect on milk production. *Indian Research Journal of Extension Education*, 21(2 & 3), 137–43.

Grelet, C., Vanden Dries, V., Leblois, J., Wavreille, J., Mirabito, L., Soyeurt, H., & Dehareng, F. (2022). Identification of chronic stress biomarkers in dairy cows. *Animal*, 16(5), 100502. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100502>.

Hays, F. L., Armbruster, H., Vetter, W., et al. (1975). Plasma cortisol in cattle: Circadian rhythm and exposure to a simulated high altitude of 5,000 m. *International Journal of Biometeorology*, 19, 127–135. <https://doi.org/10.1007/BF01463869>.

Heins, B. J., Sharpe, K. T., Buchanan, E. S., & Reese, M. H. (2022). Agrivoltaics to shade cows in a pasture-based dairy system. *AIP Conference Proceedings*, 2635. <https://doi.org/10.1063/5.0103148>.

Herbut, P., & Angrecka, S. (2018). Relationship between THI level and dairy cows behaviour during summer period. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 226–33. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1333892>.

Honig, H., Ofer L., Kaim, M., Jacobi, S., Shinder, D. & Gershon, E. (2016). The effect of cooling management on blood flow to the dominant follicle and estrous cycle length at heat stress. *Theriogenology*, 86(2), 626–34. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.02.017>.

Horowitz, M. (2001). Heat acclimation: Phenotypic plasticity and cues to the underlying molecular mechanisms. *Journal of Thermal Biology*, 26(4-5), 357–363. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(01\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00044-4).

Hu, C., Yang, J., Qi, Z., Wu, H., Wang, B., Zou, F., ... & Liu, Q. (2022). Heat shock proteins: Biological functions, pathological roles, and therapeutic opportunities. *MedComm* (2020), 3(3), e161. <https://doi.org/10.1002/mco2.161>.

Idris, M., Uddin, J., Sullivan, M., McNeill, D. M., & Phillips, C. J. C. (2021). Non-invasive physiological indicators of heat stress in cattle. *Animals (Basel)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/ani11010071>.

Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S., ... & Yiou, P. (2014). EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 2014(2), 563–578. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>

Ji, B., Banhazi, T., Wang, C., & Li, B. (2017). PLF technologies: Model development for solving heat stress problems on dairy farms. In 8th European Conference on Precision Livestock Farming, ECPLF 2017, Nantes, France, 821–36.

Ji, B., Banhazi, T., Perano, K., Ghahramani, A., Bowtell, L., Wang, C. & Li, B. (2020). A review of measuring, assessing and mitigating heat stress in dairy cattle. *Biosystems Engineering*, 199, 4–26. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.07.009>.

Jo, J. H., Jalil, N. G., Dong-Qiao, P., Hye-Ran, K., Sang-Ho, K. & Hong-Gu, L. (2021). Characterization of short-term heat stress in Holstein dairy cows using altered indicators of metabolomics, blood parameters, milk microRNA-216 and characteristics. *Animals*, 11(3), 722. <https://doi.org/10.3390/ani11030722>.

Johnson, H. D. (1985). Physiological responses and productivity of cattle. In: Yousef, M. K. (ed.), *Stress Physiology in Livestock. Basic Principles (Vol. 1)*. Boca Raton, Florida: CRC Press, pp. 4-19.

Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*, 77, 59–91. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X).

Kendall, P. E., Nielsen, P. P., Webster, J. R., Verkerk, G. A., Littlejohn, R. P. & Matthews, L. R. (2006). The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science*, 103(1–2), 148–57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.004>.

Lamy, E. (2015). The potential of saliva in animal physiology, nutrition and welfare studies. Paper presented at the 1º Simpósio Nacional: Biomarcadores Em Ciência Animal E Ciências Veterinária - Ma Abordagem Interdisciplinar.

Lamy, E., et al. (2017). Detection of 70 KDa heat shock protein in the saliva of dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 84(3), 280–82. <https://doi.org/10.1017/S0022029917000280>.

Lendelova, J., et al. (2019). Thermo-technical parameters of the different bedding surfaces in cubicles for dairy cows as a factor of their well-being in winter and summer. ASABE Annual International Meeting, 2–12.

Liu, Z., Ezernieks, V., Wang, J., Arachchillage, N. W., Garner, J. B., Wales, W. J., ... & Rochfort, S. (2017). Heat stress in dairy cattle alters lipid composition of milk. *Scientific Reports*, 7(1), 961. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01120-9>.

Macdiarmid, J. I., & Whybrow, S. (2019). Nutrition from a climate change perspective. *Proceedings of the Nutrition Society*, 78(3), 380–87. <https://doi.org/10.1017/S0029665118002896>.

Manzoor, A., Kalkal, H., Ahuja, R., Argade, A., & Nazir, T. (2021). Effect of heat and cold stress and its management in dairy animals. In: N. Ch. Patra (Ed.), *Advanced Research in Veterinary Sciences (Volume - 1)* (pp. 82–90). Delhi, India: Scripown Publications.

Maurya, V. P., Sejian, V., Kumar, D., & Naqvi, S. M. K. (2019). Impact of heat stress, nutritional stress and their combinations on the adaptive capability of Malpura sheep under hot semi-arid tropical environment. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(1), 31-38. <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v7n1p31-38>.

McDowell, R. E., Hooven, N. W., & Camoens, J. K. (1976). Effect of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 59(5), 965–73. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(76\)84305-6](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(76)84305-6)

Medeiros, L. F. D., & Vieira, H. D. (1997). *Bioclimatologia animal* (Instituto). Ministério da Educação e Cultura.

Monzo, C., Haouzi, D., Roman, K., Assou, S., Dechaud, H., & Hamamah, S. (2012). Slow freezing and vitrification differentially modify the gene expression profile of human metaphase II oocytes. *Human Reproduction*, 27(7), 2160-2168. <https://doi.org/10.1093/humrep/des153>.

Moreira, N. (2002). *Agronomia das Forragens e Pastagens*; Sector Editorial; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro: Vila Real, Portugal; 183p.

Nasr, M. A. F., & El-Tarabany, M. S. (2017). Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. *Journal of Thermal Biology*, 64, 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.01.004>.

Natani S. R., Ferreira, I. C., Mazocco, L. A., Souza, A. C., Pinho, G., Neto, A., Malaquias, J., Macena, F., Muller, A., Martins, C., Balbino, L. & McManus, C. (2021). “Shade Modifies Behavioral and Physiological Responses of Low to Medium Production Dairy Cows at Pasture in an Integrated Crop-Livestock-Forest System.” *Animals*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/ani11082411>.

Negrón-Pérez, V. M., Fausnacht, D. W., & Rhoads, M. L. (2019). Invited review: Management strategies capable of improving the reproductive performance of heat-stressed dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 10695-10710. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16718>.

Ortiz, X. A., Choi, C. Y., Collier, R. J., Hernández-Cerón, J., López-Gatius, F., & Zimbelman, R. B. (2015). Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1759-1771. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8583>.

Overton, M. W., Sisco, W. M., Temple, G. D., & Moore, D. A. (2002). Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science*, 85, 2407-2413. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74323-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74323-3).

Pardo, G., & del Prado, A. (2020). Guidelines for small ruminant production systems under climate emergency in Europe. *Small Ruminant Research*, 193, 106261. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106261>

Perano, Kristen M., Joseph G. Usack, Largus T. Angenent, and Kifle G. Gebremedhin (2015). Production and Physiological Responses of Heat-Stressed Lactating Dairy Cattle to Conductive Cooling. *Journal of Dairy Science*, 98(8): 5252–61. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8784>.

Pereira, A. M. F. (2004). Adaptação ao ambiente geofísico mediterrânico de bovinos nativos e exóticos – tolerância ao calor. Tese de Doutoramento em Ciência Agrárias. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Évora, Évora, Portugal. 171 pp. <http://hdl.handle.net/10174/11179>.

Rhoads, M. L. (2023). Review: Reproductive Consequences of Whole-Body Adaptations of Dairy Cattle to Heat Stress. *Animals*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100847>.

Ritchie, H., Rodés-Guirao, L., Marthieu, E., Gerber, M., Ortiz-Ospina, E., Hasell, J. & Roser, M. (2023). Population Growth. *OurWorldInData.org*. <https://ourworldindata.org/population-growth> (July 21, 2023).

Roman-Ponce, H., Thatcher, W. W., Buffington, D. E., Wilcox, C. J. e Van Horn, H. H. (1977). Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *Journal of Dairy Science*, 60, 424- 430. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83882-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83882-4).

Roth, Z., and Wolfenson, D. (2016). Comparing the Effects of Heat Stress and Mastitis on Ovarian Function in Lactating Cows: Basic and Applied Aspects. *Domestic Animal Endocrinology*, 56: S218–27. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.02.013>.

Rust, J. M. (2019). The Impact of Climate Change on Extensive and Intensive Livestock Production Systems. *Animal Frontiers*, 9(1): 20–25. <https://doi.org/10.1093/af/vfy028>.

Schleger, A. V. e Bean, K.G. (1971). Factor determinig sweating competence of cattle skin. *Australian Journal of Biological Sciences*, 24, 1291–1300. <https://doi.org/10.1071/BI9711291>.

Schüller, L. K., Burfeind, O. e Heuwieser, W. (2014). Impact of Heat Stress on Conception Rate of Dairy Cows in the Moderate Climate Considering Different Temperature-Humidity Index Thresholds, Periods Relative to Breeding, and Heat Load Indices. *Theriogenology* 81(8): 1050–57. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.029>.

Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., e Lacetera, N. (2018). Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>.

Sejian, V., Shashank, C. G., Silpa, M. V., Madhusoodan, A. P., Devaraj, C., & Koenig, S. (2022). Non-Invasive Methods of Quantifying Heat Stress Response in Farm Animals with Special Reference to Dairy Cattle. *Atmosphere*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/atmos13101642>.

Serrano, J., Shahidian, S., Da Silva, J. M., Paixão, L., Carreira, E., Pereira, A., & Carvalho, M. (2020). Climate changes challenges to the management of mediterranean montado ecosystem: Perspectives for use of precision agriculture technologies. *Agronomy*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy10020218>.

Sha, T., Rivas, R. M. O., Marins, T. N., Chen, Yun-Chu, Gao, J. & Bernard, J. K. (2020). Impact of Heat Stress on Lactational Performance of Dairy Cows. *Theriogenology*, 150: 437–44. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.048>.

Sharpe, K. T., Heins, B. J. Buchanan, E. S. and Reese, M. H. (2021). Evaluation of Solar Photovoltaic Systems to Shade Cows in a Pasture-Based Dairy Herd. *Journal of Dairy Science*, 104(3): 2794–2806. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18821>.

Shehab-El-Deen, M. A.M.M., Leroy, J. L. M. R., Fadel, M. S., Saleh, S. Y. A., Maes, D. & Van Soom, A. (2010). Biochemical Changes in the Follicular Fluid of the Dominant Follicle of High Producing Dairy Cows Exposed to Heat Stress Early Post-Partum. *Animal Reproduction Science*, 117(3–4): 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.04.013>.

Shoshani, E., and Hetzroni, A. (2013). Optimal Barn Characteristics for High-Yielding Holstein Cows as Derived by a New Heat-Stress Model. *Animal*, 7(1): 176–82. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001085>.

Silva, F., Pinheiro, C., Cachucho, I., Matos, C., Geraldo, A., Lamy, E., Capela e Silva, F., Infante, P. & Pereira A. (2018). Physiological Variations in the Seasonal Acclimatisation Process – Study in Dairy Cows with Different Milk Yield Potencial. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, 3(1): 153–61. <http://hdl.handle.net/10174/24467>.

Silva, S. R., Araujo, J. P., Guedes, C., Silva, F., Almeida, M. & Cerqueira, J. L. (2021). Precision Technologies to Address Dairy Cattle Welfare: Focus on Lameness, Mastitis and Body Condition. *Animals*, 11(8): 1–17. <https://doi.org/10.3390/ani11082253>.

Sørensen, J. G. (2010). Application of heat shock protein expression for detecting natural adaptation and exposure to stress in natural populations. *Current Zoology*, 56(6), 703–713. <https://doi.org/10.1093/czoolo/56.6.703>.

Stefanska, B., Sobolewska, P., Fievez, V., Pruszyńska-Oszmałek, E., Purwin, C. & Nowak, W. (2023). The Impact of Heat Stress on Performance, Fertility, and Adipokines Involved in Regulating Systemic Immune Response during Lipolysis of Early Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23804>.

Taba, M., Jr., Kinney, J., Kim, A. S., e Giannobile, W. V. (2005). Diagnostic biomarkers for oral and periodontal diseases. *Dental Clinics of North America*, 49(3), 551-571, vi. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2005.03.009>.

Tao, S., Bubolz, J. W., Amaral, B. C., Thompson, I. M., Hayen, M. J., Johnson, S. E. & Dahl, G. E. (2011). Effect of Heat Stress during the Dry Period on Mammary Gland Development. *Journal of Dairy Science*, 94(12): 5976–86. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4329>.

Tian, H., Zheng, N., Wang, W., Cheng, J., Li, S., Zhang, Y., e Wang, J. (2016). Integrated Metabolomics Study of the Milk of Heat-stressed Lactating Dairy Cows. *Sci Rep*, 6, 24208. <https://doi.org/10.1038/srep24208>.

Tucker, C. e Schütz, K. (2009). Behavioral responses to heat stress: dairy cows tell the story. In: *Western Dairy Nutrition Conference*. Tempe, Arizona, pp. 13–21.

Udo, H. M. J. (1978). Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and in Kenya. Wageningen, Holanda, H. Veenman e Zonen B.V.

UN (United Nations) (2023) Press Conference by Secretary- General Antonio Guterres at United Nations Headquarters. SG/SM/21893 27 July 2023.

Valverde, P., Serralheiro, R., Carvalho, M. de Shahidian, S., & Rodrigues, C. (2014). Efeitos das alterações climáticas nas necessidades úteis de rega na bacia do Guadiana. *Revista Recursos Hídricos*, 35(1), 53–67. <https://doi.org/10.5894/rh35n1-4>.

Wang J., Guan Y., Wu L., Guan X., Cai W., Huang J., Dong W., & Zhang, B. (2021). Changing Lengths of the Four Seasons by Global Warming. *Geophysical Research Letters*, 48(6): 1–9. <https://doi.org/10.1029/2020GL091753>.

Yousef, M. K. (1985). *Basic Principles. Stress Physiology in Livestock*, Vol. 1. Boca Raton, Flórida, CRC Press.

ISBN:

9780849356674, 9780849356681, 9780849356698, 0849356679, 0849356687, 0849356695

Yue, S., Ding, S., Zhou, J., Yang, C., Hu, X., Zhao, X., Wang, Z., Wang, L., Peng Q., & Xue, B. (2020). Metabolomics Approach Explore Diagnostic Biomarkers and Metabolic Changes in Heat-Stressed Dairy Cows. *Animals (Basel)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/ani10101741>.

AVALIAÇÃO DA PREVALÊNCIA E RESISTÊNCIA A ESTAFILOCOCOS A PARTIR DO LEITE DOS PRIMEIROS JATOS NUMA EXPLORAÇÃO BOVINA LEITEIRA DA ILHA TERCEIRA (AÇORES)

Margarida Fernandes¹, Júlia Gomes², Ana Margarida Pereira², Carlos A. Pinto², Henrique José Duarte Rosa², Maria L. N. Enes Dapkevicius²

¹Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, Universidade dos Açores

²IITAA – Instituto de Investigação em Ciências Agrárias e do Ambiente, Universidade dos Açores

Resumo

As mastites bovinas são a doença mais frequente e também a que implica maiores perdas na produção de leite. São uma ameaça ao bem-estar animal, à saúde pública humana e animal, por veicularem zoonoses e constituírem um reservatório de genes de resistência a antibióticos. É fundamental, para o seu controlo, conhecer a sua etiologia em cada manada e ter informação sobre o perfil de resistência a antibióticos das estirpes bacterianas envolvidas. Assim, são objetivos deste trabalho avaliar a prevalência de estafilococos nos primeiros jatos de leite de cada vaca em lactação de uma exploração leiteira da Ilha Terceira (Açores, Portugal), proceder à confirmação da identidade dos isolados obtidos e estudar a sua sensibilidade/resistência a antibióticos numa perspetiva *One Health*. Colheram-se assepticamente amostras dos primeiros jatos de leite de 41 vacas leiteiras pertencentes à exploração em estudo. Procedeu-se à deteção de patógenos associados a mastites com recurso a um meio cromogénico (CHROMagar GP), com o objetivo de conhecer a sua prevalência na manada em estudo. Confirmou-se a identidade dos isolados obtidos através de testes morfológicos e fisiológicos (Gram, catalase, fermentação da esculina, hemólise, coagulase). Determinou-se o perfil de resistência/sensibilidade de cada isolado de estafilococos a 22 antibióticos, de acordo com a metodologia padrão descrita pela CASFM/EUCAST. A prevalência de estafilococos observada foi superior a 1/3 dos animais, sendo de 24% para os coagulase-negativos (10 animais) e 12% para os coagulase-positivos (5). Entre os 17 isolados obtidos, verificaram-se resistências à linezolida (17), penicilina G (10), eritromicina (5), moxifloxacina (3), oxacilina (3), cefoperazona (2), quinupristina/dalfopristina (2), norfloxacina (2),

tetraciclina (2), rifampicina (1), cefoxitina (1) e cloranfenicol (1). As resistências a antibióticos são preocupantes, tanto na medicina humana como na medicina veterinária. A melhoria das práticas de manejo e de higiene, bem como o controlo e prevenção de mastites com intervenções terapêuticas adequadas estão na base da mitigação desta ameaça para a saúde pública e bem-estar animal.

Palavras-chave: mastite bovina, estafilococos coagulase-positivo, estafilococos coagulase-negativo, resistência a antibióticos

Introdução

As mastites são inflamações da glândula mamária que derivam, na maior parte das vezes, da infeção por um patógeno. Grande parte destas infeções são causadas por bactérias, mas também podem estar na sua origem fungos, leveduras, algas e vírus. A Tabela 1 resume as principais bactérias patogénicas implicadas em mastites bovinas, indicando o seu reservatório principal.

As mastites acarretam perdas financeiras consideráveis, problemas a nível do bem-estar animal e riscos para a saúde humana (Kummer, 2019). Os patógenos que estão na origem das mastites podem ser de natureza contagiosa, em que os próprios animais funcionam como reservatório, ou de origem ambiental, onde os microrganismos são invasores oportunistas que provêm do ambiente em que o animal se encontra. A transmissão das mastites contagiosas é feita vaca a vaca durante o processo de ordenha. As infeções intramamárias podem também classificar-se em clínicas ou subclínicas. Se estas forem clínicas, há sinais evidentes da doença, como inchaço, dor, dureza, vermelhidão, alterações na aparência do leite e redução da produção de leite. Já nas infeções subclínicas, os seus sinais não são visíveis externamente, mas causam perdas de produção e alteração nos parâmetros do leite (Naranjo-Lucena e Slowey, 2023).

As mastites bovinas, além de serem das doenças mais prevalentes em manadas leiteiras, com acentuados prejuízos, comprometem o bem-estar animal, uma vez que causam dor e desconforto nos animais afetados, podendo também comprometer a sua longevidade (Makatu, 2015). Os principais custos associados às mastites estão relacionados com perdas de produção, com a redução da qualidade do leite, com os custos do leite

descartado, por conter resíduos de antimicrobianos, com o custo de medicamentos e serviços veterinários, para além dos custos associados à eventual necessidade de abater animais com mastites crónicas (Down *et al.*, 2017). Para além do seu impacto a nível económico, o leite extraído de uma vaca com mastite constitui um risco em termos de saúde pública humana e de saúde ambiental. Este leite contaminado poderá veicular zoonoses, toxinas microbianas associadas a intoxicações alimentares e contribuir para a disseminação de determinantes genéticos de resistência a antibióticos (Cobirka *et al.*, 2020).

As mastites clínicas podem ser detetadas através do exame físico do animal (palpação, inspeção da glândula mamária) e também pela avaliação das características do leite, recolhendo-o para um recipiente de fundo escuro, que permite uma melhor visualização de anomalias do mesmo. Já a deteção da mastite subclínica é mais complexa, por não poder ser feita com base em observações visuais simples. Por isso, são feitos testes como o *California Mastitis Test* (CMT), o *Wisconsin Mastitis Test* (WMT), a Contagem de Células Somáticas (CCS), a determinação da condutividade elétrica e a análise microbiológica do leite (Maiochi *et al.*, 2019).

Cada exploração deverá ter um programa implementado para prevenir as mastites, ao invés de atuar apenas quando confrontada com uma infeção já instalada. A incidência destas infeções pode ser reduzida através da observação diária e da melhoria das práticas de higiene durante a ordenha, do bom manejo dos animais e de um tratamento adequado das situações que forem surgindo (Cobirka *et al.*, 2020). São elementos importantes na prevenção de mastites bovinas a realização de pré- e pós-*dipping*, a higienização das mãos do ordenhador e do equipamento utilizado na ordenha. Para estas medidas poderem ser implementadas, é fundamental dar formação aos ordenhadores tanto para a sua higiene pessoal como para a higiene dos equipamentos e do úbere dos animais, reduzindo assim possíveis contaminações (Massote *et al.*, 2019). Para além disso, as vacas que não respondem ao tratamento e que apresentam CCS elevadas deverão ser refugadas.

Outra das abordagens possíveis ao controlo das mastites consiste no emprego de estratégias de manejo que impeçam a disseminação da doença (Corbika *et al.*, 2020). Para tal, é necessário saber qual é o reservatório natural do patógeno envolvido e as suas estratégias de disseminação. Isto implica conhecer os patógenos que se encontram em circulação no rebanho, num dado momento. O recurso a meios cromogénicos permite identificar um número elevado de patógenos num intervalo de tempo mais curto e as

análises podem ser feitas na própria exploração, sem necessitar de formação de alto nível em microbiologia (Ganda *et al.*, 2021). Podem ser, por isso, uma ferramenta valiosa para o conhecimento da situação de cada exploração.

Foram objetivos deste trabalho avaliar os microrganismos presentes nos primeiros jatos de leite de cada animal, confirmar a identidade dos isolados gram-positivos e estudar a sensibilidade/resistência dos isolados de esafilococos a antibióticos com relevância clínica.

Material e Métodos

Breve caracterização da exploração

Este projeto foi desenvolvido na exploração Chegalvorada Lda., que é parte integrante da Universidade dos Açores. É uma exploração pecuária de ovinos e bovinos leiteiros, com uma área de cerca de 7 hectares, com uma média de 60 vacas leiteiras e 30 ovelhas de carne. À data da amostragem, contava com um total de 41 vacas em lactação. Nesta exploração, são realizadas duas ordenhas, sendo uma no período da manhã, pelas 7 horas e outra no período da tarde, pelas 16 horas. Esta exploração conta com 3 funcionários e, no ano de 2022, produziu 437000 litros de leite. Possui um sistema de ordenha fixo com capacidade para 8 vacas em simultâneo, tendo um monitor que identifica o animal que está a ser ordenhado, o número de litros produzidos e o número de células somáticas obtido na última análise efetuada. Possui também uma lâmpada de alarme, que pode ser utilizada para indicar eventos que requeiram atenção especial, como por exemplo, indicar aos ordenhadores se o animal está infetado com *Staphylococcus aureus*. Em termos de higiene, é feito um pré-*dipping* e um pós-*dipping* (com ácido láctico a 1 e 8%, respetivamente) e são retirados os primeiros 3 jatos de leite antes de se proceder à ordenha. As tetinas da máquina de ordenha são higienizadas entre animais mergulhando-as numa solução de ácido peracético a 1,25%. Durante todo o processo de ordenha, os manipuladores utilizam sempre luvas de modo a minimizar a transferência de microrganismos patogénicos entre vacas, do ordenhador para o animal e vice-versa.

Colheita das amostras de leite

Foram recolhidas amostras dos 3 primeiros jatos de leite dos 4 tetos de 41 vacas, de forma asséptica, em frascos de plástico com a capacidade de 50 ml, previamente esterilizados.

Ao entrarem na sala de ordenha, foi aplicado às vacas um pré-*dipping* (ácido láctico a 1%) e de seguida desinfectaram-se os tetos com algodão embebido em álcool etílico a 70%. Procedeu-se à recolha asséptica dos primeiros 3 jatos de leite para o recipiente de colheita. De forma minimizar o risco de contaminação do leite, houve o cuidado de manter o frasco com a menor abertura possível, pelo menor intervalo de tempo praticável. Os frascos foram mantidos numa mala térmica durante todo o processo de colheita e posteriormente transportados para o Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, onde foram mantidas sob refrigeração (4 °C), realizando-se as análises microbiológicas num período inferior a 18 horas (h).

Plaqueamento em meio de CHROMAGAR GP

Procedeu-se à desinfeção do exterior dos frascos de colheita, com álcool a 70%, para evitar contaminação do interior dos mesmos. Seguidamente, homogeneizou-se a amostra por agitação manual e pipetou-se 100 µl de leite de cada uma das amostras para uma placa de Petri de meio GP (CHROMagar™ Mastitis GP base, MS252/P1, França). Espalhou-se o leite depositado sob o agar com um semeador previamente esterilizado e colocou-se na estufa a 37 °C durante 24h. Após o período de incubação, procedeu-se à leitura dos resultados. O CHROMAGAR GP é um meio cromogénico para isolamento e diferenciação de patógenos gram-positivos (GP) envolvidos nas mastites, que permite a identificação preliminar de patógenos causadores de mastites com base na coloração das colónias obtidas (Tabela 1).

Confirmação da identidade de colónias selecionadas

Após a leitura dos resultados obtidos no plaqueamento em meios cromogénicos, procedeu-se à confirmação da identidade das culturas puras obtidas a partir de colónias representativas de *Staphylococcus aureus* no meio de isolamento primário (CHROMAGAR GP). Para proceder à purificação das culturas, inoculou-se as colónias suspeitas de *Staphylococcus aureus* em meio de Baird-Parker Agar (BPA, Biokar Diagnostics, BK015HA, França). A morfologia celular e a reação ao Gram de cada isolado obtido foi determinada a partir de esfregaços corados pelo método de Gram, observados ao microscópio ótico de campo claro (Leica, CME, 1000). O teste da catalase foi realizado de acordo com a metodologia padrão (Miranda *et al.*, 2018). Apenas foram utilizados para testagem posterior os cocos gram-positivos, catalase-positivos (presumíveis *Staphylococcus*). Os isolados catalase-positivos (possíveis *Staphylococcus*)

foram então submetidos ao teste de coagulase. Para tal, re-hidratou-se plasma de coelho liofilizado (Biokar Diagnostics, 6BR0020, França). Colocou-se em tubos esterilizados a quantidade necessária de cultura e soro de coelho liofilizado e incubou-se a 37°C. Os resultados foram registados ao fim de 1h, 4h e 24h. Se as culturas apresentassem uma consistência gelatinosa, os isolados seriam considerados coagulase-positivos e, se continuassem líquidas, seriam coagulase-negativos. O *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 foi utilizado como controlo positivo em todos os testes efetuados.

Avaliação da sensibilidade/resistência a antibióticos de isolados de estafilococos

A avaliação da sensibilidade/resistência a antibióticos dos isolados de estafilococos e enterococos em estudo foi feita através do teste de difusão em agar de Kirby-Bauer, em concordância com o descrito pela CASFM/EUCAST (2022). Para o teste, utilizaram-se placas de Mueller Hinton Agar (MHA, Biokar diagnostics, BK048HA, França), previamente inoculadas à superfície com os isolados em estudo, nas quais foram dispostos discos de antibióticos (OXOID, Reino Unido) (Tabela 3). Utilizou-se o *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923 no controlo de qualidade do procedimento. Incubaram-se as placas a 37 °C, durante 24 h e, ao fim deste tempo, mediu-se o diâmetro dos halos de inibição que surgiram em torno dos discos de antibióticos. A partir dos diâmetros de inibição, por comparação com tabelas internacionais (CASFM/EUCAST, 2022), determinou-se se cada isolado era sensível ou resistente aos antibióticos em estudo.

Resultados e Discussão

Para a deteção de estafilococos causadores de mastites a partir dos primeiros jatos de leite, foi utilizado o meio de CHROMAGAR GP, um meio cromogénico, seletivo e diferencial, que permite a obtenção de resultados de uma forma rápida e cómoda, permitindo um despiste mais abrangente dos patógenos implicados nas mastites. Neste meio, as colónias dos patógenos alvo apresentam cores específicas, por metabolizarem um ou mais dos agentes cromogénicos presentes. Os agentes cromogénicos são moléculas que, na sua forma não degradada, são desprovidas de cor, mas que, ao serem metabolizadas pelas bactérias, adquirem uma coloração característica, que irá marcar as colónias bacterianas. Isto facilita e torna mais rápida a análise das amostras e a visualização dos resultados (Perry, 2017). O meio GP tem sido utilizado para deteção de patógenos Gram-positivos,

nomeadamente, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus aureus* e outras gram-positivas (Granja *et al.*, 2021).

A partir da coloração das colónias no meio de isolamento primário – CHROMAGAR GP – identificou-se a presença de presumíveis *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* e *Staphylococcus aureus* no leite de 30 a 34 das 41 vacas em ordenha, indicando uma elevada prevalência aparente de animais portadores dos patógenos em estudo no rebanho (Figura1).

Neste estudo, procedeu-se também à confirmação da identidade dos isolados de presumíveis *Staphylococcus*. Quinze vacas (37%) apresentaram estafilococos confirmados, sendo 5 destas (12%) portadoras de estafilococos coagulase-positivos e 10 de coagulase-negativos (24%) (Tabela 4). Após confirmação da identidade das colónias, verificou-se que a prevalência real dos microrganismos gram-positivos em estudo era muito menor do que os resultados iniciais, baseados apenas na coloração das colónias no meio de isolamento primário. Algumas das placas apresentavam números muito altos de colónias, o que dificultou a obtenção de culturas puras, bem como a interpretação dos resultados. Em próximos trabalhos, recomenda-se a utilização de uma toma menor e/ou a realização de diluições antes do plaqueamento, sempre que tal seja necessário. Após confirmação da identidade, os patógenos mais prevalentes foram os estafilococos coagulase-positivos, como o *Staphylococcus aureus*, com uma prevalência de 12%. Os oportunistas de maior prevalência nesta manada foram os estafilococos coagulase-negativos, presentes no leite de 27% dos animais. No estudo realizado por Cervinkova *et al.*, (2013), os estafilococos foram também predominantes, com 53,5% de estafilococos coagulase-negativos e 9% coagulase-positivos. Além disso, Boynukara *et al.* (2008) e Oliveira *et al.* (2012) relataram que 22,1% e 15,2% das amostras de leite na Turquia e no Brasil, respetivamente, estavam contaminadas com *Staphylococcus aureus*, valores estes que se aproximam dos encontrados no presente estudo. No nosso estudo, quase todos os animais portadores de *Staphylococcus aureus*, com exceção de uma vaca, apresentavam mastite clínica (dor em pelo menos um quarto do úbere e/ou anomalias no aspeto do leite). Nos animais que apresentavam mastite clínica, verificaram-se infeções monomicrobianas, enquanto que o animal referido anteriormente apresentava uma infeção polimicrobiana, com presença de estafilococos coagulase-positivos e de estreptococos. Isolaram-se estafilococos coagulase-negativos a partir de quase um quarto dos animais em lactação nesta exploração leiteira. Os estafilococos coagulase-negativos são

normalmente considerados como menos virulentos do que as espécies coagulase-negativas, como o *Staphylococcus aureus*. Estes são comensais frequentes da microbiota da pele e são frequentemente classificados como contaminantes e não como agentes infecciosos (Michels *et al.*, 2021). Contudo, vários estudos têm afirmado a sua importância como agentes oportunistas (Phophi *et al.*, 2019, El-Jakee *et al.*, 2013), bem como o seu papel potencial enquanto reservatório de determinantes genéticos de resistência a antibióticos (Phophi *et al.*, 2019), que podem ser transmitidos a outras bactérias por transferência horizontal de genes (Smith *et al.*, 2021). Quando implicados em mastites bovinas, os estafilococos coagulase-negativos são considerados agentes ambientais (El-Jakee *et al.*, 2013). Neste rebanho, os animais portadores de estafilococos coagulase-negativos não apresentavam sinais nem sintomas de mastite.

Testou-se a resistência dos isolados de *Staphylococcus* a 23 antibióticos, pertencentes a 14 famílias. Os resultados da avaliação da resistência/sensibilidade apresentam-se na Figura 2.

Verificaram-se resistências às ansamicinas (rifampicina), cefalosporinas (cefoperazona e cefoxitina), estreptograminas (quinupristina/dalfopristina), fenicóis (cloramfenicol), fluoroquinolonas (norfloxacin, moxifloxacin), macrólidos (eritromicina), oxazolidinonas (linezolida), penicilinas (penicilina G e oxacilina) e tetraciclina (tetraciclina). Os antibióticos linezolida, rifampicina, cefoperazona, norfloxacin, moxifloxacin e eritromicina pertencem ao grupo de antibióticos que a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera de importância crítica em medicina humana. Já a cefoxitina, quinupristina/dalfopristina, cloramfenicol, penicilina G, oxacilina, tetraciclina são de alta importância em medicina humana (OMS, 2019). Neste estudo, todos os isolados foram resistentes à linezolida, um dos antibióticos críticos em medicina humana, empregue no tratamento de infeções por *Staphylococcus aureus* meticilino-resistente, pelo que o elevado número de isolados resistentes é preocupante. Este é um antibiótico recente e é crucial a compreensão da epidemiologia e dos mecanismos de resistência à linezolida para determinar o seu uso. A resistência a este antibiótico pode estar ligada à prescrição excessiva (Gu *et al.*, 2012).

Os estafilococos produtores de penicilinas são resistentes às penicilinas G, M (oxacilina) e à cefoxitina, sendo esta última utilizada para a despistagem laboratorial da produção de beta-lactamases e, conseqüentemente, da resistência aos antibióticos beta-lactâmicos sensíveis à ação deste tipo de enzima bacteriana (CASFM/EUCAST, 2022). Apenas um

isolado coagulase-negativo (6187) apresentou resistências a todos estes antibióticos. Para além disso, este isolado apresentou também resistência à eritromicina, tetraciclina e linezolida. Trata-se, portanto, de uma estirpe multirresistente. A presença de resistências múltiplas a antibióticos críticos ou muito importantes em medicina humana em estafilococos coagulase-negativos ressalta a importância que estes comensais/opportunistas podem ter como reservatórios de determinantes genéticos de resistência, contribuindo para agudizar a crise da resistência aos antibióticos. As baixas taxas de resistência bacteriana aos grupos das cefalosporinas e alta prevalência da resistência aos beta-lactâmicos do subgrupo das penicilinas encontradas no nosso estudo estão de acordo com o descrito em Santos (2021).

Nenhum dos isolados de estafilococos apresentou resistência às famílias das sulfamidas, aminósidos, ácidos monocarboxílicos, a algumas das cefalosporinas (ceftarolina e ceftiofur), à combinação aminocumarina/penicilina e aos fusidanos, o que está de acordo com o padrão de resistências/sensibilidades descrito por outros autores (Lima *et al.*, 2020; Jamali *et al.*, 2014; Momtaz *et al.*, 2011; Saei *et al.*, 2009).

A resistência aos antibióticos é causada pela mutação espontânea e recombinação de genes, que criam variabilidade genética sobre a qual atua a seleção natural, dando vantagens às estirpes mais aptas. O uso indiscriminado de antibióticos constitui uma forte pressão seletiva e tem um efeito direto na saúde humana (Mota *et al.*, 2005). Este trabalho ressalta a importância que a produção animal pode ter sobre a saúde humana, numa perspetiva *One Health*, por poder constituir um importante reservatório de estirpes bacterianas resistentes a antibióticos críticos, que podem disseminar-se pelo contacto direto entre seres humanos e animais, ou serem veiculadas através dos alimentos de origem animal. Demonstrou-se também a necessidade de encontrar alternativas ao uso de antibióticos, para guardar a sua utilização apenas para os casos em que é essencial. Uma das alternativas empregues para mitigar a crise da resistência aos antibióticos tem sido a pesquisa de compostos naturais que possam atuar como alternativas ou coadjuvantes a estes agentes terapêuticos (Cheng e Han, 2020), tema este que deveria ser abordado em estudos futuros.

Conclusão

Os meios cromogénicos são relativamente fáceis e rápidos de utilizar, mas podem produzir um número elevado de falsos positivos em amostras com elevada carga microbiana. Após confirmação da identidade, a prevalência de patógenos no leite das vacas da exploração alvo deste estudo foi de 37% para os estafilococos, indicando a necessidade de melhorar o controlo das mastites contagiosas. Entre os isolados de estafilococos, verificou-se um número considerável de resistências a diferentes famílias de antibióticos, com destaque para a resistência à linezolida, aos antibióticos beta-lactâmicos (penicilinas e cefalosporinas) e à eritromicina, pela sua elevada prevalência. A existência de isolados resistentes a antibióticos críticos ou muito importantes para a humanidade, bem como de estirpes multirresistentes é preocupante e demonstra a necessidade de monitorizar os efetivos bovinos enquanto reservatórios de determinantes genéticos de resistência a antibióticos.

Financiamento

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (FCT; UIDB/00153/2020).

Referências bibliográficas

- CASFM/EUCAST (2022). Comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie. Recommandations 2022. V.1.0. Mai. Société Française de Microbiologie. Strasbourg. França.
- Cervinkova, D., Vlkova, H., Borodacova, I., Makovcova, J., Babak, V., Lorencova, A., Jaglic, Z. (2013). Prevalência de patógenos de mastite no leite de vacas clinicamente saudáveis. *Veterinary Medicine*, 58:567-575.
- Cheng, W.N., Huan, S.G. (2020). Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 33:1699-1713. doi: 10.5713/ajas.20.0156.
- Cobirka, M., Tancin, V., Slama, P. (2020). Epidemiology and Classification of Mastitis. *Animals* (Basel). 10:2212. doi: 10.3390/ani10122212.

- Down, P.M., Bradley, A.J., Breen, J.E., Green, M.J. (2017). Factors affecting the cost-effectiveness of on-farm culture prior to the treatment of clinical mastitis in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 145:91-99. doi: 10.1016/j.prevetmed.2017.07.006.
- El-Jakee, Jakeen, K., Noha, E., Aref, Alaa Gomaa, Mahmoud, D., El-Hariri, Hussein, M., Galal, Sherif A., Omar, Ahmed Samir. (2013). Emerging of coagulase negative staphylococci as a cause of mastitis in dairy animals: An environmental hazard, *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 1:2, 74-78, doi: [10.1016/j.ijvsm.2013.05.006](https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2013.05.006)
- Ganda, E.K., Bisinotto, R.S., Decter, D.H., Bicalho, R.C. (2021). Evaluation of an On-Farm Culture System (Accumast) for Fast Identification of Milk Pathogens Associated with Clinical Mastitis in Dairy Cows. *PLoS One*. 11:e0155314. doi: 10.1371/journal.pone.0155314
- Granja, B.M., Fidelis, C.E., Garcia, B.L.N., Dos Santos, M.V. (2021). Evaluation of chromogenic culture media for rapid identification of microorganisms isolated from cows with clinical and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. 104:9115-9129. doi: 10.3168/jds.2020-19513.
- Gu, B., Kelesidis, T., Tsiodras, S., Hindler, J., Humphries, R.M. (2013). The emerging problem of linezolid-resistant *Staphylococcus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 68:4-11. doi: 10.1093/jac/dks354.
- Jamali, H., Radmehr, B., Ismail, S. (2014). Short communication: prevalence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine clinical mastitis. *Journal Dairy Science*. 97:2226-30. doi: 10.3168/jds.2013-7509.
- Kummer, R. M., (2019). Manejo da ordenha e prevenção da mastite bovina. Trabalho apresentado à Faculdade de Veterinária como requisito parcial para a obtenção da graduação em Medicina Veterinária.
- Lima, A. L. A., da Cruz, A. V., Gonzalez, C. A. G., Silva, E. A. C., de Souza, M. C., Lima, H. K. S., Silveira, S. (2020). Perfil de sensibilidade antimicrobiana de bactérias isoladas de leite de vacas com mastite em propriedades de agricultura familiar. *Research, Society and Development*, 9:e099119438-e099119438. doi: doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9438
- Maiochi, R., Rodrigues, R., Wosiacki, S. (2019). Principais métodos de detecção de mastitis clínicas e subclínicas de bovinos. *Enciclopédia Biosfera*, 16. doi: 10.18677/EnciBio_2019A104.

Makatu, M. Y. (2015). Conscientização para adoção de boas práticas sanitárias em bem-estar animal no manejo das mastites do rebanho bovino. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Campus Araçatuba.

Massote, V. P., Zanateli, B. M., Alves, G. V., Gonçalves, E. S., Guedes, E. (2019). Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. *Revista Agroveterinária do Sul de Minas-ISSN: 2674-9661*, 1:41-54.

Michels, R., Last, K., Becker, S.L., Papan, C. (2021). Update on coagulase-negative staphylococci – what the clinician should know. *Microorganisms*, 9:830. doi: 10.3390/microorganisms9040830.

Miranda, D. R., Rossi, K. T., de Souza, E. F., & Gelinski, J. L. N. (2018). Avaliação de crescimento, identificação e controle de qualidade de linhagem bacteriana ATCC de um laboratório de Microbiologia. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira*, 3, e19685-e19685.

Momtaz, H., Tajbakhsh, E., Rahimi, E., Momeni, M. (2011). Coagulase gene polymorphism of *Staphylococcus aureus* isolated from clinical and sub-clinical bovine mastitis in Isfahan and Chaharmahal va Bakhtiari provinces of Iran. *Comparative Clinical Pathology*. 20:519-522. doi: 10.1007/s00580-010-1029-y.

Mota, R. A., da Silva, K. P. C., de Freitas, M. F. L., Porto, W. J. N., da Silva, L. B. G. (2005). Utilização indiscriminada de antimicrobianos e sua contribuição a multirresistência bacteriana. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 42:465-470.

Naranjo-Lucena, A., Slowey, R. (2023). Invited review: Antimicrobial resistance in bovine mastitis pathogens: A review of genetic determinants and prevalence of resistance in European countries. *Journal of Dairy Science*. 106:1-23. doi: 10.3168/jds.2022-22267.

Oliveira, L., Langoni, H., Hulland, C., Ruegg, P.L. (2012). Minimum inhibitory concentrations of *Staphylococcus aureus* recovered from clinical and subclinical cases of bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*. 95:1913-20. doi: 10.3168/jds.2011-4938.

OMS (2019). Critically important antimicrobials for human medicine: 6th revision. 45 Pp. OMS, Suíça.

Perry, J.D. (2017). A decade of development of chromogenic culture media for clinical microbiology in an era of molecular diagnostics. *Clin. Microbiol. Rev.* 30:449-479. doi: 10.1128/CMR.00097-16.

Phophi, L., Petzer, IM., Qekwana, D.N. (2019). Antimicrobial resistance patterns and biofilm formation of coagulase-negative *Staphylococcus* species isolated from subclinical mastitis cow milk samples submitted to the Onderstepoort Milk Laboratory. *BMC Veterinary Research* 15:420 doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2175-3>

Saei, H.D., Ahmadi, M., Mardani, K., Batavani, R.A. (2009). Molecular typing of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis based on polymorphism of the coagulase gene in the north west of Iran. *Veterinary Microbiology*. 137:202-6. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.01.001.

Santos, Y. P. S. (2021). Mastite Clínica: e os princípios. Monografia de Bacharelado em Medicina Veterinária, UNIAGES, Brasil.

Smith, Joshua, T., Cheryl P. A., (2021). Extensive Horizontal Gene Transfer within and between Species of Coagulase-Negative *Staphylococcus*. *Genome Biology and Evolution*, 13, evab206, doi: 10.1093/gbe/evab206.

Tabela 2: Principais agentes causadores de mastite e a sua origem (Blowey, e Edmondson, 2010).

Microrganismos	Origem
<i>Staphylococcus aureus</i>	Contagiosa
<i>Streptococcus agalactiae</i>	
Estafilococos coagulase-negativos	
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	
<i>Corynebacterium bovis</i>	
<i>Mycoplasma</i> spp.	
<i>Streptococcus uberis</i>	Ambiental
<i>Escherichia coli</i>	
<i>Citrobacter</i> spp.	
<i>Enterobacter</i> spp.	
<i>Klebsiella</i> spp.	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	

Tabela 3. Coloração das colónias no meio de CHROMagar Mastitis GP

Microrganismos	Coloração
<i>Strep. agalactiae</i>	Azul-esverdeado
<i>Strep. uberis</i>	Azul metálico
<i>Staph. aureus</i>	Rosa escuro
Outras gram-positivas	Outras colorações

Tabela 4. Discos de antibióticos (OXOID) usados para testar a resistência/sensibilidade dos isolados em estudo.

Referência	Nome	Família de antibióticos	Sigla	Dose
CT0523B	Mupirocina	Ácido monocarboxílico	MUP200	200 µg
CT1618B	Tobramicina	Aminosídeos	TOB30	30 µg
CT0026B	Kanamicina	Aminosídeos	k30	30 µg
ct0024b	Gentamicina	Aminosídeos	CN10	10 µg
CT0207B	Rifampicina	Ansamícinas	RD5	5 µg
CT1941B	Ceftarolina	Cefalosporina	CPT30	30 µg
CT0193B	Cefoperazona	Cefalosporina	CFP30	30 µg
CT0119B	Cefoxitina	Cefalosporina	FOX30	30 µg
CT1751B	Ceftiofur	Cefalosporina	EFT30	30 µg
ct1755b	Penicilina/Novobiocina	Combinação aminocumarina/penicilina	PNV40	40 µg
CT1644B	Quinupristina/Dalfopristina	Estreptograminas	QD15	15 µg
ct0013b	Cloranfenicol	Fenicolídeos	C30	30 µg
CT0434B	Norfloxacina	Fluoroquiolona	NOR10	10 µg
CT1633B	Moxifloxacina	Fluoroquiolona	MXF5	5 µg
CT1617B	Ácido fusídico	Fusidanos	FD50	50 µg
ct0020b	Eritromicina	Macrólidos	E15	15 µg
CT1649B	Linezolida	Oxazolidinonas	LZD10	10 µg
CT0152B	Penicilina G	Penicilinas (beta-lactâmicos)	P1	1 unidade
ct0159b	Oxacilina	Penicilinas (beta-lactâmicos)	OX1	1 µg
CT00076B	Trimetoprim	Sulfamida	W5	5 µg
CT0052B	Trimetoprim/sulfametoxazol	Sulfamida	SXT25	25 µg
CT0054B	Tetraciclina	Tetraciclinas	TE30	30 µg
CT0030B	Minociclina	Tetraciclinas	MH30	30 µg

Tabela 5. Resultados da confirmação da identidade dos isolados provenientes do meio de CHROMAGAR Mastitis GP.

Código do isolado	Gram	Catalase	Coagulase
0005A	Positivo	positivo	Negativa
0008A	Positivo	Positivo	Positiva
0513	Positivo	Positivo	Negativa
0591	Positivo	Positivo	Negativa
0593	Positivo	Positivo	Negativa
3763	Positivo	Positivo	Positiva
5245	Positivo	Positivo	Negativa
5252	Positivo	Positivo	Negativa
6187	Positivo	Positivo	Negativa
6336	Positivo	Positivo	Negativa
6365A	Positivo	Positivo	Positiva
7146	Positivo	Positivo	Negativa
7218A	Positivo	Positivo	Positiva
7218B	Positivo	Positivo	Positiva
7228B	Positivo	Positivo	Positiva
8047	Positivo	Positivo	Negativa

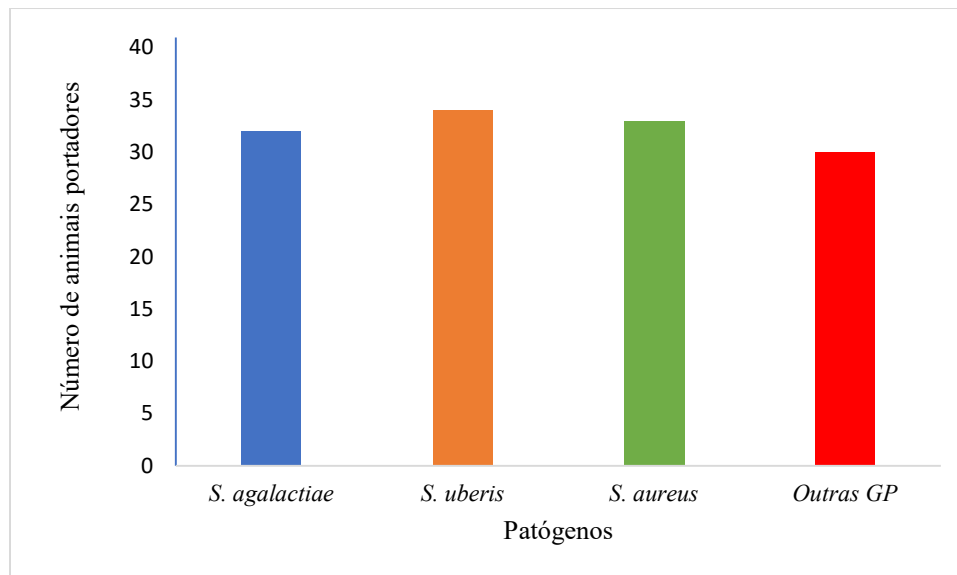


Figura 1. Prevalência de animais portadores de patógenos gram-positivos implicados em mastites, de acordo com os resultados do isolamento primário em meio de CHROMAGAR Mastitis GP.

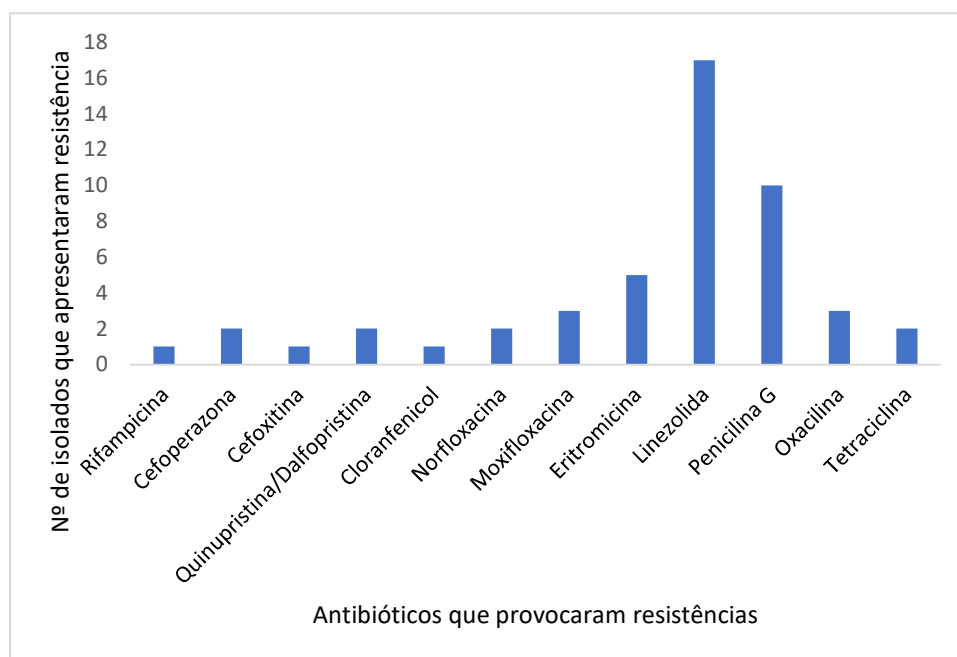


Figura 2. Resultados da avaliação da sensibilidade/resistência a antibióticos de 17 isolados de estafilococos obtidos a partir do leite dos primeiros jatos de 41 vacas leiteiras da mesma exploração pecuária.

CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA LINEAR DE CAPRINOS DA RAÇA SERRANA TRANSMONTANA

Mariana Laranjeira- Tavares¹⁵; Manuel Amândio Salgado Carloto¹; Ângela Maria
Ferreira Martins²³⁴⁵; Jorge Manuel Teixeira de Azevedo²³⁴⁵

¹ANCRAS - Associação Nacional de Caprinicultores da Raça Serrana, Zona Industrial
de Mirandela Rua D, N. 66 5370-327 Mirandela, Portugal

²Departamento de Zootecnia, UTAD, Portugal

³CECAV - Centro de Ciência Animal e Veterinária, UTAD, Portugal

⁴AL4AnimalS, UTAD, Portugal

⁵UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados 5000-801
Vila Real, Portugal

Autor correspondente: marianalaranjeira14@gmail.com

Resumo

A Classificação Morfológica Linear (CML) é uma forma de avaliar a morfologia dos animais com base em medições de características objetivas - Caracteres Descritivos Primários (CDP) - que pertencem a Grandes Regiões, com uma ponderação relativa entre elas, variável conforme a espécie, a raça e a sua aptidão. A partir destes dados, aplicando uma fórmula de cálculo desenvolvida para o efeito é possível atribuir ao animal uma Pontuação Final (PF) numa escala, permitindo uma avaliação morfológica mais objetiva do que a tradicional. O objetivo deste trabalho foi contribuir para a caracterização da raça caprina Serrana Transmontana, reduzir os erros associados à recolha dos dados no campo e desenvolver um sistema de avaliação de reprodutores específico para a raça. Para isso, foram recolhidos os dados de medições de cabras e bodes da raça e efetuada uma estatística descritiva dos mesmos. Estes dados foram usados para balizar os intervalos de valores biológicos entre os CDP e criar um sistema de cálculo da PF que valoriza as características mais desejáveis para esta raça.

Palavras-chave: Avaliação linear, caprinos, medição morfológica, serrana transmontana, caracter descritivo primário

Introdução

A Classificação Morfológica Linear (CML) é uma ferramenta de melhoramento animal cujo uso é imprescindível, na avaliação dos reprodutores e na realização de emparelhamentos, nalgumas raças mais desenvolvidas, mas que não expressa o seu potencial na maioria das outras porque é pouco utilizada, especialmente nas raças autóctones. É uma metodologia usada para avaliar as qualidades e/ou os defeitos de animais com base em medidas concretas, os Caracteres Descritivos Primários (CDP), cujas ponderações geram uma Pontuação Final do animal e não confiando apenas na observação visual, que é muito dependente de cada observador (Rodríguez e Segalés, 2012). Esta nota permite comparar os potenciais reprodutores numa escala de 0 a 100 pontos, independentemente da exploração a que pertençam, servindo como suporte na seleção dos melhores animais para futuros reprodutores em possíveis emparelhamentos. Na raça caprina Serrana, este método de avaliação foi introduzido em 2016, mas como não foi criado um sistema de classificação morfológica próprio para a raça, os animais são avaliados pelos técnicos da ANCRAS (Associação Nacional de Caprinicultores da Raça Serrana) tendo por base um sistema criado especialmente para caprinos leiteiros, segundo Manuel Sánchez Rodríguez (2012). Facto que pode gerar problemas de fiabilidade, derivados do uso de um método concebido especificamente para caprinos leiteiros numa raça autóctone de aptidão mista, cujas características podem ser muito diferentes das de raças mais seleccionadas, das quais se destacam a grande rusticidade e adaptação aos recursos do seu solar de origem, que muitas vezes são escassos. Para além disso, a realização da CML nesta raça consiste na anotação dos valores medidos ou atribuídos em cada caracter, que ficam registados na base de dados do Livro Genealógico e dão origem a um determinado valor de pontuação do animal sem significado. Por estes motivos, é crucial a criação de um sistema de CML especialmente concebido para a raça, de modo que se possa usufruir devidamente desta ferramenta com tantas potencialidades, quando usada corretamente. Na Figura 1 é possível ver onde são medidos cada um dos Caracteres Descritivos Primários na cabra Serrana.

Material e Métodos

A recolha dos dados para este trabalho foi realizada na associação ANCRAS em Mirandela, Portugal (dados de medições já efetuadas) e nas 15 explorações que foi possível visitar durante 3 meses (1 de março a 31 de maio de 2021), pertencentes aos concelhos de Vila Real e Bragança. Para a sua elaboração, foram reunidos os dados de medições de CDP de 5654 fêmeas e 425 machos inscritos no Livro Genealógico da raça Serrana, desde 2016 (início da CML na raça) até 18 de junho de 2021. Após uma edição inicial dos dados, que resultou numa base de trabalho apenas com animais do ecótipo Transmontano, foi efetuada uma estatística descritiva com recurso ao programa JMP versão 7, onde se obteve os valores médios em cada CDP, 17 nas fêmeas (E – Estatura; PC – Profundidade Corporal; LP – Largura do Peito; LG – Largura da Garupa; AG – Ângulo da Garupa; A – Angulosidade; QO – Qualidade do Osso; IA – Inserção Anterior; AIP – Altura da Inserção Posterior do úbere; LSM – Ligamento Suspensor Médio; LPU – Largura Posterior do Úbere; PU – Profundidade do Úbere, DT – Diâmetro dos Tetos, CT – Colocação dos Tetos, PTVP – Patas Traseiras Vista Posterior; PTVL – Patas Traseiras Vista Lateral; M – Mobilidade) e 11 nos machos (E; PC; LP; LG; AG; A; QO; PE – Perímetro Escrotal, PTVP, PTVL e M), os mensuráveis em cm e os não mensuráveis na escala de 1 a 9. Estes foram comparados com a bibliografia disponível. Foi também realizada uma associação entre os CDP com o intuito de verificar a existência de correlações de Pearson de interesse. Os animais foram divididos em 3 classes etárias para analisar a influência da idade na CML, através de uma análise de variância simples (ANOVA) e de testes de comparação entre médias de Tuckey. Foram definidos os limites biológicos da raça para cada caracter, o método de avaliação foi homogeneizado com a transposição dos caracteres mensuráveis para a mesma escala linear (de 1 a 9 valores) que os não mensuráveis, foi criada uma ponderação entre as Grandes Regiões que se considerou adequada tendo em consideração o sistema em que a associação da raça se baseia e os objetivos estabelecidos para a raça e após a análise de todos os elementos necessários, foi finalmente construído o Sistema de Cálculo da Pontuação Final da CML, assim como as fórmulas necessárias para o implementar.

Resultados e Discussão

Os valores obtidos permitem caracterizar as cabras e os bodes desta raça e compará-los com a bibliografia (Tabela 1 e 2 e Figura 2). Comparando a E aqui obtida (67,5 cm) com o os resultados do trabalho realizado na cabra Serrana por Almendra 1996, é possível observar que este carácter aumentou ligeiramente face ao valor anterior, em que a média no ecótipo Transmontano era de 67,2 cm (N=10), o que significa que as fêmeas da raça estão um pouco mais altas. De acordo com os resultados obtidos na raça Black Bengal por Haldar et al. (2014), a E da Serrana está num valor favorável (>49,8 cm) para uma maior probabilidade de partos múltiplos, e a LG (>12,3 cm) está num valor favorável para uma probabilidade 2 vezes maior de partos múltiplos. Em relação à PTVP (Figura 2) os bodes Serranos tendem a ser fechados, já que a grande maioria se insere em níveis inferiores ao nível 5, apesar de este ainda ser o que detém a maioria das avaliações, como aconteceu com as cabras. Os resultados demonstram que a raça Serrana é média a alta e apresenta um elevado dimorfismo sexual, com alguns caracteres dos machos (como E, LP, QO) a serem claramente diferentes dos das fêmeas, que são mais pequenas e elegantes.

Foram encontradas correlações moderadas em alguns caracteres, são de salientar os expostos na Tabela 3: nas fêmeas entre a LG e a LP e nos machos entre a estatura e 3 caracteres (LP, LG e QO). Todas apresentam um valor positivo, o que significa que evoluem no mesmo sentido (ambas aumentam ou ambas diminuem).

Os dados obtidos sugerem que as cabras não completam o desenvolvimento corporal até aos 28 meses, pois há diferenças significativas entre as Classes A e B relativamente à C (Tabela 4). O único carácter em que as classes B e C são semelhantes e estatisticamente diferentes da classe A é o AG, o que pode ser um sinal do empenho na seleção para a sua melhoria, já que fêmeas mais jovens apresentam um ângulo mais corrigido. Enquanto nas fêmeas pode não se justificar a divisão por classes etárias, na perspetiva benefício/custo, nos bodes seria interessante estipular uma idade mínima de CML aos 16 meses de idade, pois os dados obtidos demonstram que o método usado atualmente (aos 9 meses) prejudica a Pontuação Final de alguns machos.

A recomendação de limites biológicos para cada um dos caracteres mensuráveis (Tabela 5) foi construída com base nos percentis apresentados na Tabela 1 e tem como objetivo balizar os valores máximos e mínimos biológicos da raça, contribuindo para a

caracterização fenotípica da raça, para além de ser um instrumento que pode ser aplicado no terreno, isto é, na admissão dos animais para o LGA e na realização da CML.

Após a definição dos intervalos de variação de cada um dos caracteres mensuráveis foi necessário converter cada um deles na mesma escala de classificação linear de 1 a 9, já usada nos caracteres não mensuráveis, de modo a uniformizar a avaliação dos CDP e facilitar o sistema de classificação atual. É possível ver o resultado na Tabela 6. Posteriormente, estes valores podem ser implementados num programa, ou aplicação de campo, que faça a conversão automática da medida registada na sua respetiva nota de 1 a 9. A tabela criada (Tabela 6) é apenas uma sugestão, com o objetivo de ser usada como uma ferramenta pela associação e alterada conforme necessidade.

Foi também criada uma proposta de ponderação entre as Grandes Regiões visível na tabela de criação do Sistema de Cálculo da Pontuação Final (Tabela 7). Este encontra-se explicado em detalhe no trabalho original (Tavares, M. L., 2022). Foi feita a ponderação relativa entre os níveis dos caracteres, à qual foram adicionadas as ponderações relativas de cada caracter e entre cada Grande Região. Dentro de cada uma das Grandes Regiões, os caracteres podem ter todos o mesmo peso relativo, ou não. No exemplo dado, tanto nos machos como nas fêmeas, os caracteres têm todos o mesmo peso entre eles. A Pontuação Final do animal pode ser obtida por aplicação das fórmulas criadas para as fêmeas e para os machos:

$$\mathbf{PFfêmeas} = (E*0,2 + PC*0,2 + LG*0,2 + LP*0,2 + AG*0,2)*A + (A*0,5 + QO*0,5)*B + (IA*0,143 + AIP*0,143 + LPU*0,143 + DT*0,143 + PU*0,143 + LSM*0,143 + CT*0,143)*C + (PTVP*0,33 + PTVL*0,33 + M*0,33)*D$$

$$\mathbf{PFmachos} = (E*0,2 + PC*0,2 + LG*0,2 + LP*0,2 + AG*0,2)*A + (A*0,5 + QO*0,5)*B + PE*C + (PTVP*0,33 + PTVL*0,33 + M*0,33)*D$$

Conclusão

Este sistema poderá ser usado no programa de gestão do Livro Genealógico da raça, permitindo obter automaticamente a Pontuação Final de cada animal, apenas com a introdução das medidas recolhidas nos caracteres que fazem parte da CML. A heritabilidade de cada um dos caracteres morfológicos na raça Serrana deveria ser alvo de estudo para averiguar que caracteres efetivamente têm heritabilidade moderada nesta raça, cuja seleção para a sua melhoria pode impactar os descendentes. Para além disso,

para uma melhor adequação do Sistema de Cálculo da Pontuação Final às reais características da raça, considerando que parte dele foi construído com base em bibliografia de outras raças, é essencial cruzar dados produtivos e reprodutivos de qualidade da raça, com os caracteres morfológicos estudados. Este tipo de conhecimento é o que permite balancear a ponderação dada aos Caracteres Descritivos Primários, de modo a valorizar os que manifestam maior heritabilidade, melhor correlação com dados produtivos e/ou reprodutivos, ou até mesmo eliminar ou acrescentar caracteres. Como nota final gostaria apenas de salientar como é importante prestar formação aos produtores, preferencialmente de forma simples e didática, relativamente à importância e ao impacto que tem uma correta seleção dos seus reprodutores.

Referências

Almendra, L. (1996). *A cabra Serrana transmontana-origem, caracterização da raça e sistemas de produção*. In [ovinosecaprinos.com](http://www.ovinosecaprinos.com). <http://www.ovinosecaprinos.com/bibliografia/almendra96.PDF>

Rodríguez, M. S., & Segalés, J. (2012). *Valoración morfológica del ganado caprino lechero: juzgamiento y calificación*. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=063946>

Haldar, A., Pal, P., Majumdar, D., Biswas, C. K., Ghosh, S., & Pan, S. (2014). *Body linear traits for identifying prolific goats*. *Veterinary World*, 7(12), 1103–1107. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.1103-1107>

Tavares, M. L. (2022). *Avaliação da Classificação Morfológica de Caprinos da Raça Serrana*.

[Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro]. <http://hdl.handle.net/10348/11280>



Figura 1 - Caracteres Descritivos Primários na cabra Serrana. Fonte: Própria.

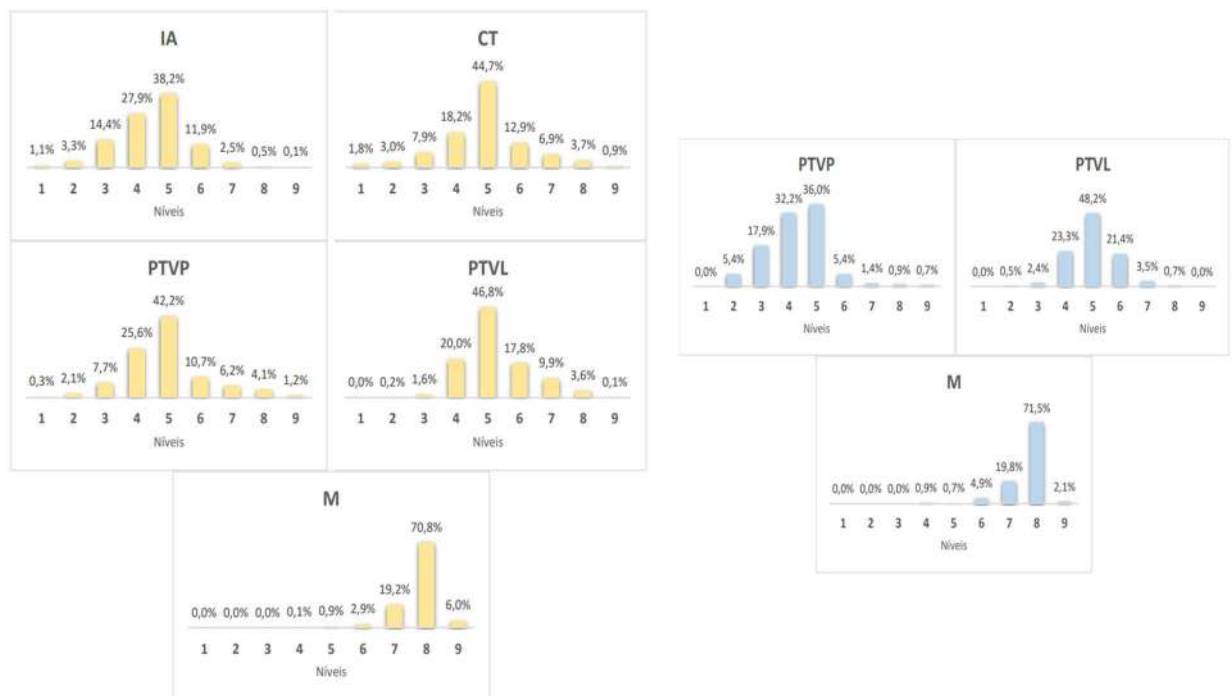


Figura 2 - Frequências dos caracteres não mensuráveis nas fêmeas (amarelo, N=5654) e machos (azul, N=425) da raça Serrana. IA= Inserção Anterior; CT= Colocação dos Tetos; PTVP= Patas Traseiras Vista Posterior; PTVL= Patas Traseiras Vista Lateral; M= Mobilidade

Tabela 1 - Estatística descritiva dos caracteres mensuráveis nas fêmeas, em cm (N=5654) da raça Serrana.

♀	Média	DP	Mínimo	Máximo	P ₁	P _{2,5}	P _{97,5}	P ₉₉	CV (%)
E	67,5	4,2	40,0	96,0	57,0	59,0	75,0	77,0	6,2
PC	3,9	2,5	-8,0	13,5	-5,0	-3,0	8,0	9,7	*
LG	15,6	1,1	10,0	30,0	13,0	13,8	18,0	19,0	7,3
LP	15,4	1,4	7,0	21,0	11,5	12,2	18,4	19,0	9,1
AG	44,9	7,1	13,0	70,0	30,0	31,0	60,0	62,0	15,9
A	46,7	6,9	10,0	92,0	30,0	32,0	60,0	62,0	14,7
QO	1,8	1,0	0,3	9,0	1,0	1,0	6,0	7,0	56,8
AIP	7,5	2,0	1,5	18,0	3,3	4,0	11,6	12,5	27,2
LPU	9,8	2,4	1,0	18,5	4,3	5,1	14,6	15,4	24,7
DT	1,3	0,5	0,2	6,3	0,5	0,6	2,2	3,0	36,9
PU	-3,9	4,1	-18,0	14,5	-12,0	-11,0	5,5	8,0	*
LSM	3,2	2,1	0,0	13,0	0,0	0,0	8,0	9,0	66,7

E= Estatura; PC= Profundidade Corporal; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; AG= Ângulo da Garupa; A= Angulosidade; QO= Qualidade do Osso; AIP= Altura da Inserção Posterior; LPU= Largura Posterior do Úbere; DT= Diâmetro do Teto; PU= Profundidade do Úbere; LSM= Ligamento Suspensor Médio; DP= desvio padrão; P=percentil; CV=coeficiente de variação; *Na PC e PU o CV não tem sentido devido à sua variação entre valores positivos e negativos (dava 65,9% e -104,9% respetivamente)

Tabela 2 - Estatística descritiva dos caracteres mensuráveis nos machos, em cm (N=425) da raça Serrana.

♂	Média	DP	Mínimo	Máximo	P ₁	P _{2,5}	P _{97,5}	P ₉₉	CV (%)
E	73,8	6,4	53,0	92,0	56,0	59,0	85,0	86,0	8,7
PC	4,0	2,9	-7,0	11,0	-6,0	-4,4	9,0	9,7	*
LG	16,0	1,6	10,0	21,0	12,0	13,0	19,0	20,0	9,8
LP	18,1	2,3	12,2	24,0	14,0	14,4	22,6	23,9	12,5
AG	45,0	7,0	28,0	70,0	30,0	30,0	60,0	62,0	15,6
A	45,4	6,7	30,0	68,0	30,0	32,0	60,0	60,7	14,7
QO	1,7	0,3	0,9	2,6	1,0	1,0	2,2	2,4	19,9
PE	24,9	3,3	12,5	34,0	16,3	18,3	30,7	32,0	13,2

E= Estatura; PC= Profundidade Corporal; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; AG= Ângulo da Garupa; A= Angulosidade; QO= Qualidade do Osso; PE= Perímetro Escrotal; DP= desvio padrão; P=percentil; CV=coeficiente de variação; *Na PC o CV não tem sentido devido à sua variação entre valores positivos e negativos (dava 73,3%)

Tabela 3 - Correlações moderadas entre CDP em fêmeas e machos. E= Estatura; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; QO= Qualidade do Osso.

♀	LP	♂	LP	LG	QO
LG	0,42	E	0,55	0,32	0,49

Tabela 4 - Análise comparativa da média dos Caracteres Descritivos Primários entre as diferentes classes etárias nas fêmeas (amarelo, N=5654) e nos machos (azul, N=425). Classe A= até aos 15 meses de idade; Classe B= 16 a 27 meses; Classe C= mais de 28 meses. E= Estatura; PC= Profundidade Corporal; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; AG= Ângulo da Garupa; A= Angulosidade; QO= Qualidade do Osso; IA= Inserção Anterior; AIP= Altura da Inserção Posterior; LPU= Largura Posterior do Úbere; DT= Diâmetro do Teto; PU= Profundidade do Úbere; LSM= Ligamento Suspensor Médio; CT= Colocação dos Tetos; PE= Perímetro Escrotal; PTVP= Patas Traseiras Vista Posterior; PTVL= Patas Traseiras Vista Lateral; M= Mobilidade.

Abreviatura	Classe A N=291	Classe B N=1463	Classe C N=3900
E	65,7 ^b ±0,24	66,3 ^b ±0,11	68,1 ^a ±0,07
PC	2,8 ^c ±0,15	3,5 ^b ±0,07	4,1 ^a ±0,04
LG	14,95 ^c ±0,06	15,24 ^b ±0,03	15,82 ^a ±0,02
LP	14,63 ^c ±0,08	14,96 ^b ±0,04	15,67 ^a ±0,02
AG	43,51 ^b ±0,42	44,65 ^a ±0,19	45,07 ^a ±0,11
A	45,74 ^b ±0,40	46,49 ^{ab} ±0,18	46,92 ^a ±0,11
QO	1,52 ^b ±0,06	1,63 ^b ±0,03	1,86 ^a ±0,02
IA	4,22±0,07	4,30±0,03	4,56±0,02
AIP	6,63 ^c ±0,12	7,07 ^b ±0,05	7,70 ^a ±0,03
LPU	9,32 ^b ±0,14	9,64 ^b ±0,06	9,93 ^a ±0,04
DT	1,19 ^b ±0,03	1,22 ^b ±0,01	1,33 ^a ±0,01
PU	-5,54 ^b ±0,23	-5,17 ^b ±0,10	-3,31 ^a ±0,06
LSM	2,88 ^b ±0,13	2,99 ^b ±0,06	3,32 ^a ±0,03
CT	4,73±0,08	4,80±0,04	4,96±0,02
PTVP	4,82±0,08	4,73±0,03	5,00±0,02
PTVL	4,95±0,06	5,12±0,03	5,32±0,02
M	7,88±0,04	7,78±0,02	7,76±0,01

Abreviatura	Classe A N=83	Classe B N=128	Classe C N=214
E	66,90 ^c ±0,57	73,44 ^b ±0,46	76,69 ^a ±0,36
PC	2,45 ^b ±0,31	4,05 ^a ±0,25	4,49 ^a ±0,19
LG	15,17 ^c ±0,16	15,96 ^b ±0,13	16,43 ^a ±0,10
LP	16,19 ^c ±0,22	17,63 ^b ±0,17	19,04 ^a ±0,14
AG	44,54±0,77	44,57±0,62	45,51±0,48
A	44,83±0,73	45,58±0,59	45,61±0,46
QO	1,48 ^b ±0,04	1,72 ^a ±0,03	1,76 ^a ±0,02
PE	22,89 ^c ±0,34	24,68 ^b ±0,28	25,80 ^a ±0,21
PTVP	4,41±0,13	4,45±0,10	4,14±0,08
PTVL	4,95±0,10	4,92±0,08	5,01±0,06
M	7,87±0,08	7,70±0,06	7,57±0,05

Para cada caracter descritivo primário médias com letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significativas (P<0,05)

Tabela 5 - Mínimos e máximos recomendados (em cm) para os caracteres mensuráveis nas fêmeas e nos machos. E= Estatura; PC= Profundidade Corporal; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; AG= Ângulo da Garupa; A= Angulosidade; QO= Qualidade do Osso; AIP= Altura da Inserção Posterior; LPU= Largura Posterior do Úbere; DT= Diâmetro do Teto; PU= Profundidade do Úbere; LSM= Ligamento Suspensor Médio; PE= Perímetro Escrotal.

	Fêmeas		Machos	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
E	56	80	58	90
PC	-5	11	-6	10
LG	12	20	12	20
LP	10	20	14	24
AG	30	62	30	62
A	30	62	30	62
QO	0,8	3*	0,9	3
PE			16	32
AIP	3	13		
LPU	4	16		
DT	0,5	3		
PU	-12	12		
LSM	0	9		

* O máximo na QO das fêmeas baseado nos percentis daria um valor irreal (6 cm no P97,5) que não reflete a realidade dos animais. Por este motivo, foi definido com base no valor máximo dos machos, cujo limite à partida será maior, o que assegura a inclusão de todas as fêmeas

Tabela 6 - Transposição dos caracteres mensuráveis (em cm) para a escala linear nas fêmeas e machos da raça Serrana. E= Estatura; PC= Profundidade Corporal; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; AG= Ângulo da Garupa; A= Angulosidade; QO= Qualidade do Osso; AIP= Altura da Inserção Posterior; LPU= Largura Posterior do Úbere; DT= Diâmetro do Teto; PU= Profundidade do Úbere; LSM= Ligamento Suspensor Médio; PE= Perímetro Escrotal.

♀	E	PC	LG	LP	AG	A	QO	AIP	LPU	DT	PU	LSM
1	56	-5	12	10	62	62	≥2,6	≥11	≤5	0,5	-12	≤1
2	59	-3	13	11	58	58	2,4	10	6	0,75	-9	2
3	62	-1	14	12	54	54	2,2	9	7	1	-6	3
4	65	1	15	13	50	50	2,0	8	8	1,25	-3	4
5	68	3	16	14	46	46	1,8	7	9	1,5	0	5
6	71	5	17	15	42	42	1,6	6	10	1,75	3	6
7	74	7	18	16	38	38	1,4	5	11	2	6	7
8	77	9	19	17	34	34	1,2	4	12	2,25	9	8
9	80	11	20	≥18	30	30	≤1	3	≥13	≥2,5	12	9

♂	E	PC	LG	LP	AG	A	QO	PE
1	58	-6	12	14	62	62	≥2,6	16
2	62	-4	13	15	58	58	2,4	18
3	66	-2	14	16	54	54	2,2	20
4	70	0	15	17	50	50	2,0	22
5	74	2	16	18	46	46	1,8	24
6	78	4	17	19	42	42	1,6	26
7	82	6	18	20	38	38	1,4	28
8	86	8	19	21	34	34	1,2	30
9	90	10	20	≥22	30	30	≤1	32

Tabela 7 – Coeficientes de ponderação para o cálculo da Pontuação Final das fêmeas e dos machos da raça Serrana. E= Estatura; PC= Profundidade Corporal; LG= Largura da Garupa; LP= Largura do Peito; AG= Ângulo da Garupa; A= Angulosidade; QO= Qualidade do Osso; IA= Inserção Anterior; AIP= Altura da Inserção Posterior; LPU= Largura Posterior do Úbere; DT= Diâmetro do Teto; PU= Profundidade do Úbere; LSM= Ligamento Suspensor Médio; CT= Colocação dos Tetos; PE= Perímetro Escrotal; PTVP= Patas Traseiras Vista Posterior; PTVL= Patas Traseiras Vista Lateral; M= Mobilidade.

♀	E	PC	LG	LP	AG	A	QO	IA	AIP	LPU	DT	PU	LSM	CT	PTVP	PTVL	M
1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3
4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,7	0,4
5	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	0,9	0,6	0,5	0,9	0,5
6	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6
7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,5	0,5	0,8	0,7	0,5	0,7
8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,3	0,3	0,9	0,8	0,3	0,8
9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,9
Ponderação relativa de cada caracter	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,33	0,33	0,33
Ponderação entre cada Grande Região	25%					15%		35%						25%			

♂	E	PC	LG	LP	AG	A	QO	PE	PTVP	PTVL	M
1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3
4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4
5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,5
6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6
7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7
8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,3	0,8
9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	0,9
Ponderação relativa de cada caracter	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	1	0,33	0,33	0,33
Ponderação entre cada Grande Região	40%					15%		15%	30%		

HERITABILIDADE DO PESO DE CARÇAÇA E EFEITO DA DEPRESSÃO CONSANGUÍNEA NA RAÇA BOVINA MARONESA

Mónica Maria Gomes Freitas¹, Paula Cristina Freitas de Paiva Teixeira², Ângela Maria Ferreira Martins¹, António Mário Domingues Silvestre¹

¹ Departamento de Zootecnia, CECAV – Centro de Ciência Animal e Veterinária, AL4AnimalS, Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta dos Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal.

² Associação de Criadores do Maronês (ACM)

Resumo

A raça Maronesa é uma raça autóctone de aptidão cárnea, muito reconhecida pela *Carne de vitela Maronesa DOP*. O peso de carcaça (PC) é um parâmetro zootécnico que reflete a eficiência produtiva da raça Maronesa e motivo pela qual está inserida num programa de melhoramento que visa avaliar as características de carcaça e qualidade da carne. O crescimento dos vitelos de uma raça de aptidão creatopoiética tem uma grande importância económica. Com este estudo pretendeu-se estimar a heritabilidade (h^2) do PC e investigar o efeito da consanguinidade. Inicialmente a base de dados apresentava 42758 registos de PC entre 24/11/1999 e 30/04/2021. Na avaliação genética foram incluídos os registos de abate posteriores ao ano 2000 de animais de raça Maronesa. Foram excluídos PC inferiores a 75 kg e superiores a 130 kg e idades ao abate compreendidas entre os 154 dias e os 304 dias. Foram eliminados 23944 registos. A base de dados final apresentou 18814 registos de PC distribuídos por 1803 explorações. A avaliação genética foi implementada com recurso ao programa ASReml aplicando o modelo animal. A estimativa da h^2 foi de $0,10 \pm 0,1$. Concluiu-se que o melhoramento genético é possível, contudo haverá uma resposta lenta ao processo de seleção. A média do PC para os animais consanguíneos foi de $100,3 \pm 14,3$ kg, enquanto para os animais não consanguíneos foi de $102,2 \pm 14,2$ kg ($P < 0,05$). Isto constitui evidências de depressão consanguínea com eventuais consequências económicas que deverão ser investigadas em trabalhos futuros.

Palavras-Chave: Bovinos, raças autóctones, avaliação genética

Introdução

Em 1988, foi fundada a Associação de Criadores do Maronês (ACM), com o intuito de preservar a raça Maronesa que se encontrava em vias de extinção. Em 1990, foi implementado o Registo Zootécnico da raça e em 1994 foi oficializada a designação da Denominação de Origem Protegida (DOP) da Carne Maronesa, estando a sua comercialização ao encargo do Agrupamento de Produtores de Carne Maronesa, uma secção da Cooperativa Agrícola de Vila Real (ACM, 2022).

Estes passos foram fundamentais para que cada vez mais produtores passassem a contar com incentivos para a criação destes animais (Alves, 1993). O aumento de produtores e de animais não só contribuiu para a preservação da raça, como também impediu a destruição dos ecossistemas das regiões naturais do Alvão-Marão e Padrela-Falperra, simultaneamente assegurava a principal fonte de rendimento das explorações familiares da região transmontana (Alves, 1993; Moreira, 2002). A compensação monetária da atividade advém da venda de Carne Maronesa DOP e das crias, bem como pelo apoio das ajudas comunitárias (Alves, 1993).

Ramljak *et al.*(2010) referem que as raças autóctones são uma fonte de diversidade genética, que se torna importante dado estes serem animais mais resistentes a condições ambientais adversas. Para além de que, as raças autóctones estão, normalmente, relacionadas com a cultura e com as tradições das populações dos locais de origem, contribuindo, dessa forma, para a identidade cultural dessas mesmas regiões (Ramljak *et al.*, 2010).

Neste sentido, tem havido uma preocupação acrescida com estas raças bovinas, o que levou a União Europeia a desenvolver ajudas comunitárias de modo a incentivar à sua produção. Um grande contributo para a preservação destes bovinos, é a atribuição da certificação de Denominação de Origem Protegida, a produtos obtidos a partir das raças autóctones. Como tal, há cada vez mais interesse no desenvolvimento de programas de conservação e melhoramento genético que incluam estas raças. Os programas de melhoramento permite caracterizar as raças autóctones por meio de uma avaliação genética das suas características fenotípicas, devendo ser, posteriormente, complementados com estudos acerca da estrutura genética das populações bovinas autóctones (Leal, 1998; Mora *et al.*, 2007). Os objetivos deste estudo foram estimar a

heritabilidade (h^2) do peso de carcaça (PC), bem como o efeito da consanguinidade (F) sobre esta característica na raça bovina Maronesa.

Material e métodos

A informação deste estudo foi fornecida pela Associação de Criadores do Maronês (ACM), localizada em Vila Real. A base de dados inicial apresentava 42758 registos de PC de animais abatidos entre 24/11/1999 e 30/04/2021. Foram considerados registos de abates posteriores ao ano 2000 e apenas de animais de raça Maronesa abatidos com uma idade compreendida entre os 154 dias e os 304 dias. Para além disso, ainda foram aplicados outros critérios de edição de dados tendo sido excluídos, entre outros dados, os registos de PC inferiores a 75kg e superiores a 130kg. No total foram eliminados 23944 registos (Tabela 1). A base de dados final apresentou 18814 registos de PC de animais pertencentes a 1803 explorações. A avaliação genética foi feita com recurso ao programa ASReml, sendo aplicado o modelo animal BLUP:

$$y_{ijklmn} = \mu + exp_i + ano_j + taa_k + b * idade_abate_l + sexo_m + animal_n + e_{ijklmn}$$

Onde y_{ijklm} corresponde ao PC (kg) e μ corresponde à média geral. Relativamente aos efeitos fixos considerados estes foram a exploração (exp) (1803 níveis), o ano de abate (ano) (16 níveis) e o trimestre do ano de abate (taa) (4 níveis) a covariável idade ao abate ($idade_abate$) e o sexo ($sexo$). A depressão consanguínea foi avaliada com recurso ao programa JMP® versão 13 através de duas metodologias: (1) Análise de variância simples; (2) Regressão linear simples.

Resultados e discussão

A média do PC da raça Maronesa foi de, aproximadamente, 102 ± 14 kg. Numa avaliação genética anterior para a raça Maronesa verificaram-se os mesmos valores, obtidos por Pacheco (2015), numa avaliação genética anterior para a *Carne de Vitela Maronesa DOP*. Verificam-se oscilações consideráveis nos valores de PC ao longo dos anos e, apesar de

se verificar um aumento favorável no PC a partir de 2013, a tendência dos anos mais recentes é de decréscimo (Figura 1).

Nesta avaliação genética do PC em vitelos de raça Maronesa, foram feitas estimativas para a variância genética aditiva (σ_a^2), para a variância residual (σ_e^2), para a variância fenotípica (σ_p^2) e para a heritabilidade (h^2) de acordo com o modelo animal BLUP, tendo como efeitos fixos a exploração, o ano de abate, o trimestre do ano de abate, a idade ao abate e o sexo (Tabela 2).

O valor estimado para a h^2 do PC na raça Maronesa ($0,10 \pm 0,122$), com dados fenotípicos de vitelos desta raça, está muito afastado do valor de h^2 obtido por Carolino *et al.* (2009) para os vitelos de raça Barrosã ($0,35 \pm 0,048$) abatidos aos 7 meses (idade ao desmame). Carolino *et al.* (2009) consideraram que tinham sido obtidos bons valores para a h^2 , o que comprovaria que a raça em estudo apresentava uma variabilidade genética razoável, ou seja, os resultados permitiam afirmar que o melhoramento genético por seleção da raça Barrosã estava a ser eficaz. Logo, a avaliação genética torna-se relevante no sentido em que permite implementar um esquema de seleção com elementos essenciais para escolher os futuros reprodutores (Carolino *et al.*, 2009). Os resultados obtidos para a Maronesa são baixos, logo não há uma variabilidade genética razoável para a característica do PC. Assim, é possível implementar um programa de melhoramento genético por seleção para aumentar o PC na raça Maronesa será demorado.

Em comparação com os valores obtidos por Hickey *et al.* (2007), para as raças Aberdeen-Angus ($0,17 \pm 0,05$) e Hereford ($0,18 \pm 0,08$), estes estão mais próximos do valor obtido para a Maronesa. Hickey *et al.* (2007) também avaliaram a h^2 do PC para as raças Charolesa ($0,65 \pm 0,21$), Limousine ($0,20 \pm 0,08$) e Simmental ($0,54 \pm 0,18$), cujos resultados estão bastante distantes daquele que foi obtido para a Maronesa.

Num trabalho recentemente publicado por Pritchard *et al.* (2021), foi avaliada a h^2 para o PC para as raças referidas anteriormente, nomeadamente, a Aberdeen-Angus ($0,32 \pm 0,017$) a Hereford ($0,42 \pm 0,029$), a Charolesa ($0,26 \pm 0,016$), a Limousine ($0,24 \pm 0,020$) e a Simmental ($0,30 \pm 0,022$). É possível verificar que, no geral, foram estimados valores superiores aos obtidos por Hickey *et al.* (2007), tendo sido registados valores inferiores apenas para as raças Charolesa e Simmental. Ainda assim, todos valores estimados por Pritchard *et al.* (2021) são superiores aquele que foi estimado para a raça

Maronesa e os autores referem que os dados foram recolhidos no matadouro. Portanto os resultados obtidos por Pritchard *et al.* (2021) são mais fiáveis, já que não dependem de informação fornecida pelos criadores das diferentes raças.

De acordo com Eriksson *et al.* (2003) foram estimados valores para a h^2 do PC relativamente elevados nas raças Hereford (0,70), Charolesa (0,45) e Simmental (0,42). Estes resultados estão muito distantes não só daquele que foi obtido para a raça Maronesa, mas também dos resultados obtidos por Hickey *et al.* (2007) e por Pritchard *et al.* (2021) para as raças Hereford e Charolesa. Eriksson *et al.* (2003) explicaram que pode ter havido uma sobrestimação da h^2 do PC para a raça Hereford, uma vez que recorreram a um reduzido número de animais na avaliação genética dessa raça. Na Tabela 3 é possível verificar estimativas para a h^2 do PC obtidas por diferentes autores para sete raças bovinas.

Os autores Hoque *et al.* (2009) e Weik *et al.* (2022) obtiveram valores elevados para a h^2 do PC nas raças Wagyu (Bovino Japonês Preto) e raças Neozelandesas de aptidão cárnica, respetivamente. O valor obtido por Bouquet *et al.* (2010) para a raça Limousine diverge dos valores obtidos por Hickey *et al.* (2007) (0,2) e Pritchard *et al.* (2021) (0,24) para a mesma raça, dado ser extremamente elevado. Sbarra *et al.* (2013) estimaram a h^2 do PC para três raças diferentes, sendo que o valor obtido para a raça Chianina é o mais aproximado ao valor estimado para a raça Maronesa.

A estimativa para a h^2 do PC de vitelos de raça Maronesa foi relativamente baixa quando comparada com as estimativas obtidas para a maioria das raças de aptidão carne mencionadas ao longo deste estudo. Altarriba *et al.* (2009) concluíram que o aumento do PC tem sido conseguido pela seleção do peso ao desmame e a variabilidade genética existente permite a seleção de animais para o peso de carcaça e para a conformação, entre outras características. Assim, existe a possibilidade de usar um plano de seleção que permita melhorar diretamente o peso de carcaça. De acordo com Eriksson *et al.* (2003) é necessário estimar os parâmetros genéticos das características de carcaça e, simultaneamente, as respetivas relações genéticas com o crescimento. Isto porque um conhecimento mais abrangente dos parâmetros genéticos, não só melhora a avaliação genética, como também permite potencializar a resposta à seleção.

Atualmente não existe em vigor um programa de melhoramento com um objetivo concreto para o aumento do PC em vitelos de raça Maronesa. A Maronesa está inserida sim num programa de melhoramento que visa avaliar as características de carcaça e de qualidade da carne, mas o objetivo não se concentra no aumento do PC porque, para além de haver limites de peso (75kg a 130kg) (ACM, 2022) para a *Carne de vitela Maronesa DOP*, estes pesos têm uma boa aceitação por parte dos consumidores Pacheco (2015).

Por último, é de referir que acasalamentos entre animais aparentados aumenta a proporção de genes homozigóticos na população em estudo, o que pode conduzir à depressão consanguínea (Benfica *et al.*, 2010). Esta, por sua vez, pode afetar negativamente características de interesse, contribuindo para perdas económicas nas explorações (Benfica *et al.*, 2010). Neste sentido, foi estudado o efeito da depressão consanguínea sobre o PC na raça Maronesa e verificou-se que, no caso dos animais consanguíneos ($F > 0$) o PC médio foi igual a $100,3 \pm 14,3$ kg, enquanto para os animais não consanguíneos ($F = 0$) o PC médio foi igual a $102,2 \pm 14,2$ kg.

No geral foram registados PC mais elevados para animais $F = 0$, sendo a diferença na média PC de 2,1kg entre animais $F = 0$ e $F > 0$ ($P < 0,05$). Verificou-se que existem diferenças significativas entre as médias de PC para animais $F > 0$ e $F = 0$ ($P < 0,05$) (Tabela 4). A regressão linear simples incluiu apenas os animais $F > 0$ (2249) e mostrou que a acompanhar um eventual aumento de um ponto percentual de F , segue-se uma consequente diminuição de 0,193kg no PC (Tabela 5).

Efetivamente, verificou-se que existe depressão consanguínea no PC. Estes resultados estão em linha daqueles com os resultados obtidos por Carvajal (2021) para a raça Nelore. Este autor concluiu que a depressão consanguínea tinha efeitos muito mais acentuados sobre as características da carcaça, do que na precocidade reprodutiva (Carvajal, 2021). Também os autores Benfica *et al.* (2010) investigaram o efeito da depressão consanguínea no peso ao desmame para a raça Nelore. Dado que esta característica está diretamente relacionada com o PC, os resultados podem ser comparados. Segundo Benfica *et al.* (2010) a depressão consanguínea na raça Nelore afetava negativamente tanto o peso ao desmame, como a duração da gestação.

A bibliografia até aqui referida é consistente com os resultados obtidos no presente estudo e com os resultados obtidos por Pacheco (2015). Isto é, a depressão consanguínea afeta a

qualidade da carcaça e o crescimento dos animais e, no presente trabalho, foram registados menores PC para animais consanguíneos. Com efeito, deverão ser tomadas medidas com o intuito de diminuir a consanguinidade da população Maronesa. No caso de não serem tomadas medidas para manter a consanguinidade da população a níveis baixos e controlados, bem como medidas de monitorização dos emparelhamentos que são feitos, a persistência dos efeitos da depressão consanguínea poderá conduzir a uma menor capacidade de crescimento dos animais, bem como a um peso e qualidade inferiores das carcaças. Esta é uma situação grave, já que os produtores obtêm a maior parte do seu rendimento a partir da venda dos vitelos para abate, sendo o valor recebido de acordo com o PC fria.

Conclusão

Concluiu-se que, apesar das características produtivas serem mais influenciadas por fatores de origem genética e não tanto por fatores ambientais, como estimativa da h^2 do PC é baixa, esta característica até poderá ser melhorada através de um programa de seleção, mas o progresso genético será lento. A depressão consanguínea influencia o PC de forma significativa, tendo sido registados PC mais baixos para animais $F > 0$.

Agradecimentos

Engenheira Paula Teixeira e à Associação de Criadores do Maronês (ACM).

Financiamento

Este trabalho foi apoiado pelos projetos UIDB/00772/2020, UIDP/ 00772/2020 e LA/P/0059/2020 financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Referências

ACM - Associação de Criadores do Maronês. (2022). *Maronesa*. <https://www.marones.pt/> (Consultado a 2022-11-23).

Afonso, F. (2007, noviembre 30 - diciembre 1). Estratégias para a conservação e melhoramento das raças autóctones [Paper presentación]. IV Jornadas Ibéricas de Razas Autóctonas y sus Productos Tradicionales: Innovación Seguridad y Cultura Alimentarias, Sevilla, España.

Altarriba, J., Yagüe, G., Moreno, C., & Varona, L. (2009). Exploring the possibilities of genetic improvement from traceability data. An example in the Pirenaica beef cattle. *Livestock Science*, 125(2–3), 115–120. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.03.013>.

Alves, V. C. (1993). Estudo sobre "a raça bovina maronesa": situação actual e perspectivas zootécnicas [Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro]. Biblioteca da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Benfica, L., Carrara, E., Brito, L., & Carvalheiro, R. (2010). Effect of inbreeding on growth and reproductive traits of Nelore cattle in Brazil. *Livestock Science*, 131(2–3), 212–217.

Bouquet, A., Fouilloux, M. N., Renand, G., & Phocas, F. (2010). Genetic parameters for growth, muscularity, feed efficiency and carcass traits of young beef bulls. *Livestock Science*, 129(1–3), 38–48.

Carolino, N., Leite, J., Dantas, R., & Telo da Gama, L. (2009). Avaliação Genética na Raça Bovina Barrosã. *Archivos de Zootecnia Zootec*, 58(1), 545–548. https://www.researchgate.net/publication/362322355_Characterization_and_Effect_of_Inbreeding_on_Growth_and_Reproductive_Traits_in_Nellore_Cattle.

Carvajal, A. B. (2021). Genomic aspects of sexual precocity and inbreeding effect on productive and reproductive traits in Nelore cattle [Tese de Doutoramento, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho]. Virtual Health Library Regional Portal.

Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K., & Philipsson, J. (2003). Genetic analyses of field-recorded growth and carcass traits for Swedish beef cattle. *Livestock Production Science*, 84(1), 53–62. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00049-6).

Hickey, J. M., Keane, M. G., Kenny, D. A., Cromie, A. R., & Veerkamp, R. F. (2007). Genetic parameters for EUROP carcass traits within different groups of cattle in Ireland. *Journal of Animal Science*, 85(2), 314–321. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-263>.

Hoque, M. A., Hosono, M., Oikawa, T., & Suzuki, K. (2009). Genetic parameters for

measures of energetic efficiency of bulls and their relationships with carcass traits of field progeny in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science*, 87(1), 99–106. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0766>.

Leal, C. (1998). Caracterização genética da raça bovina Barrosã. Estudos de genética bioquímica, familiar e populacional [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto.

Moreira, N. (2002). *Agronomia das Pastagens e Forragens*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Outor-Monteiro, D., Mestre, R. B., Fontes, A. S., & Azevedo, J. M. T. (2005). A Raça Bovina Maronesa. In D. Outor-Monteiro, R. B. Mestre, A. S. Fontes, & J. M. T. Azevedo (Eds.), *Interreg IIIA - Acção 1.2 Projeto Douro/Duero Formas Complementares de Valorização Dos Produtos Animais* (pp. 1-17). ACM, UTAD.

Pacheco, A. (2015). Caracterização demográfica, avaliação genética e efeitos da depressão consanguínea em características produtivas de bovinos de raça Maronesa [Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro], Biblioteca da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Pritchard, T. C., Wall, E., & Coffey, M. P. (2021). Genetic parameters for carcass measurements and age at slaughter in commercial cattle. *Animal & Veterinary Sciences*, 15(2), 1751–17311. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100090>.

Ramljak, J., Ivanković, A., Veit-Kensch, C. E., Förster, M., & Medugorac, I. (2010). Analysis of genetic and cultural conservation value of three indigenous Croatian cattle breeds in a local and global context. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 128(1), 73–84. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2010.00905>.

Ruivo de Sousa, F., & García, L. S. (2009). *Mirandesa*. Associação dos Criadores de Bovinos de Raça Mirandesa.

Sbarra, F., Mantovani, R., Quaglia, A., & Bittante, G. (2013). Genetics of slaughter precocity, carcass weight, and carcass weight gain in Chianina, Marchigiana, and Romagnola young bulls under protected geographical indication. *Journal of Animal Science*, 91(6), 2596–2604. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6235>.

Weik, F., Hickson, R. E., Morris, S. T., Garrick, D. J., & Archer, J. A. (2022). Genetic parameters for growth, ultrasound and carcass traits in New Zealand Beef Cattle and their correlations with maternal performance. *Animals*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/ani12010025>.

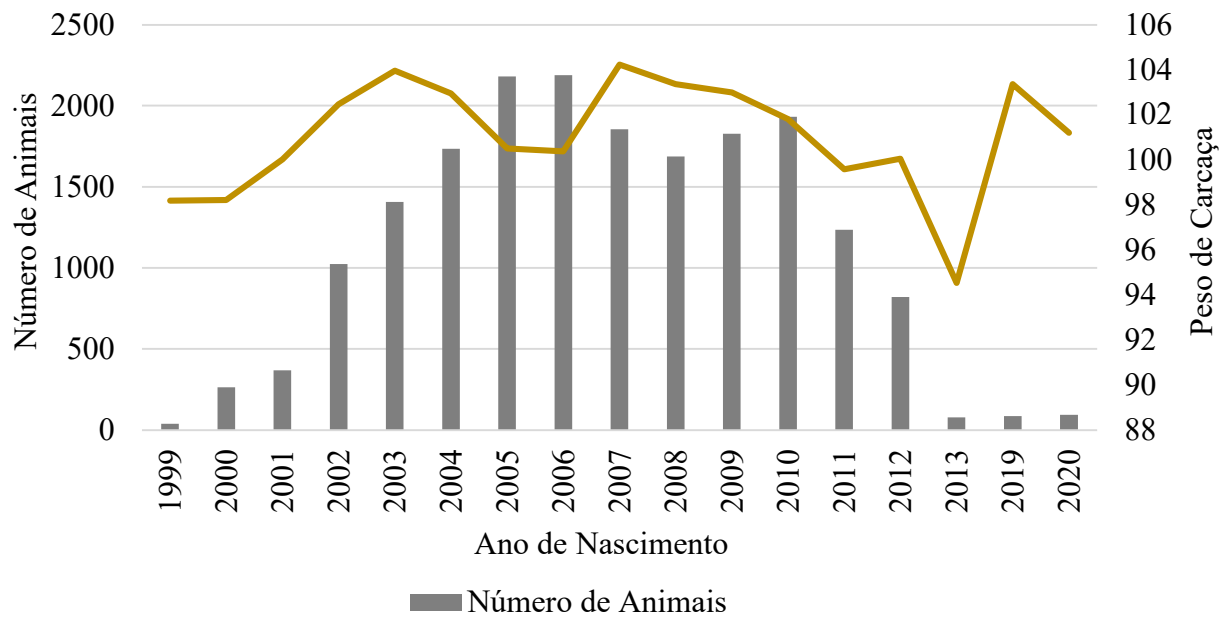


Figura 1 – Distribuição do PC (kg) por ano de nascimento.

Tabela 1 - Critérios de edição para o peso de carcaça.

Critério	Número de registos
Registo de idade ao abate inferior a 154 dias	1590
Registo de idade ao abate superior a 304 dias	12614
Registo de peso de carcaça inferior a 75 kg	1299
Registo de peso de carcaça superior a 130 kg	5921
Registo de ano de abate anterior ao ano 2000	4
Registos de animais de outras raças	2516
Total de registos eliminados	23944

Tabela 2 – Estimativas para os parâmetros genéticos do PC.

Modelo Animal	Valores	Erro Padrão
σ_a^2	12,88	--
σ_e^2	111,94	--
σ_p^2	125,0	--
h^2	0,10	±0,122

Tabela 3 – Estimativas para a h^2 do PC obtidas por diferentes autores para sete raças.

Autores	Raça	h^2
Hoque <i>et al.</i> (2009)	Wagyu (Bovino Japonês Preto)	0,74
Bouquet <i>et al.</i> (2010)	Blonde d'Aquitaine	0,53
	Limousine	0,61
Weik <i>et al.</i> (2022)	Raças Neozelandesas de aptidão cárnica	0,47
Sbarra <i>et al.</i> (2013)	Chianina	0,13
	Marchigiana	0,23
	Romagnola	0,24

Tabela 4 – Efeito da depressão consanguínea no PC.

Registos	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
Total (n = 18814)	F = 0	16565	102,2 ^a kg	14,2	74,5	130,3
	F > 0	2249	100,3 ^b kg	14,3	74,5	130,3

^{a,b} Médias com letras diferentes diferem significativamente ($P < 0,05$)

Tabela 5 – Relação entre a consanguinidade (variável independente, x) e o PC (variável dependente, y).

Equação	b	Valor P
$y = 102,5 - 0,193x$	- 0,193	$P < 0,001$ %

PARÂMETROS GENÉTICOS E DEPRESSÃO CONSANGUÍNEA NO INTERVALO ENTRE PARTOS DA RAÇA BOVINA MARONESA

Mónica Maria Gomes Freitas¹, Paula Cristina Freitas de Paiva Teixeira², Ângela Maria Ferreira Martins¹, António Mário Domingues Silvestre¹

¹ Departamento de Zootecnia, CECAV – Centro de Ciência Animal e Veterinária, AL4AnimalS, Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta dos Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal.

² Associação de Criadores do Maronês (ACM)

Resumo

Este estudo permitiu estimar a heritabilidade (h^2), a repetibilidade (R) e o efeito da consanguinidade no intervalo entre partos (INTP). A base de dados relativos à reprodução apresentava 104151 registos de partos ocorridos entre 31/12/1986 e 30/12/2021. Foram incluídos registos de vacas Maronesas nascidas a partir do ano 2000 e inscritas no Livro de Adultos (LA) e no Livro Genealógico (LG), independentemente da raça da cria resultante do parto (linha pura ou cruzado). Foram excluídos INTP inferiores a 290 dias e superiores a 972 dias, ainda foram aplicados outros critérios de edição de dados, tendo sido eliminados no total 56059 registos. A base de dados final apresentou 48092 INTP atribuídos a 9496 vacas, distribuídas por 1953 explorações. A avaliação genética foi implementada com recurso ao programa ASReml, sendo aplicado o modelo repetibilidade. A estimativa da h^2 para o INTP na raça Maronesa foi de $0,04 \pm 0,007$ e a R foi de $0,11 \pm 0,006$. Este é um valor baixo, mas em linha com o esperado para características reprodutivas. Concluiu-se que a variabilidade do INTP depende principalmente de fatores ambientais. A média do INTP para animais consanguíneos foi de $437 \pm 114,5$ dias, enquanto para os animais não consanguíneos foi de $427 \pm 111,6$ dias ($P < 0,05$). Esta diferença média de 10 dias no INTP é uma evidência de depressão consanguínea.

Palavras-Chave: Raça Maronesa, heritabilidade, depressão consanguínea

Introdução

Os programas de melhoramento permitem identificar animais que poderão ser usados como futuros reprodutores maximizando o progresso genético. A transmissibilidade da característica em avaliação depende da heritabilidade (h^2), que representa a proporção da variabilidade fenotípica com origem genética. Características reprodutivas, como o intervalo entre partos (INTP), apresentam baixa h^2 , sendo mais influenciadas por fatores ambientais e não tanto por fatores de origem genética (Carolino, 2006; Vicente 2015).

As raças autóctones, geralmente com populações pequenas, têm a capacidade de sobreviverem e de se reproduzirem nas condições mais adversas, mediante a realização de programas de seleção apropriados (Hall & Bradley, 1995). Preservar a raça Maronesa é conservar uma das raças bovinas autóctones que melhor representa o património genético da população bovina em Portugal. Estudar o desempenho reprodutivo desta raça e a sua resposta ao melhoramento genético permite garantir a sua conservação (Alves, 1993; Leal, 1998; Moreira, 2002). Os objetivos deste estudo passaram por estimar a h^2 e a R do INTP, bem como o efeito da consanguinidade (F) sobre esta característica na raça bovina Maronesa.

Material e métodos

A informação para este estudo foi fornecida pela Associação de Criadores do Maronês (ACM), em Vila Real. A base de dados inicial apresentava 104151 registos de partos ocorridos entre 31/12/1986 e 30/12/2021. Foram considerados registos de vacas Maronesas nascidas a partir de 2000 e inscritas no LA e no LG independentemente da raça da cria resultante do parto (linha pura ou cruzado). Foram excluídos os registos biologicamente inviáveis, como INTP inferiores a 290 dias e superiores a 972 dias. No total foram eliminados 56059 registos (Tabela 1).

A base de dados final apresentou 48092 registos de INTP atribuídos a 9496 vacas, distribuídas por 1953 explorações. A avaliação genética foi feita com recurso ao programa ASReml, sendo aplicado o modelo repetibilidade BLUP:

$$y_{ijklm} = \mu + exp_i + anop_j + tp_k + animal_l + perm_m + e_{ijklm}$$

Onde y_{ijklm} corresponde ao INTP (dias) e μ corresponde à média geral. Relativamente aos efeitos fixos considerados estes foram a exploração (*exp*) (1953 níveis), o ano de parto (*anop*) (21 níveis) e o trimestre de parto (*tp*) (4 níveis). A depressão consanguínea foi avaliada com recurso ao programa JMP® versão 13 através de duas metodologias: (1) Análise de variância simples; (2) Regressão linear simples.

Resultados e discussão

A média do INTP da raça Maronesa é de, aproximadamente, 428 ± 112 dias. Numa avaliação genética anterior para a raça Maronesa verificaram-se valores aproximados, sendo a média do INTP igual a 411 dias (Teixeira & Alves, 2019). Para além disso, estes valores estão relativamente próximos dos resultados obtidos por Lacerda (2016) para fêmeas de raça Mertolenga (405 dias) e de raça Preta (420 dias). Em termos globais, a duração média do INTP, diminui com o número de parto (NP), verificando-se uma estabilização na duração a partir do 5º intervalo (Figura 1).

Rocha *et al.* (2012) encontraram resultados equiparáveis e afirmaram que o INTP é mais longo quando ocorrido entre o 1º o 2º parto. Este facto, pode dever-se: (1) à dificuldade acrescida de recuperação pós-parto, dado as novilhas ainda não terem atingido o seu desenvolvimento fisiológico máximo; (2) pode dever-se a fatores ambientais, no caso de se verificarem deficiências nutricionais ou a stress no decorrer da lactação; (3) pode dever-se à distensão uterina que se verifica nas novilhas durante a primeira gestação, isto tendo em conta que o sistema reprodutor pode ainda não se encontrar completamente desenvolvido (Vieira *et al.*, 2010). As vacas mais velhas e já na reta final da sua vida reprodutiva apresentam, em média, um INTP mais longo, isto devido ao enorme leque de alterações que aparelho reprodutor das mesmas sofre ao longo dos anos e, consequentemente, ao longo do NP (Montes Vergara *et al.*, 2009). Foi ainda possível averiguar que ocorreram oscilações ligeiras no INTP ao longo dos anos, mas a tendência nos anos mais recentes é favorável, já que o INTP está cada vez mais reduzido desde 2016 e o pretendido é que seja tão curto quanto possível (Figura 2).

Segundo Resende e Perez (1999) a h^2 e a R são os parâmetros mais importantes a serem avaliados, quando são feitas observações sucessivas de uma dada característica. Silva *et al.* (1998) e Ojango e Pollott (2001) explicam que já foram feitos diversos estudos, ao

longo dos anos, para estimar a h^2 de características reprodutivas e, no geral, estas apresentavam sempre valores baixos ($< 0,2$). Os mesmos autores acrescentam que um valor baixos da h^2 está associado a características reprodutivas, sendo um sinal claro de que existe uma forte influência de vários fatores ambientais (maneio alimentar e reprodutivo) (Silva *et al.*, 1998; Ojango & Pollott, 2001).

Nesta avaliação genética do INTP da raça Maronesa, foram feitas estimativas para a variância genética aditiva (σ_a^2), para a variância ambiental permanente (σ_{pe}^2), para a variância residual (σ_e^2), para a variância fenotípica (σ_p^2) e para a heritabilidade (h^2) e repetibilidade (R) de acordo com o modelo repetibilidade (Tabela 2).

O resultado obtido para a estimativa da h^2 ($0,04 \pm 0,007$) é inferior ao valor obtido por Amaral *et al.* (2020) para a raça Ramo Grande (0,073). Estes últimos autores concluíram que os resultados obtidos nesse estudo revelaram que o programa de melhoramento estabelecido, em colaboração direta com os criadores locais, foi crucial para a manutenção da variabilidade genética da raça Ramo Grande. No geral, o estudo confirma que a informação da genealogia das populações autóctones é útil para melhorar a gestão da estrutura genética destas raças, tanto em termos de preservação da sua diversidade genética, como em termos de seleção de reprodutores para alcançar a eficiência produtiva e reprodutiva. por fatores de origem genética aditiva, mas muito influenciado por fatores de origem ambiental (Amaral *et al.*, 2020).

Brzáková *et al.* (2020) estimaram a h^2 para o 1º e o 2º INTP nas raças Charolesa (0,077) e Aberdeen-Angus (0,082) e justificaram os resultados obtidos pelas diferenças entre as raças estudadas, mas sobretudo pelas condições ambientais a que os animais estão sujeitos. Estes autores acrescentam que, sendo obtida uma baixa h^2 associada a uma variância residual elevada, tal como acontece neste estudo da raça Maronesa, pode dever-se não só a efeitos ambientais desconhecidos, como também a efeitos genéticos aditivos ainda pouco conhecidos (Brzáková *et al.*, 2020).

Os resultados obtidos para a Maronesa aproximam-se ligeiramente dos resultados obtidos por Ruivo de Sousa e García (2009), para a raça Mirandesa (0,03), bem como dos resultados obtidos por Bene *et al.* (2022), para a raça Limousine (0,03). Ainda foi estimada a R , sendo que o resultado obtido para a Mirandesa (0,06) está mais próximo daquele que foi obtido para a Maronesa (0,11), quando comparado com o resultado obtido

para a Limousine (0,03). Bene *et al.* (2022) afirmam que INTP é uma característica muito influenciada pela idade da vaca e pelo ano e estação do ano em que a mesma foi inseminada, além de outros fatores ambientais (nutrição, manejo, condições ambientais, etc.). Isto, tendo em consideração que ambas as estimativas obtidas para a Limousine, quer da h^2 , quer da R , foram muito baixas, o mesmo aplica-se à raça Maronesa, pelo que o INTP é uma característica cujo processo de melhoramento genético por seleção será lento (Vergara *et al.*, 2009).

Assim, confirma-se que a estimativa da h^2 na avaliação genética do INTP para a raça Maronesa foi baixa, o que está em linha com a bibliografia consultada. De acordo com Brzáková *et al.* (2020) a baixa h^2 mostra que o melhoramento do INTP será mais eficiente se forem aperfeiçoadas as práticas de manejo, quer reprodutivo, quer alimentar. Num estudo anterior, levado a cabo por Teixeira *et al.* (2015), também foram estimadas h^2 ($0,010 \pm 0,007$) e R ($0,077 \pm 0,007$) para o INTP na raça Maronesa e a conclusão a que estes autores concluíram o mesmo que Brzáková *et al.* (2020). Isto é, existe a possibilidade de ser feito melhoramento para as características reprodutivas, mas o progresso genético será lento. Apesar disso, é notório o aumento da h^2 para o INTP entre 2015 e 2021, sendo este um bom sinal no que respeita ao trabalho da Associação de Criadores do Maronês em melhorar o desempenho reprodutivo das vacas Maronesas.

Por último, no que respeita ao efeito da depressão consanguínea no INTP verificou-se que, no caso dos animais consanguíneos ($F > 0$) o INTP médio foi igual a $437 \pm 114,5$ dias, enquanto que para os animais não consanguíneos ($F = 0$) o INTP médio foi igual a $427 \pm 111,6$ dias. No geral foram registados INTP mais curtos para as fêmeas $F = 0$, sendo a diferença na média do INTP de, aproximadamente, 10 dias entre animais $F > 0$ e $F = 0$ ($P < 0,05$). A análise de variância mostrou que existem diferenças significativas entre as médias do INTP para animais $F > 0$ e $F = 0$ ($P < 0,05$) (Tabela 3). A regressão linear simples incluiu apenas os animais $F > 0$ (5950) e mostrou que a acompanhar um eventual aumento de um ponto percentual de F , segue-se um consequente aumento de 0,7 dias no INTP (Tabela 4).

Em suma, verificou-se que existe depressão consanguínea no INTP. A bibliografia até aqui referida é consistente com os resultados obtidos no presente estudo e ainda com os resultados obtidos por Carolino e Telo da Gama, (2008b). Estes últimos autores verificaram que a depressão consanguínea provocava o aumento de 1,7 dias no INTP para

a raça Alentejana (Carolino & Telo da Gama, 2008b). Carolino e Telo da Gama (2008b) alertam para o facto dos efeitos da depressão consanguínea sobre o desempenho reprodutivo poderem ser determinantes para a uma maior eficiência das explorações. Efetivamente, a depressão consanguínea afeta o INTP de forma significativa, tendo sido registados INTP mais longos para as fêmeas Maroneses $F > 0$. Com efeito, deverão ser tomadas medidas para controlar o aumento da consanguinidade da população Maronesa. Encurtar tanto quanto possível o INTP consecutivos é crucial para maximizar o número de partos por vaca, ao longo da sua longevidade produtiva, o que contribui para uma maior eficiência e rentabilidade económica das explorações (Pinto de Araújo, 2005; Ruivo de Sousa & García, 2009).

Conclusão

A baixa estimativa da h^2 permite concluir que a variabilidade fenotípica tem causas principalmente não genéticas ou ambientais. A depressão consanguínea influencia o INTP de forma significativa, tendo sido registados INTP mais longos para as vacas $F > 0$.

Agradecimentos

Engenheira Paula Teixeira e à Associação de Criadores do Maronês (ACM).

Financiamento

Este trabalho foi apoiado pelos projetos UIDB/00772/2020, UIDP/ 00772/2020 e LA/P/0059/2020 financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Referências

Alves, V. C. (1993). *Estudo sobre "a raça bovina maronesa": situação actual e perspectivas zootécnicas* [Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro]. Biblioteca da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Amaral, A., Pavão, A., & Telo da Gama, L. (2020). Genomic Tools for the Conservation and Genetic Improvement of a Highly Fragmented Breed. The Ramo Grande cattle from the Azores. *Animals*, 10(6), 1–20.

Bene, S., Polgár, P. J., Szűcs, M., Márton, J., Szabó, E., & Szabó, F. (2022). Population genetic features of calving interval of the Limousin beef cattle breed in Hungary. *Acta Veterinaria Hungarica*, 36(83), 1–8.

Brzáková, M., Čítek, J., Svitáková, A., Veselá, Z., & Vostrý, L. (2020). Genetic parameters for age at first calving and first calving interval of beef cattle. *Animals*, 10(2122), 11.

Carolino, N. (2006). Estratégias de selecção na raça bovina Alentejana [Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.

Carolino, N., & Telo da Gama, L. (2008). Inbreeding depression on beef cattle traits: Estimates, linearity of effects and heterogeneity among sire-families. *Genetics Selection Evolution*, 40(1), 511–527. <https://doi.org/10.1051/gse>

Hall, S. J. G., & Bradley, D. G. (1995). Conserving livestock breed biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(7), 267–270.

Lacerda, A. (2016). Efeito do genótipo da linha materna na margem bruta da exploração de bovinos aleitantes em cruzamento industrial [Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.

Leal, C. (1998). Caracterização genética da raça bovina Barrosã. Estudos de genética bioquímica, familiar e populacional [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto.

Montes Vergara, D., Vergara Garay, O., & Prieto Manrique, E. (2009). Una nota sobre la estimación de la heredabilidad del intervalo entre partos en hembras bovinas de ganado Brahman. *Livestock Research for Rural Development*, 21(1), 2001–2006.

Moreira, N. (2002). Agronomia das Pastagens e Forragens. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Ojango, J. M. K., & Pollott, G. E. (2001). Genetics of milk yield and fertility traits in Holstein-Friesian cattle on large-scale Kenyan farms. *Journal of Animal Science*, 79(7), 1742–1750.

Outor-Monteiro, D., Mestre, R. B., Fontes, A. S., & Azevedo, J. M. T. (2005). A Raça Bovina Maronesa. Interreg IIIA - Acção 1.2 Projeto Douro/Duero Formas Complementares de Valorização Dos Produtos Animais, 17.

Pinto de Araújo, J. P. (2005). Caracterización Etnológica, Genética y Productiva De La Raza Bovina Minhota (Universida de Santiago de Compostela). Facultad de Veterinária - Departamentode Química Analítica, Nutrición y Bromatología.

Resende, M. V., & Perez, J. R. (1999). Melhoramento animal: predição de valores genéticos pelo modelo animal – BLUP em bovinos de leite, bovinos de corte, ovinos e suínos. *Archives of Veterinary Science*, 4(1), 17–29.

Rocha, J. F. M., Gallego, J., Vásquez, R. F., Pedraza, J. A., Zuluaga, J. J. E., Mario Fernando Cerón Muñoz, M. F. C., & Martínez, R. (2012). Estimation of genetic parameters for age at first calving and calving interval in Blanco Orejinegro (BON) breed cattle populations in Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 220–228. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5687267>.

Ruivo de Sousa, F., & García, L. S. (2009). Mirandesa. Associação dos Criadores de Bovinos de Raça Mirandesa.

Silva, M. B., Bergmann, J. G. Martinez, M. L., Pereira, C. S., Ferraz, J. S., & Silva, H. M. (1998). Associação Genética, Fenotípica e de Ambiente entre Medidas de Eficiência Reprodutiva e Produção de Leite na Raça Holandesa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(6), 1115–1122.

Teixeira, P., & Alves, V. (2019). Maronesa. In *AniDop - Animais Domésticos de Portugal*.

Teixeira, P., Martins, A., Colaço, J., & Silvestre, M. (2015). Parâmetros Genéticos para a idade ao primeiro parto e intervalo entre partos em bovinos da raça Maronesa. In *Congresso Ibérico - Raças Autótones, Economia Local e Paisagem Rural* (pp. 54–55). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Vergara, O. D., Elzo, M. A., & Cerón-Muñoz, M. F. (2009). Genetic parameters and genetic trends for age at first calving and calving interval in an Angus-Blanco Orejinegro-Zebu multibreed cattle population in Colombia. *Livestock Science*, 126(1–3), 318–322. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.07.009>.

Vicente, A. (2015). Characterization and selection of the Lusitano horse breed. [Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.

Vieira, D. H., Medeiros, L. F. D., Barbosa, C. G., Rodrigues, V. C., Bourg de Mello, M. R., & Oliveira, J. P. (2010). Non Genetics Effects on Reproductive Traits in Nellore Female. II - Age at first calving and interval. Brazilian Journal of Veterinary Medicine, 32(2), 79–88. <https://rbmv.org/BJVM/article/view/838>.

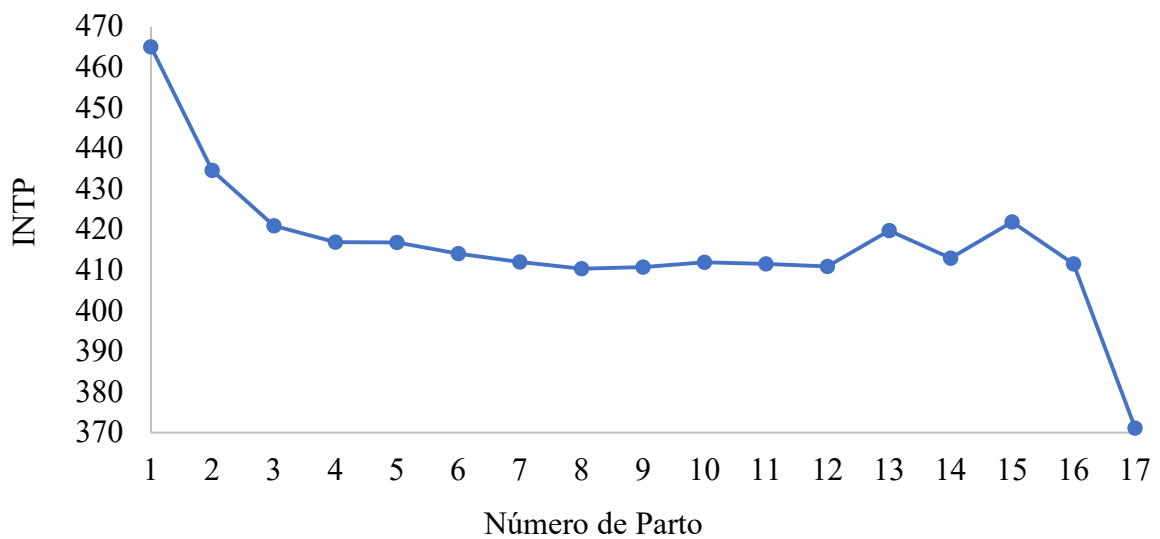


Figura 1 – Evolução do INTP (dias) por número de parto.

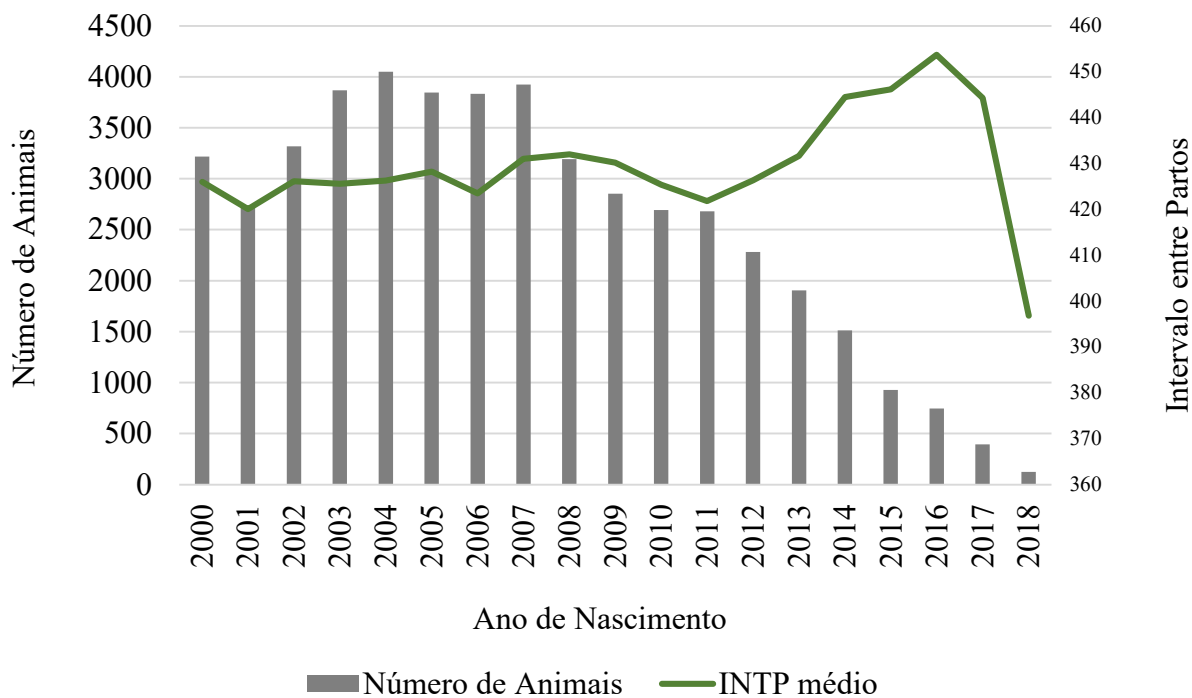


Figura 2 – Distribuição do INTP (dias) por ano de nascimento.

Tabela 1 - Critérios de edição para o INTP.

Critério	Número de registos
Registo de intervalos entre partos inferiores a 290 dias	644
Registo de intervalos entre partos superiores a 972 dias	1061
Registo de fêmeas com idade ao 1.º parto inferior a 580 dias (< 19 meses)	319
Registo de fêmeas sem informação do intervalo entre partos	19021
Registo de fêmeas sem informação do número de parto	744
Registo de fêmeas nascidas antes do ano 2000	34270
Total de registos eliminados	56069

Tabela 2 – Estimativas para os parâmetros genéticos do INTP.

Modelo Animal	Valores	Erro Padrão
σ_a^2	433,108	--
σ_{pe}^2	777,12	--
σ_e^2	10225,4	--
σ_p^2	11440	--
$\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2$	1210	--
h^2	0,04	±0.007
R	0,11	±0.006

Tabela 3 – Efeito da depressão consanguínea no INTP.

Registos	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
Total (n = 48092)	F = 0 F > 0	42142 5950	426,95 ^a dias 436,50 ^b dias	111,56 114,48	290 290	971 966

^{a b} Médias com letras diferentes diferem significativamente (P < 0,05)

Tabela 4 – Relação entre a consanguinidade (variável independente, x) e o INTP (variável dependente, y).

Equação	b	Valor P
$y = 429,3 + 0,7x$	+ 0,7	P < 0,001 %

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE NOVILHAS DA RAÇA HOLSTEIN FRÍSIA NA REGIÃO DO ENTRE DOURO E MINHO

Carolina Ferreira¹⁶, César Novais²⁶, Ângela Martins¹³⁴⁵⁶

¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real; ²De Heus, Vila Chã de Ourique, Cartaxo; ³ Departamento de Zootecnia; ⁴Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV); ⁵ AL4AnimalS; ⁶ Portugal.

Autor correspondente: a.carolina.pferreira@gmail.com

Resumo

A avaliação do crescimento das novilhas é uma prática fundamental que permite monitorizar a saúde e o desenvolvimento dos animais, possibilitando aos produtores realizarem ajustes nas práticas de manejo e nutricionais. O estudo teve como objetivo principal avaliar a melhor metodologia de análise do crescimento em novilhas Holstein Frísia na região Entre Douro e Minho. Foram efetuadas de forma aleatória medições em 742 animais de 36 explorações com idades compreendidas entre 0 e 24 meses (m). As medições do perímetro torácico e da altura da cernelha apenas foram realizadas uma vez por animal. Posteriormente os dados foram analisados por modelos de regressão linear e não linear para verificar qual o modelo com melhor ajustamento. Relativamente aos modelos de regressão linear, como o coeficiente de correlação foi significativo (0,92; $P < 0,0001$), a reta de regressão $\text{Peso (kg)} = -775,85 + 9,32 * \text{Altura (cm)}$, pode ser utilizada para estimar o peso para diferentes alturas. Também o coeficiente de correlação entre peso (kg) e idade (m) revelou ser significativo (0,93; $P < 0,0001$). Assim, a reta de regressão $\text{Peso (kg)} = 69,26 + 23,33 * \text{idade (m)}$, pode ser utilizada para estimar o peso para diferentes idades. Em relação aos modelos de regressão não linear verificou-se que o modelo não linear Logístico 4P é o mais adequado para estimar o peso, utilizando a altura. Relativamente ao cálculo do peso através da idade, conclui-se que o modelo não linear Probit 4P é o que apresenta o melhor ajustamento, sustentado pelo maior coeficiente de determinação (R^2) (0,88), menor valor de BIC (8119,55), AIC (8095,34) e RMSE (56,42).

Palavras-chave: crescimento, holstein frísia, novilhas

Introdução

Recentemente assiste-se a um aumento significativo dos custos de produção em todo o setor agrícola, sendo os principais visados os produtores pecuários e o consumidor. O preço do gasóleo agrícola aumentou 97% face ao ano anterior, o adubo 140%, e também algumas das principais matérias primas como o milho 77% e o bagaço de soja 45% (Cotrim, 2022). Como consequência a alimentação dos animais, neste caso em específico, das vacas de produção de leite sofreu um aumento de 59% que posteriormente, se irá refletir num aumento de 53% no custo total de 1 litro de leite (Cotrim, 2022).

Analisando a variação percentual dos preços dos fatores de produção de leite, verifica-se que se torna uma situação insustentável. Assim, é essencial realizar uma boa gestão da empresa para se conseguir manter ou elevar a margem de lucro. O rendimento das explorações de bovinos de leite depende essencialmente dos custos de produção, da produtividade e bem-estar dos animais (Makkar, 2014). A produtividade das vacas leiteiras é definida como o tempo desde o primeiro parto até ao abate. Geralmente, as fêmeas produzem leite durante 80% a 90% deste período, sendo que o tempo restante corresponde ao período seco, em que estas se preparam para o parto seguinte. A longevidade média de vida produtiva destes animais situa-se entre os 2,5 e os 4 anos (De Vries & Marcondes, 2020). A curta duração de vida traduz-se num aumento de questões de ética e bem-estar dos bovinos leiteiros. A intensificação do modo de produção destes animais resulta num encurtamento da vida produtiva dos mesmos. No entanto, com a melhoria do bem-estar animal (espaço e conforto) e melhoria da recria é possível as vacas produzirem durante um período mais alargado, realizando um maior número de lactações. O aumento da vida produtiva dos animais pode reduzir o impacto ambiental da produção de leite. Uma exploração pecuária que ostente uma elevada proporção de novilhas e vacas primíparas excreta mais fósforo e emite mais metano para o ambiente por unidade de leite, quando comparada a uma exploração que detenha uma maior proporção de vacas múltiparas (Montes et al., 2013). Por outro lado, os programas de alimentação destes animais, têm como objetivo produzir novilhas que atinjam o seu peso à maturidade entre os 13 e os 15 meses e uma idade ao primeiro parto entre os 22 e 24 meses com condições corporais adequadas, através de dietas economicamente acessíveis que assegurem a capacidade produtiva futura da novilha (Knowlton et al., 2003). É importante referir que as novilhas atingem a puberdade com um tamanho específico, em vez de uma determinada idade (Knowlton et al., 2003).

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a melhor metodologia de análise do crescimento em novilhas da raça Holstein Frísia na região do Entre Douro e Minho.

Material e Métodos

Foram efetuadas de forma aleatória medições em 742 animais de 36 explorações localizadas na bacia leiteira do Entre Douro e Minho (com especial incidência nas regiões da Póvoa de Varzim, Vila do Conde e Barcelos). Os animais apresentavam idades compreendidas entre os 0 e os 24 meses.

Realizou-se apenas uma medição do perímetro torácico e da altura à cernelha por animal. Para medir a altura à cernelha utilizou-se um hipómetro. O hipómetro é uma régua construída em aço inox, com 130 centímetros (cm) de altura que possui um êmbolo quadrangular regulável em altura, apresentando uma escala em cm. No exterior do hipómetro, existem 2 orifícios retangulares para a regulação de varetas amovíveis, uma na parte superior e outra a meio da régua, permitindo ajustar ao corpo do animal e obter medidas exatas. Para medir o perímetro torácico foi utilizada uma fita métrica e colocada atrás dos membros dianteiros e das omoplatas do animal.

Os dados recolhidos foram organizados inicialmente num ficheiro Excel e, posteriormente transferidos para o programa JMP versão 13 onde foram analisados através de modelos matemáticos de regressão linear e não linear para verificar qual o modelo com melhor ajustamento.

Resultados e Discussão

Modelos de Regressão Linear Simples

Os resultados da análise do modelo de regressão linear simples entre peso (kg) e altura (cm) são apresentados no Tabela 1. O modelo de regressão revelou que existe uma correlação estatisticamente significativa entre as variáveis peso (kg) e altura (cm) e as variáveis peso (kg) e idade (m).

A regressão linear simples pode ser utilizada para explicar a relação entre o peso (kg) e a altura (cm). Como o coeficiente de correlação é significativo (0,92; $P < 0,0001$), a reta de regressão $\text{Peso (kg)} = -775,85 + 9,32 * \text{Altura (cm)}$, pode ser utilizada para estimar o peso

(kg) para diferentes valores de altura (cm). Como se pode observar na Figura 1, a elevada correlação entre estas variáveis é notória, uma vez que, os pontos se encontram junto à reta.

Por outro lado, o coeficiente de correlação entre peso (kg) e idade (m) também demonstrou ser estatisticamente significativo (0,93; $P < 0,0001$). Perante o resultado a reta de regressão $\text{Peso (kg)} = 69,26 + 23,33 * \text{Idade (m)}$, pode ser utilizada para estimar o peso (kg) para diferentes valores de idade (m) dentro do intervalo de idades considerado (Figura 2).

Modelo de Regressão Não Linear

Os pesos corporais e as alturas foram ajustados a diferentes modelos (Linear, Quadrático, Cúbico, Quártico e Quintico) (Tabela 2). O desempenho dos modelos foi comparado com base no coeficiente de determinação (R^2), na raiz quadrada do erro (RMSE), no critério de informação Akaike (AIC) e no critério de informação Bayesiana (BIC). O RMSE e R^2 dos modelos foram considerados para avaliar a qualidade dos parâmetros de ajuste para a comparação entre os diferentes modelos (Tabela 3). $R^2 = 1 - (\text{SSE}/\text{SST})$ onde SSE é a soma dos quadrados dos erros. Critérios de informação da Akaike (AIC) = $n * \ln(\text{SSE}/n) + 2k$, em que n (número de observações), SSE (soma dos quadrados dos erros) e k (número de parâmetros). As estimativas médias dos parâmetros calculados foram utilizadas para traçar curvas gerais de crescimento das novilhas (Figura 3). Assim, podemos concluir que o modelo Quintico é o que melhor se ajusta, uma vez que, apresenta o R^2 mais elevado (0,88; 56,43).

Posteriormente, os pesos corporais e as diferentes alturas foram ajustados a modelos de 3 e 4 parâmetros (Tabela 4). As funções de 3 parâmetros procuraram encontrar uma solução entre zero e a assimetria estimada. As funções de 4 parâmetros estão delimitadas entre 2 assíntotas estimadas.

A partir da análise do Tabela 5 podemos verificar que o modelo que melhor se ajusta é o modelo Logístico 4P, visto que possui o maior R^2 (0,88), menor valor de BIC (8118,31), AIC (8095,34) e RMSE (56,38).

Os valores registados para o peso corporal, bem como os das alturas foram ajustados aos modelos de Gompertz 3P, Gompertz 4P e Probit 4P (Tabela 6).

Na Tabela 7 é possível averiguar que o modelo que melhor se ajusta é o modelo Probit 4P, visto que detém o maior R^2 (0,88), menor valor de BIC (8119,55), AIC (8095,34) e RMSE (56,42).

Os pesos corporais e as diferentes idades foram ajustados a modelos de 3,4 e 5 parâmetros. Os seguintes modelos de curvas de crescimento foram utilizados para determinar os parâmetros pertencentes às curvas de crescimento (Tabela 8).

O modelo Logístico 5P exibiu o $R^2=0,88$ mais elevado. Os modelos Logístico 4P Hill e Logístico 4P demonstraram valores semelhantes (Tabela 9).

As estimativas médias dos parâmetros calculados foram utilizadas para traçar curvas gerais do crescimento das novilhas (Figura 6).

Na Tabela 10 estão representados os modelos de crescimento utilizados (Gompertz 3P, Gompertz 4P E Probit 4P).

O modelo Probit 4P demonstrou ser o mais adequado ao exibir um R^2 de 0,88 (mais elevado). Os modelos Gompertz 3 P e Gompertz 4P demonstraram valores idênticos (Tabela 11).

Através das estimativas médias dos parâmetros calculados elaborou-se um gráfico (Figura 7), onde no eixo das abcissas se encontra a variável idade e no eixo das ordenadas está presente a variável peso.

De uma forma geral, todos os modelos apresentaram um bom ajustamento, exibindo R^2 próximos de 0,9. No entanto, existe evidência científica substancial que suporta a hipótese de que o modelo não linear Logístico 4P é o mais adequado para estimar o peso, utilizando a variável altura à cernelha, uma vez que apresenta um R^2 mais elevado (0,88), menor valor de BIC (8118,31), AIC (8095,34) e RMSE (56,38), em comparação com os restantes modelos analisados.

Relativamente ao cálculo do peso através da variável idade (m), conclui-se que também o modelo não linear Probit 4P é o que apresenta o melhor ajustamento, sustentado pelo maior R^2 (0,88), menor valor de BIC (8119,55), AIC (8095,34) e RMSE (56,42).

Segundo Teleken et al. (2017) e Vázquez et al. (2012), para avaliar o crescimento dos animais o modelo matemático que melhor se ajusta é o Logístico, sustentando os resultados deste estudo.

Conclusão

A utilização de equações matemáticas para estimar o desenvolvimento dos animais, nomeadamente, ao nível da estimativa do peso corporal é cada vez mais reconhecida como uma ferramenta necessária à concretização de uma zootecnia de precisão, onde os principais objetivos passam por uma melhoria da produtividade, minimizando os custos de produção.

Os resultados deste estudo indicam que existe uma forte correlação entre o peso (kg) e altura (cm) (0,92; $P < 0,0001$) e o peso (kg) e idade (m) (0,93; $P < 0,0001$). Através da idade é possível estimar o peso das novilhas com a equação linear: $\text{Peso (kg)} = 69,26 + 23,33 * \text{idade (m)}$. Pode-se também estimar o peso destes animais pela equação linear: $\text{Peso (kg)} = -775,85 + 9,32 * \text{Altura (cm)}$, introduzindo o valor da sua altura à cernelha. A primeira equação pode ser aplicada para estimar o peso dos animais nas diferentes fases produtivas, de forma a comparar os valores reais (p.ex: ganhos médios diários dos animais) com os valores médios estimados para a raça. Desta forma, poderá ser necessário efetuar um ajuste na dieta, caso os valores reais se encontrem desajustados com os valores estimados. Da mesma forma, conhecendo a altura à cernelha dos seus animais, o produtor pode introduzir esse valor na segunda equação e verificar qual o peso médio estimado. Assim como acontece na primeira situação descrita, se o peso real, for superior/inferior ao valor médio estimado, o nutricionista deverá ajustar a dieta às necessidades demonstradas pelos animais.

Embora este trabalho tenha mostrado avanços significativos na caracterização do crescimento de novilhas da raça Holstein Frísia na região do Entre Douro e Minho, ainda são necessárias pesquisas adicionais de forma a ser possível a extrapolação dos resultados para toda a região. É de salientar que este estudo foi realizado em 36 explorações, recorrendo à medição de 742 animais.

Agradecimentos

À De Heus, pela possibilidade da realização da parte prática do trabalho.

Este trabalho foi suportado por verbas dos projetos UIDB/ 00772/2020 e LA/P/0059/2020 financiado pela Fundação Portuguesa para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Bibliografia

- Cotrim, T. (2022, June 9). *Negócio do leite está a azedar em Portugal*. <https://onovo.pt/economia/negocio-do-leite-esta-a-azedar-em-portugal-PJ11189116>
- De Vries, A., & Marcondes, M. I. (2020). Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, *14*(S1), S155–S164. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003264>
- Henderson, B., Makkar, H. P. S., & Dijkstra, J. (2013). SPECIAL TOPICS-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. *Journal of Animal Science*, *91*(11), 5070–5094. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6584>
- Knowlton, K. F., Nelson, J. M., & Dunklee, K. F. (2003). World of Dairy Cattle Nutrition. In *Holstein Foundation*. http://www.holsteinfoundation.org/pdf_doc/workbooks/DairyCattleNutrition.pdf
- Makkar, H. P. S. (2014). *Nutrition and the welfare of farm animals* (C. J. C. Phillips (Ed.); Springer).
- Montes, F., Meinen, R., Dell, C., Rotz, A., Hristov, A. N., Oh, J., Waghorn, G., Gerber, P. J., Henderson, B., Makkar, H. P. S., & Dijkstra, J. (2013). SPECIAL TOPICS-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. *Journal of Animal Science*, *91*(11), 5070–5094. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6584>
- Teleken, J. T., Galvão, A. C., & Robazza, W. da S. (2017). Avaliação comparativa de modelos matemáticos não lineares para descrever o crescimento animal. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, *39*(1), 73–81. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.31366>
- Vázquez, J. A., Lorenzo, J. M., Fuciños, P., & Franco, D. (2012). Evaluation of non-linear equations to model different animal growths with mono and bisigmoid profiles. *Journal of Theoretical Biology*, *314*, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2012.08.027>

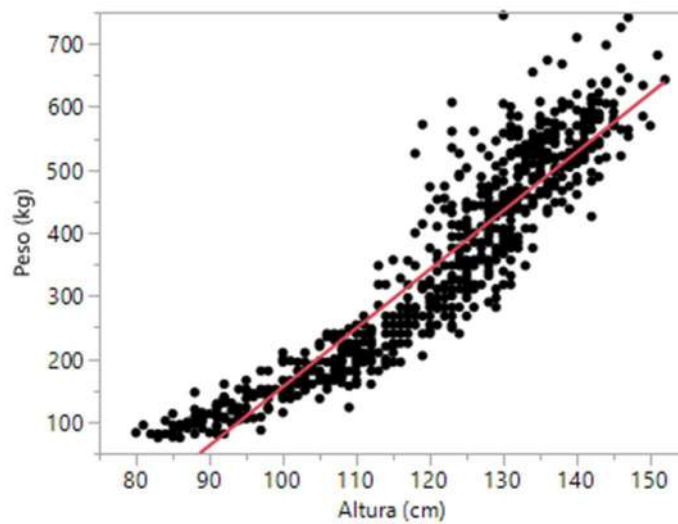


Figura 2- Regressão linear simples entre peso (kg) e altura (cm)

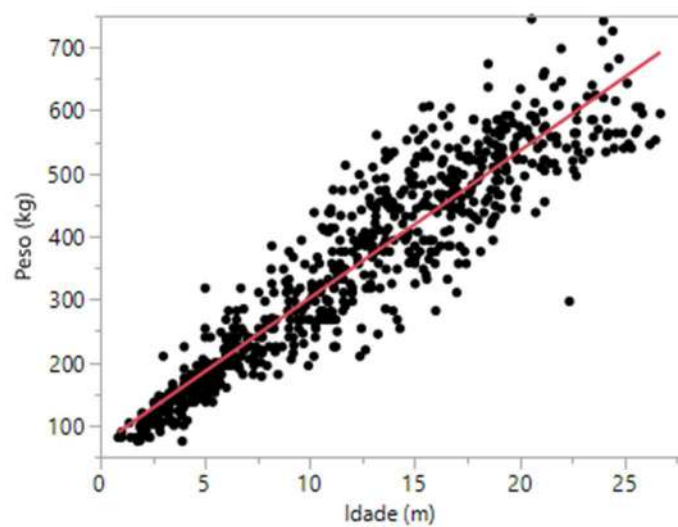


Figura 3 - Regressão linear simples entre peso (kg) e idade (m)

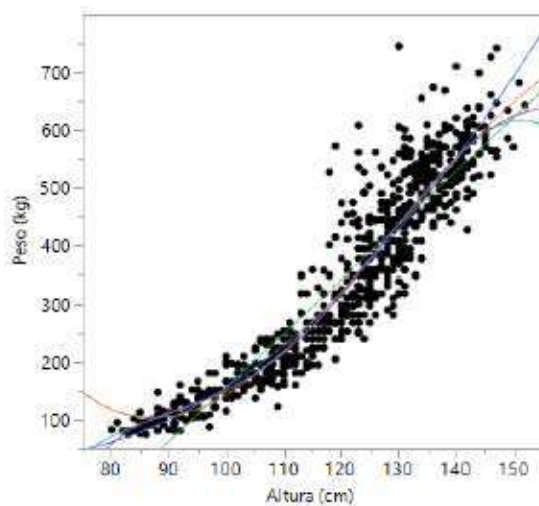


Figura 4 - Regressão não linear entre peso (kg) e altura (cm)

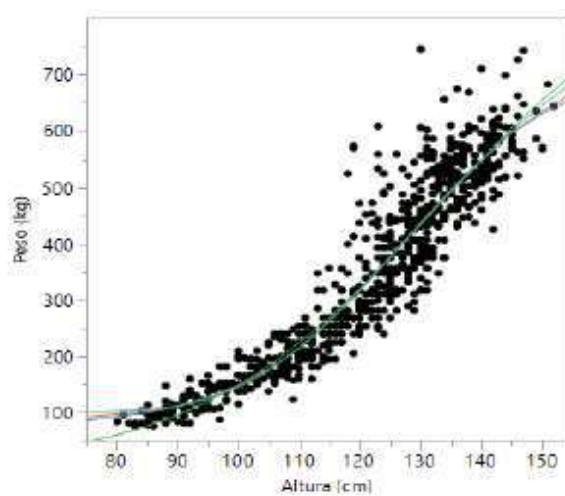


Figura 5 - Curva sigmóide entre o peso (kg) e a altura (cm) (modelos Logístico e Gompertz)

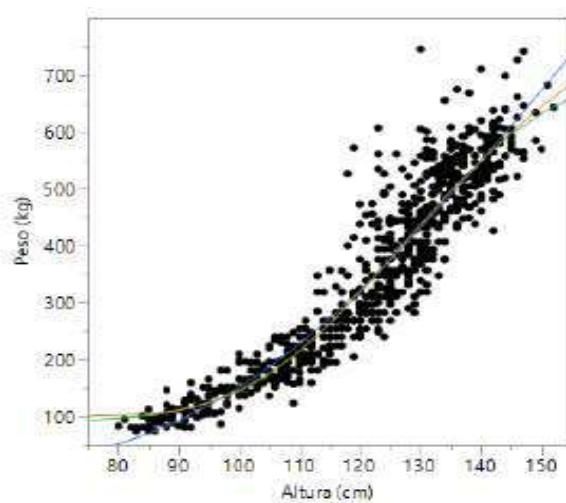


Figura 6 - Curva sigmóide entre peso (kg) e altura (cm) (modelos Probit e Gompertz)

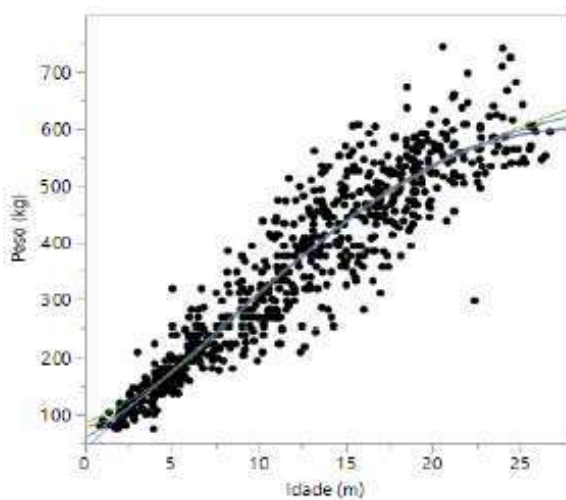


Figura 7 - Curva sigmóide entre o peso (kg) e a idade (m) (modelos logísticos)

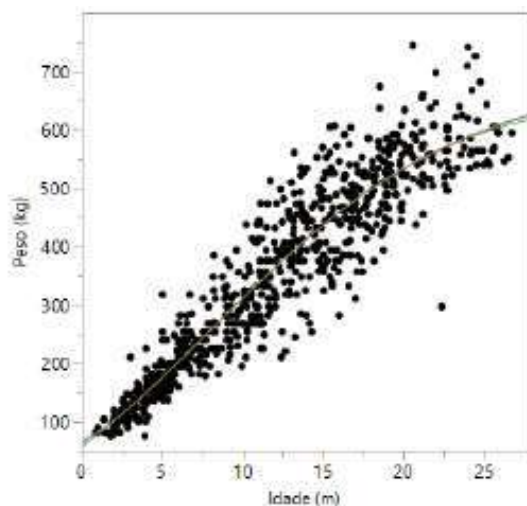


Figura 8 - Curva sigmóide entre o peso (kg) e a idade (m) (modelos Gompertz e Probit)

Tabela 1- Correlação entre peso, altura e idade

Variável (n=742)	Variável (n=742)	Correlação (r)	Intervalo confiança 95%	P
Altura (cm)	Peso (kg)	0,9235	0,9121-0,9334	<0,0001
Idade (m)	Peso (kg)	0,9324	0,9223-0,9412	<0,0001
Idade (m)	Altura (cm)	0,9115	0,8985-0,9230	<0,0001

Tabela 2 - Modelos polinomiais de crescimento entre o peso (kg) e a altura (cm)

Modelos	Função
Linear	$a+b*Altura (cm)$
Quadrático	$a+b*Altura (cm)+c*Altura (cm)^2$
Cúbico	$a+b*Altura (cm)+c*Altura (cm)^2+d*Altura (cm)^3$
Quártico	$a+b*Altura (cm)+c*Altura (cm)^2+d*Altura (cm)^3+f*Altura (cm)^4$
Quintico	$a+b*Altura (cm)+c*Altura (cm)^2+d*Altura (cm)^3+f*Altura (cm)^4+g*Altura (cm)^5$

Tabela 3 - Comparação dos critérios de seleção dos modelos linear, quadrático, cúbico, quártico e quintico, para os diferentes modelos matemáticos de crescimento

Model	AICc	AICc Weight	BIC	SSE	MSE	RMSE	R-Square
Quártico	8097,6667	0,6634851	8125,2086	2346518,1	3183,8781	56,425864	0,8786356
Quintico	8099,1026	0,3236176	8131,2155	2344613,8	3185,6166	56,441267	0,8787341
Cúbico	8105,5478	0,0128971	8128,513	2378080,1	3222,3307	56,765577	0,8770032
Quadrático	8127,4389	2,2745e-7	8145,822	2455986,4	3323,3916	57,648865	0,8729738
Linear	8234,8478	1,08e-30	8248,6433	2846269,5	3846,3102	62,018627	0,8527879

Tabela 4 - Modelos matemáticos de crescimento logísticos e de Gompertz da estimativa do peso (kg) com base na altura (cm)

Modelos	Função
Logistic 4P	$c + \frac{(d - c)}{(1 + \text{Exp}(-a * (\text{Altura (cm)} - b)))}$
Logistic 4P Rodbard	$c + \frac{(d - c)}{(1 + (\frac{\text{Altura (cm)}^a}{b}))}$
Gompertz 4P	$a + (b - a) * \text{Exp}(-\text{Exp}(-b * (\text{Idade (m)} - d)))$
Logistic 3P	$\frac{c}{(1 + \text{Exp}(-a * (\text{Altura (cm)} - b)))}$

Tabela 5 - Critérios de seleção para os modelos matemáticos de curvas sigmóides entre o peso (kg) e a altura (cm)

Fit Curve											
Model Comparison											
Model	AICc	AICc Weight	.2	.4	.6	.8	BIC	SSE	MSE	RMSE	R-Square
Logistic 4P	8095,3395	0,5877597					8118,3047	2345587	3178,3021	56,376432	0,8786837
Logistic 4P Rodbard	8096,3505	0,3545355					8119,3157	2348785,2	3182,6357	56,414854	0,8785183
Gompertz 4P	8100,0668	0,0552936					8123,032	2360578,5	3198,6159	56,556307	0,8779084
Logistic 3P	8106,3319	0,0024112					8124,715	2387107,5	3230,1861	56,834726	0,8765362

Tabela 6 - Modelos de crescimento de Gompertz e Probit entre o peso (kg) e a altura (cm)

Modelos	Função
Gompertz 3P	$a * \text{Exp}(-\text{Exp}(-b * (\text{Altura (cm)} - c)))$
Gompertz 4P	$a + (b - a) * \text{Exp}(-\text{Exp}(-b * (\text{Altura (cm)} - d)))$
Probit 4P	$c + (d - c) * \text{Normal Distribution}\left(\frac{(\text{Altura (cm)} - b)}{a}\right)$

Tabela 7 - Critérios de seleção modelos matemáticos Probit e Gompertz entre a estimativa do peso (kg) com base na altura (cm)

Fit Curve											
Model Comparison											
Model	AICc	AICc Weight	.2	.4	.6	.8	BIC	SSE	MSE	RMSE	R-Square
Probit 4P	8096.5861	0.8507238					8119.5513	2349531.1	3183.6465	56.423812	0.8784797
Gompertz 4P	8100.0668	0.1492687					8123.032	2360578.5	3198.6159	56.556307	0.8779084
Gompertz 3P	8119.8658	7.4932e-6					8138.2489	2431047.4	3289.6447	57.355424	0.8742636

Tabela 8 - Modelos matemáticos logísticos de crescimento

Modelos	Função
Logistic 4P Hill	$c + \frac{(d - c)}{\left(1 + 10^{(a * (b - \text{Idade (m)}))}\right)}$
Logistic 4P	$c + \frac{(d - c)}{(1 + \text{Exp}(-a * (\text{Idade (m)} - b)))}$
Logistic 5P	$c + \frac{(d - c)}{\left(1 + \text{Exp}(-a * (\text{Idade (m)} - b))\right)^r}$
Logistic 4P Rodbard	$c + \frac{(d - c)}{\left(1 + \left(\frac{\text{Idade (m)}}{b}\right)^a\right)}$
Logistic 3P	$\frac{c}{(1 + \text{Exp}(-a * (\text{Idade (m)} - b)))}$

Tabela 9 - Critérios de seleção modelos matemáticos logísticos entre a estimativa do peso (kg) com base na idade (m)

Fit Curve											
Model Comparison											
Model	AICc	AICc Weight	.2	.4	.6	.8	BIC	SSE	MSE	RMSE	R-Square
Logistic 4P Hill	8083,7471	0,322311	█				8106,7123	2309226,3	3129,0329	55,937759	0,8805643
Logistic 4P	8083,7471	0,322311	█				8106,7123	2309226,3	3129,0329	55,937759	0,8805643
Logistic 5P	8084,1988	0,2571514	█				8111,7406	2304311	3126,6092	55,916091	0,8808186
Logistic 4P Rodbard	8086,7606	0,0714348	█				8109,7258	2318623,7	3141,7666	56,051464	0,8800783
Logistic 3P	8088,7219	0,0267917	█				8107,1051	2331121,1	3154,4264	56,16428	0,8794319

Tabela 10 - Modelos de crescimento de Gompertz e Probit entre o peso (kg) e a idade (m)

Modelos	Função
Gompertz 3P	$a * \text{Exp}(-\text{Exp}(-b * (\text{Idade (m)} - c)))$
Gompertz 4P	$a + (b - a) * \text{Exp}(-\text{Exp}(-b * (\text{Idade (m)} - d)))$
Probit 4P	$c + (d - c) * \text{Normal Distribution}(\frac{(\text{Idade (m)} - b)}{a})$

Tabela 11 - Critérios de seleção modelos matemáticos Gompertz e Probit entre a estimativa do peso (kg) com base na idade (m)

Fit Curve											
Model Comparison											
Model	AICc	AICc Weight	.2	.4	.6	.8	BIC	SSE	MSE	RMSE	R-Square
Gompertz 3P	8082,6247	0,4809482	█				8101,0078	2312044,1	3128,6118	55,933095	0,8804186
Probit 4P	8083,3285	0,3382825	█				8106,2937	2307923,8	3127,2681	55,921982	0,8806317
Gompertz 4P	8084,5818	0,1807693	█				8107,547	2311825,5	3132,5548	55,969231	0,8804299

CARACTERIZAÇÃO DO *HAIR SHEDDING* EM FÊMEAS ABERDEEN-ANGUS

Joana Vilarinho Ganilho Limão da Silva^{1,2*}; Pedro Filipe Barros dos Santos Parente Vaz^{1,3}; Inês Garcia⁴; André Martinho de Almeida²; José Pedro Araújo⁵

1. Aberdeen-Angus, Vinha Brava – Parque de Exposições Bloco Este, Piso 0, 9701-861 Angra do Heroísmo
2. LEAF – Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Center, Associated Laboratory TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal
3. Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela (USC)
4. AGRIANGUS UNIPessoal LDA. Edifício CaçaBrava 2305-101 Asseiceira – Tomar, Portugal
5. CIMO – Centro de Investigação de Montanha, ESA-IPVC, Praça General Barbosa, V. Castelo, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal

*Autor correspondente: joanavlimao@gmail.com / joana.limao@aberdeen-angus.pt

Resumo

A precocidade da mudança da pelagem de inverno (*Hair Shedding* - HS) tem sido associada à capacidade de resistência ao stress térmico, à eficiência produtiva, reprodutiva e à capacidade de digestibilidade de fêmeas Aberdeen-Angus em climas quentes.

A classificação do HS não implica a contenção dos animais e é realizada entre abril e junho mediante uma escala de 1 a 5, em que 1 é a pelagem totalmente mudada e 5 é a pelagem de inverno completa. Com o objetivo de caracterizar o HS em fêmeas Aberdeen-Angus, bem como os efeitos entre a sua classificação com algumas características produtivas e reprodutivas, nomeadamente o peso aos 200 dias do último filho (P200F) e a idade ao primeiro parto (IPP), foram classificados, entre maio e junho de 2023, 432 animais (197 pretos e 235 vermelhos) de três explorações localizadas no Centro e Sul do território continental. Estudaram-se os efeitos da classificação do HS sobre as

caraterísticas referidas, comparando-se os valores médios, recorrendo a *One-Way* ANOVA. Foram registadas as seguintes classificações: 1 (8,6% dos animais); 2 (22,2% dos animais); 3 (30,8% dos animais); 4 (29,2% dos animais) e 5 (9,3% dos animais). Os animais de classificação 1 apresentaram valores de P200F (222,9 kg) significativamente inferiores ($p < 0,001$) aos animais com as restantes classificações, e para as restantes características não foram encontradas diferenças significativas entre classificações ($p > 0,05$). Embora que os resultados obtidos não estivessem de acordo com a bibliografia consultada, tendo em consideração a importância da resistência ao stress térmico para a eficiência produtiva dos bovinos em climas quentes, são relevantes mais trabalhos sobre o tema.

Palavras-chave: aberdeen-angus, *hair shedding*, eficiência, stress térmico; classificação; precocidade

Introdução

Segundo Blackshaw e Blackshaw (1994), o principal método de dissipação de calor nos bovinos é a evaporação, relacionada com a humidade, taxa de respiração e atividade das glândulas sudoríparas. As pelagens dos bovinos podem variar dependendo das diferentes raças, e conseqüentemente, apresentam diferentes características físicas, podendo algumas ser mais finas, brilhantes ou espessas, representando diversas formas de isolamento e/ou dissipação do calor. Os animais de pelagem mais escura e grossa apresentam um maior risco de exposição a um stress térmico mais elevado (Gray *et al* 2011). Para Silva *et al* (2001) e Bertipaglia *et al* (2007), o comprimento e densidade da pelagem dos bovinos encontra-se diretamente relacionado com a tolerância ao calor e radiação solar dos mesmos, e aquando da exposição a condições térmicas adversas, a performance produtiva e reprodutiva dos animais poderá ser afetada a nível fisiológico, comportamental e imunitário, dependendo dos diferentes tipos de pelagem.

A mudança da pelagem de inverno, denominada de *Hair Shedding* (HS), é um indicador de adaptação dos animais, devido à sua importância para a termorregulação, bem como para a resistência a parasitas (Silveira *et al* 2021). Segundo a *American Angus Association* (2021), o HS é avaliado entre abril e junho, mediante uma escala de avaliação visual de 1 a 5, em que o 1 representa um animal que já sofreu 100% de mudança total da pelagem

de inverno e o 5 um animal que ainda se encontra totalmente coberto dessa pelagem, ou seja, 0% de mudança. Um animal com uma classificação 2 representa 75% de mudança, bem como a classificação 3 e 4 que representam 50% e 25%, respetivamente.

No contexto de climas subtropicais, os bovinos com um HS mais tardio tendem a apresentar maior incidência de *stress* térmico, tal como redução de mobilidade e apetite (Gray *et al* 2011). De acordo com Loftin (2023) e Loftin *et al* (2022), o *stress* térmico requer uma maior necessidade de manutenção de energia para dissipar calor, disponibilizando menos energia para produzir e impedindo os animais de serem eficientes.

Segundo um estudo realizado por Gray *et al* (2011), as vacas que apresentaram um *hair shedding* mais precoce não demonstraram alterações quanto à sua condição corporal, embora tenham obtido vitelos com pesos ao desmame significativamente superiores ($p < 0.01$) aos dos vitelos provenientes de vacas com um HS mais tardio, valor este que representa um aumento de 11.1kg ao desmame. Sendo o peso ao desmame um indicador económico importante, Gray *et al* (2011) concluíram que existe uma correlação genética moderada a elevada entre o peso ao desmame e a precocidade do HS, bem como Psaros (2013), que chegou à conclusão de que as vacas com HS mais precoce obtiveram vitelos com 2,54kg ao desmame mais pesados do que os vitelos obtidos das vacas com um HS tardio. Também Burnett *et al* (2020) obtiveram resultados de pesos ao nascimento e pesos ao desmame superiores dos vitelos cujas mães tinham um HS mais precoce, informação também indicada por Smith (2016).

Segundo Durbin *et al* (2020), a seleção do HS nos animais pode ser um indicador da capacidade de produção dos mesmos. A capacidade de mudança da pelagem de inverno foi estimada como moderadamente hereditária ($h^2 = 0,34$ a $0,4$). A implementação desta ferramenta de seleção permite ao produtor realizar um melhoramento do efetivo a nível da termorregulação, resistência a parasitas e capacidade produtiva (Silveira *et al* 2021). O HS é, por esse motivo, uma ferramenta de elevada importância para selecionar animais cada vez mais adaptados ao ambiente que os rodeia.

O objetivo do trabalho foi caracterizar o HS em fêmeas Aberdeen-Angus de Portugal Continental e estudar os efeitos do HS nas características produtivas e reprodutivas, nomeadamente o peso aos 200 dias do último filho (P200F) e a idade ao primeiro parto (IPP).

Materiais e Métodos

Entre 24 de maio e 30 de junho de 2023, foram classificadas 432 fêmeas (n=432), de ambas as pelagens (197 pretas e 235 vermelhas) de acordo com a metodologia indicada. As classificações foram realizadas em três explorações diferentes localizadas no centro e sul do território continental português, distribuindo-se entre a Asseiceira - Tomar, Silveiras – Montemor-o-Novo, e Beja.

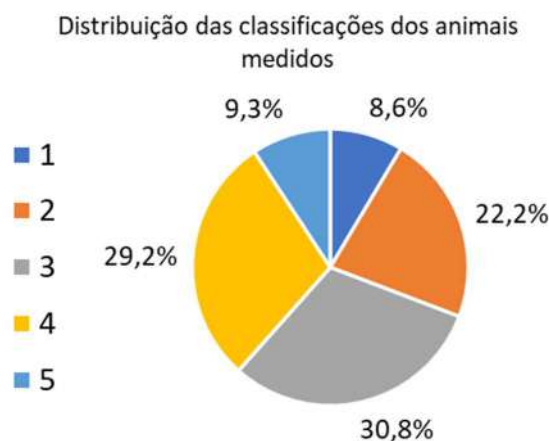
O sistema de classificação utilizado foi baseado no sistema de classificação da *American Angus Association*, numa escala compreendida entre 1 e 5. Os animais foram todos classificados a campo e sem necessidade de os conter. As pontuações foram feitas de acordo com a seguinte escala: 1 (ausência de pelagem de inverno), 2 (25% coberto de pelagem de inverno), 3 (50% coberto de pelagem de inverno), 4 (75% coberto de pelagem de inverno) e 5 (100% coberto de pelagem de inverno).

Nas figuras de 1 a 5 é possível verificar exemplos de animais com diferentes pontuações de HS.

Os dados produtivos e reprodutivos, nomeadamente o peso aos 200 dias do último filho (P200F) e a idade ao primeiro parto (IPP) foram recolhidos através da base de dados *Genpro Ruralbit* em relatórios informativos, tendo sido posteriormente estudados os efeitos da classificação do HS sobre os parâmetros referidos, comparando-se os valores médios e recorrendo a *One-Way ANOVA*.

Resultados e Discussão

Das classificações realizadas, resultou a seguinte distribuição de pontuações dos animais:



Os animais de classificação 1 apresentaram valores de P200F (222,9 kg), significativamente inferiores ($p < 0,001$), comparativamente aos animais cuja classificação foi superior a 1, o que indica que as fêmeas mais precoces obtiveram vitelos com pesos ao desmame mais leves, do que os animais com as restantes classificações.

Comparando os valores médios, obtiveram-se os seguintes resultados no que diz respeito à idade ao primeiro parto (IPP) em dias:

De acordo com os resultados obtidos na tabela 1, foi possível verificar um valor médio de IPP (dias) de 870,9 para as fêmeas do criador A de classificação 1, indicando que as mesmas realizaram a mudança da pelagem de inverno mais cedo e obtiveram idades ao primeiro parto mais cedo, comparativamente às fêmeas com as restantes classificações do mesmo criador.

Por outro lado, é possível observar que, no criador B, a média de IPP (dias) dos animais de classificação 1 foi superior à dos animais de classificação 5, indicando que os animais mais precoces a realizar o HS teriam valores de IPP mais elevados.

Segundo os valores médios de IPP (dias) do total dos 3 criadores (A+B+C), não foram obtidas diferenças significativas entre os animais classificados.

Foram também calculados os valores médios unicamente das fêmeas de pelagem preta, não tendo sido considerado o criador B por apresentar apenas animais de pelagem vermelha. Os resultados encontram-se na tabela 2:

No criador A observou-se uma diferença da IPP (dias) entre os animais de classificação 1 e os animais das restantes classificações, indicando que as fêmeas com um HS mais precoce atingiram valores de IPP (dias) inferiores comparativamente às fêmeas com um HS mais tardio.

No total dos criadores (A+B+C), os animais de classificação 3 obtiveram uma IPP (dias) inferior comparativamente aos animais de classificação 2, o que podia indicar que os animais que estavam com 50% cobertos de pelagem de inverno pariram mais cedo que os animais 25% cobertos de pelagem de inverno, embora não seja possível afirmar existe uma diferença significativa entre os dois.

Os resultados obtidos no parâmetro produtivo P200F não se encontram de acordo com a bibliografia consultada, pois foram significativamente inferiores para os animais de classificação 1, embora o esperado fosse que os mesmos apresentassem pesos mais

elevados que os animais de restantes classificações, corroborado por Gray *et al* (2011), Psaros (2013), Burnett *et al* (2020) e Smith (2016) que afirmaram que as vacas com um HS mais precoce obtinham vitelos com pesos ao desmame superiores.

Os resultados da média do IPP (dias) dos animais de classificação 1 do criador B (referentes à tabela 1), foram superiores aos de classificação 5. No entanto, se nos focarmos apenas nos resultados do criador A, tanto no estudo dos animais com ambas as pelagens, como no estudo dos animais de pelagem preta, a média do IPP (dias) dos animais de classificação 1 é inferior à dos restantes animais. Estes valores podem ser explicados devido ao facto de, segundo Silva *et al* (2001) e Bertipaglia *et al* (2007), os animais com um HS mais precoce apresentarem uma maior tolerância ao calor e maior resistência a parasitas, pelo que a sua performance reprodutiva é menos afetada a nível fisiológico e imunitário, apresentando valores de IPP (dias) mais baixos.

Conclusão

Apesar dos resultados no total da amostra não se encontrarem em concordância com a bibliografia, é possível obter valores positivos aquando do estudo de apenas um dos criadores, podendo restar relacionado com possíveis flutuações térmicas das diversas regiões onde os animais foram classificados, bem como o diferente maneio entre os animais dos 3 criadores, tratando-se os resultados como preliminares.

A resistência ao stress térmico para a eficiência produtiva dos bovinos em climas quentes é extremamente importante, razão pela qual são relevantes mais trabalhos sobre o *Hair Shedding*, a sua variabilidade nos efetivos portugueses e os seus efeitos produtivos e reprodutivos nos animais, por forma a poder aplicar uma seleção e gestão adequada, e consequentemente, obter resultados económicos positivos para as explorações do país.

Referências

American Angus Association. (2021) – *Selection Tools for Heat Tolerance*. Disponível em: <https://www.angus.org/nce/documents/HSResearchReport.pdf?v=2> Acedido a 02/12/2023.

Bertipaglia, E. C. A., da Silva, R. G., Cardoso, V., & Fries, L. A. (2007). Hair coat characteristics and sweating rate of Braford cows in Brazil. *Livestock Science*.

Blackshaw, J.K., e Blackshaw, A.W. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1994, 34, 285-95.

Burnett, R. H., Duvic, M. A., Kutz, B. R., Brown, A., Powell, J. G., Smith, T., Riley, D. G., & Cauble, R. N. (2020). Evaluation of hair coat shedding ability as an adaptive trait in Angus cattle in the southern US. *Journal of Animal Science*. Vol 98, Suppl. S2. 84.

Gray, K. A., Smith, T., Maltecca, C., Overton, P., Parish, J. A., & Cassady, J. P. (2011). Differences in hair coat shedding, and effects on calf weaning weight and BCS among Angus dams. *Livestock Science*, 140, 68–71.

Harly J. Durbin, Duc Lu, Helen Yampara-Iquise, Stephen P. Miller and Jared E. Decker (2020). Development of a genetic evaluation for hair shedding in American Angus cattle to improve thermotolerance. *Genetics Selection Evolution*. Genet Sel Evol. 52:63.

Margaret P. Loftin - Evaluation of the relationship between hair coat shedding ability, apparent forage digestibility, and mineral status in Angus cattle - Mississippi State University. 2023. Degree of Master of Science in Agriculture in the Department of Animal and Dairy Sciences.

Margaret P. Loftin, Randy H. Burnett, Trent Smith, and Brian J. Rude. (2022). Evaluation of the Relationship Between Hair Coat Shedding Ability and Apparent Digestibility in Angus Cattle. *Journal of Animal Science*. Vol 100, Suppl. S1. 44.

Psaros, K. M. (2013) - Heritability of Hair Coat Shedding Scores in Angus dams and the Relationship with Pre-weaning Growth in their Calves - Faculty of North Carolina State University. Raleigh, North Carolina. Degree of Master of Science.

Silva, R. G., La Scala Jr., N., & Pocay, P. L. B. (2001). Transmissão de Radiação Ultravioleta Através do Pelame e da Epiderme de Bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*.

Silveira, D. D., Tineo, J. S. A., Schmidt, P. I., Campos, G. S., Souza, F. R. P. de, Roso, V. M., & Boligon, A. A. (2021). Hair coat score in Angus cattle: Comparison of linear and threshold models, genetic gain and correlations with growth, morphological and reproductive traits. *Livestock Science*, 249, 104512.

Smith, T. (2016). 011 Effect of hair shedding on reproductive performance in Angus females. *Journal of Animal Science*, 94(suppl_1), 5–6.



Figura 9 - Exemplo de fêmea Aberdeen-Angus com classificação Hair Shedding "1". Fonte: Própria



Figura 10 - Exemplo de fêmea Aberdeen-Angus com classificação Hair Shedding "2". Fonte: Própria



Figura 11 - Exemplo de fêmea Aberdeen-Angus com classificação Hair Shedding "3". Fonte: Própria



Figura 12 - Exemplo de fêmea Aberdeen-Angus com classificação Hair Shedding "4". Fonte: Própria



Figura 13 - Exemplo de fêmea Aberdeen-Angus com classificação Hair Shedding "5". Fonte: Própria

Tabela 6 - Valores médios da Idade ao Primeiro Parto (IPP) em dias das fêmeas classificadas.

Classificação	Criador A	Criador B	Criador C	Total Criadores (A + B + C)
1	870,9	928,5	--	899,7
2	966,1	951,4	884,1	933,8
3	957,2	897,8	868,8	907,9
4	951,3	887,1	844,5	894,3
5	943,6	786,0	803,3	844,3

Tabela 7 - Valores médios da Idade ao Primeiro Parto (IPP) em dias das fêmeas de pelagem preta classificadas.

Classificação	Criador A	Criador B	Criador C	Total Criadores A + B + C
1	857,4	--	--	857,4
2	976,8	--	912,3	944,55
3	941,8	--	900,3	821,05
4	964,5	--	870,8	917,65
5	943,6	--	802,2	872,9

EFFECT OF DIFFERENT FINISHING DIETS ON THE FATTY ACID PROFILE OF CACHENA BREED STEERS

Carmen Montes^{1*}, Teresa Moreno¹, Santiago Crecente¹, Carmen Calvo¹, Camino García² and Raquel Alonso².

¹Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) (A Coruña, Galicia)

²Centro Tecnolóxico da Carne, San Cibrao das Viñas (Ourense, Galicia)

*carmen.montes.garcia@xunta.gal

Abstract

The effect of different finishing diets on the fatty acid profile of *Longissimus thoracis* muscle was studied in 16 Cachena breed steers (slaughtered at 26 months of age) reared in a semi-extensive system (RD 1053/2022). The steers were divided into two groups according to age and body condition. One group (n=8) was fattened with a forage diet: corn silage (90%) and high oleic sunflower seeds (10%) (MF) and the other group (n=8) was fed with a conventional diet: concentrate and hay *ad libitum* (MC). The finishing phase lasted 138 days. At 48 hours post-mortem, the *Longissimus thoracis* muscle was dissected from the left mid-carcass, between the 5th and the 10th ribs, to determine the fatty acid profile by gas chromatography. The presence of MUFAs (monounsaturated fatty acids) and PUFAs (polyunsaturated fatty acids) was significantly higher (P<0.05) in the MC group, while the PUFA/SFA (saturated fatty acids) ratio was significantly lower (P<0.01) in the MF group. No significant differences were found in the n-3 fatty acids according to the diet. However, the amount of n-6 was significantly higher (P<0.01) in the MC group, resulting in a significantly lower n-6/n-3 ratio (P<0.001) in the MF group, which is a favourable trend for consumer health.

Keywords: nutrition, Cachena breed, fatty acid profile.

Introduction

Currently, the meat industry is facing a widespread crisis, mainly due to rising energy costs, inflation in raw materials prices, and a decrease in both international and meat consumption. According to the Spanish Ministry of Agriculture (2023), throughout 2022

there was a 12.7% decrease in meat consumption in Spain compared to 2021 and a 13.3% increase in its price since the pandemic, caused by cost fluctuations.

As a result of this situation, differentiated quality productions are emerging. An example of this type of production is meat from autochthonous breeds, such as the Cachena breed. This breed originates from the mountainous areas of the Baixa Limia – Serra do Xurés natural parks (Spain) and Peneda- Gerês (Portugal).

Furthermore, consumers are increasingly concerned about the nutritional quality of food. While the intake of saturated fatty acids (SFAs) should be reduced, polyunsaturated fatty acids (PUFAs) exhibit favourable health effects. The presence of PUFA is associated with multiple health benefits, including the antithrombotic, antitumor, or anti-inflammatory action of omega-3 as well as the anticancer or antioxidant effect of conjugated linoleic acid (CLA) (Moreno et al., 2007). In Cachena calves, Moreno (2022) observed significantly higher amounts of CLA (0.35%, $P < 0.01$) in the forage fattened group. This group also presented significantly lower values of the n-6/n-3 ratio (3.88, $P < 0.001$), with this ratio (3.11) also observed in the heifer's category fattened with forages (Montes et al., 2023). Therefore, with the results observed in calves and heifers of the Cachena breed, it is necessary to evaluate the impact of the finishing diet in the beef quality of this breed. The effect of the finishing diet (conventional vs forage) on the fatty acid profile of meat in Cachena steers was studied.

Material and Methods

Animal husbandry

The study was developed in A Coruña – Galicia (northwest Spain). Sixteen Cachena steers ($n=16$) were divided into 2 homogeneous groups ($n=8$) according to age and body condition. Each group was fed with a different finishing diet: conventional = MC (concentrate and hay) or forage = MF (corn silage and high oleic sunflower seeds). The finishing phase began on January 10th, 2023, when MC steers were 22.46 ± 1.93 months of age and 364.69 ± 36.97 kg of live weight. The MF group started the fattening phase at 21.23 ± 2.67 months of age and 352.75 ± 27.53 kg, with no significant differences in age and weight between the two groups.

The steer's castration was carried out on June 7th, 2022, by Burdizzo's method (Ting et al., 2003). MC group was moved to a 4400 m² plot, located at the CIAM (Mabegondo, Galicia). At CIAM, MC group was supplied with concentrate (89.2% DM) and hay (87.9% DM) *ad libitum* in a semi-extensive system. The concentrate consisted of fine corn flour (41%), distillers' corn (25.5%), barley flour (14%), soybean husk meal (7.8%), wheat bran (7%), calcium carbonate (2.5%), sodium bicarbonate (1%), soybean oil (0.7%) and sodium chloride (0.3%) (table 3). The forage finishing diet group (MF) was located on a 4000 m² plot. A mixture and was supplied with a mixture of corn silage (90%) and high oleic sunflower seeds (10%) (35.7% DM) (table 3).

Once the slaughter age was reached (26 months of age), the animals were weighed to determine the slaughter weight (SW) and then, were carried to a slaughterhouse located in A Coruña (Galicia). At 48 hours post-mortem, the *Longissimus thoracis* (LT) muscle was dissected from the left mid-carcass and transported in an isothermal vehicle (4°C) to the Meat Technology Center (Ourense), where the fatty acids were analysed as indicated by Pateiro et al. (2013).

Diet Analysis

The diet supplied to the cattle was analysed at the Agricultural and Phytopathological Laboratory of Galicia following the regulations of the International Organization for Standardization (ISO). The content of ash (ISO: 5984:2002), crude fibre (ISO 6865:2000), ether extract (ISO: 6492:1999) and crude protein (ISO 5983:2005) was determined (table 1). The fatty acid composition of diets was determined by chromatographic analysis, according to the method described by González (2020) (table 2).

Statistical analysis

The results were statistically analysed using Microsoft Excel software (Microsoft 365 version 18.2306.1061.0, Redmond, WA, USA).

Results and discussion

The proportion of stearic acid (EA) C18:00 (table 4), the second most consumed saturated fatty acid in the occidental countries (Marset et al., 2009), was significantly higher in the MF group than in the MC group (19% ± 2.93 vs 14.23% ± 1.32, P<0.01). Other studies

have found an increase in C18:00 concentration in animals fed with sunflower seeds (15%) (Shah et al, 2006). The C18:00 values reported by González (2020) are lower than those found in the MF group, suggesting a more complete rumen biohydrogenation (BHR) in the MF group, likely due to the presence of forages and the inclusion of sunflower seeds.

There were significant differences in the total amount of saturated fatty acids (SFA) between the groups (table 4), which were significantly higher in MF group compared to MC group ($50.42\% \pm 2.99$ vs $46.15\% \pm 1.1$, $P < 0.01$). The concentrations of SFA in MC group were similar to those observed by Araújo (2011) in Cachena calves. González (2020) reported lower SFA values than those found in this study in Rubia Galega calves fed with a diet including ground sunflower seeds (10%) and concentrate.

Regarding MUFAs (table 4), such as palmitoleic acid (C16:1n-7), it was significantly higher in the MC compared to the MF group ($3.82\% \pm 0.57$ vs $2.96\% \pm 0.6$, $P < 0.01$). Additionally, the concentration of trans-vaccenic acid (TVA) (11t-C 18:1) was significantly higher in animals fed with concentrate compared to forage diet (MC $1.64\% \pm 0.3$ vs MF $0.86\% \pm 0.3$, $P < 0.001$). Overall, the presence of MUFA was significantly higher in animals fed with concentrate compared to those fattened with forages ($45.58\% \pm 1.12$ vs $42.82\% \pm 3.18$, $P < 0.05$), with both groups showing values higher than those observed by González (2020) in Rubia Galega calves supplemented with sunflower seeds (10%) ground.

Among the polyunsaturated fatty acids (PUFAs) (table 4), concentrations of conjugated linoleic acid (CLA) were significantly higher in the MC group compared to the MF group ($0.51\% \pm 0.08$ vs $0.38\% \pm 0.04$, $P < 0.01$). These CLA values were lower than those observed in Cachena calves fattened in an intensive and extensive system (Moreno, 2011), and also lower than those observed in Cachena heifers (Montes et al., 2023).

CLA is an intermediate product of BHR from linoleic acid (LA) (González, 2020). Lower concentrations of TVA and CLA in MF group indicate complete BHR, resulting in higher amounts of stearic acid (EA) (González, 2020) in the MF group. The LA (C18:2n-6) was significantly higher in the MC group compared to MF group, respectively ($3.39\% \pm 0.55$ vs. $1.65\% \pm 0.41$, $P < 0.001$) (table 4). The lower LA concentration in MF group is due to its reduced presence in the forage (26.61%) compared to the concentrate diet (53.42%) (table 2). González (2020) observed higher LA levels (12,42%), when administering

ground sunflower seeds in combination with barley meal, soybean meal, beet pulp and cane molasses.

The forage diet was composed of sunflower seeds (table 2) with a high content of oleic acid (OA) (C18: 1n-9) (79.16%), which significantly influenced the total amount of this in the forage ration (60.41%) compared to concentrate (27.46%) and dry grass (14.27%). However, it is important to consider a lower diet intake by the MF group compared to MC (table 3), as well as a 10% proportion of sunflower seeds in the total forage ration, which would explain slightly higher amounts in the LT muscle of MC group compared to MC group ($37.25\% \pm 0.94$ vs $36.68\% \pm 2.9$, n.s.) (table 4).

Furthermore, the presence of EA is important because, according to Jenkins & Bridges (2007), OA, the main fatty acid found in the body fat of ruminant species, is synthesized from it.

In relation to this, the MF group (table 4) showed significantly higher EA values compared to the MC group ($19\% \pm 2.93$ vs $14,23\% \pm 1,32$, $P < 0.01$). This could indicate, in the case of MF group, an inhibition of the enzyme Δ -9-desaturase responsible for the conversion of EA to OA (González, 2020). In the Rubia Galega breed, González (2020) observed significantly lower amounts ($P < 0.05$) of OA in calves fed with sunflower seeds (ground) compared to calves fattened with concentrate. However, in this study the concentration of OA (table 4) in both groups was higher than that observed in the Rubia Galega breed (González, 2020) in animals fed with ground sunflower seeds, and higher than those observed in Cachena and Vianesa breeds in calves fattened on an extensive system (Moreno, 2011).

Moreover, n-6 levels (table 4) were significantly higher in animals fed with conventional fattening compared to the forage diet, respectively (7.3 ± 1.04 vs 5.5 ± 1.18 , $P < 0.01$). Higher amounts of n-6 have also been observed in groups fed with concentrate among Cachena calves ad heifers (Moreno, 2022; Montes et al., 2023). As mentioned, concentrates are characterized by high concentrations of n-6 fatty acids, which significantly impact the nutritional quality of meat (Moreno et al., 2007; Vázquez et al., 2020). The n-3 content (table 4) was slightly higher in MF group compared to MC, with no significant differences between the two groups (1.08 ± 0.27 vs. 0.98 ± 0.14 , n.s.), presenting values lower than those indicated by Moreno (2011) in Cachena calves.

In addition, the balance between PUFA n-6 and n-3 in human diets is essential for homeostasis (González, 2020). For this reason, Feimberg and Favier (1987) established recommendations regarding the n-6/n-3 ratio. This ratio was higher (table 4) in Cachena steers compare to those observed by Araújo (2011) and Moreno (2011) in Cachena calves, although the MF group showed significantly lower values compared to MC group (5.18 ± 0.58 vs 7.52 ± 0.85 , $P < 0.001$).

The presence of PUFA (table 4) was significantly higher in the MC group compared to the MF group of steers ($8.27\% \pm 1.15$ vs $6.76\% \pm 1.36$, $P < 0.05$), showing higher values than those observed in Cachena calves (Araújo, 2011). The significantly higher PUFA values in animals fattened with concentrate are consistent with findings in the Rubia Galega breed by Vázquez et al. (2020). Furthermore, in calves (Moreno, 2022) and heifers (Montes et al., 2023) categories from Cachena breed, the highest PUFA ($P < 0.001$) concentrations have also been observed in groups fattened with concentrate and hay *ad libitum*. In this regard, the nature and processing of oilseeds offered to the MF group promoted lower PUFA values (table 4) compared to the conventional fattening group ($6.76\% \pm 1.36$ vs $8.27\% \pm 1.15$, $P < 0.05$). This could be due to the PUFAs protection against a complete BHR. However, seeds processing may be necessary for the oil to be more available to the rumen microbiota (González, 2020).

The PUFA/SFA ratio (table 4) was significantly higher in MC compared to MF (0.18 ± 0.03 vs 0.13 ± 0.03 , $P < 0.01$) diet, contrary to the results observed by González (2020), indicating significantly higher values in calves supplemented with ground sunflower seeds compared to calves fattened with concentrate (0.52 vs 0.25 , $P < 0.05$).

Conclusion

In the fatty acid profile, a lower nutritional omega-6/omega-3 ratio was observed in the MF group, which is a favourable trend for consumer health. Additionally, the MF group showed a lower concentration of omega-6 and a higher amount of EA and SFA. The MC group showed a higher concentration of CLA, PUFA and MUFA. To increase the levels of PUFA and CLA in the MF group, it is necessary to increase the linoleic acid administered in the diet. Additionally, the presentation of sunflower seeds in the ration should be evaluated to offer greater protection against a complete BHR.

Acknowledgements

GO FEADER 2021/071A and Consellería do Medio Rural, Xunta de Galicia.

References

- Araújo, A. (2011). Avaliação da composição físico-química do músculo de vitelos de raça cachena em modo de produção biológico e convencional (Doctoral thesis, Escola Superior Agraria de Ponte de Lima). <http://hdl.handle.net/20.500.11960/1322>.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*, 226(1), 497-509.
- González, L (2020). Influencia de la suplementación con semillas oleaginosas en la dieta de terneros de raza Rubia Gallega: modificación del perfil lipídico (Doctoral thesis, Universidad de Santiago de Compostela). <http://hdl.handle.net/10347/26474>
- Jenkins, T. C., & Bridges Jr, W. C. (2007). Protection of fatty acids against ruminal biohydrogenation in cattle. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(8), 778-789.
- Marset, J. B., Comas, M. T., Bassols, M. M., & Rodríguez, E. B. (2009). Ácido esteárico y salud cardiovascular. *Actividad Dietética*, 13(4), 161-172.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2023). Informe del consumo de alimentación en España 2022. Secretaría General Técnica. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Montes, C., Moreno, T., Crecente, S., Calvo, C., García, C., & García-Abraldes, R. (2023). Acabado de novillas de raza Cachena con distintos tipos de dieta. XX Jornadas sobre Producción Animal, Zaragoza, España, pág. 60.
- Moreno, T. (2011). Jornada de presentación resultados finales proyecto RTA2008-00115-00-00. *Caracterización de la canal y la carne de dos razas bovinas de Galicia en peligro de extinción*, noviembre 2011, Madrid.
- Moreno, T. (2022). Acabado de becerros de raza Cachena con distintos tipos de dieta. II Xornada Técnica de presentación de resultados do proxecto FEADER 2021/071A, Ourense, Galicia, España.

Moreno, T., Zea, J., Moloney, A., Guerrero, L., Franco, D., Monserrat, L. y Sineiro, J. (2007). *Producción de carne adaptada ás demandas actuais do consumidor*. Consellería do Medio Rural.

Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Díaz, S., Gende, J. A., Fernández, M., González, J., et al. (2013). Meat quality of veal: Discriminatory ability of weaning status. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(4), 1044-1056.

Real Decreto 1053/2022, del 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas (2022). BOE 312, de 29 de diciembre de 2022, 188917 - 188945.

Shah, U. S., Dhir, R., Gollin, S. M., Chandran, U. R., Lewis, D., Acquafondata, M., & Pflug, B. R. (2006). Fatty acid synthase gene overexpression and copy number gain in prostate adenocarcinoma. *Human pathology*, 37(4), 401-409.

Ting, S. T. L., Earley, B., Hughes, J. M. L., & Crowe, M. A. (2003). Effect of ketoprofen, lidocaine local anesthesia, and combined xylazine and lidocaine caudal epidural anesthesia during castration of beef cattle on stress responses, immunity, growth, and behavior. *Journal of animal science*, 81(5), 1281-1293.

INTERVALO ENTRE PARTOS EM FÊMEAS ABERDEEN-ANGUS EM PORTUGAL

Vaz, P.S.^{1,3}, Mata, F.², Camiña, M.³, Almeida, A.M.⁴, Araújo, J.P.^{2,5}

1. Aberdeen-Angus Portugal, Vinha Brava – Parque de Exposições Bloco Este, Piso 0, 9701-861 Angra do Heroísmo
2. Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agro-Alimentares e Sustentabilidade - CISAS, IPVC, Portugal
3. Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria de Lugo - Universidad de Santiago de Compostela (USC)
4. LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Center, Associated Laboratory TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal
5. CIMO - Centro de Investigação de Montanha, ESA-IPVC, Praça General Barbosa, V. Castelo, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal.

*Email: pedro.vaz@aberdeen-angus.pt

Resumo

A produção de bovinos da raça Aberdeen-Angus, realizada maioritariamente em extensivo, recorre ao pastoreio ao longo de todo o ano e tira partido dos recursos endógenos, nomeadamente das pastagens espontâneas ou semeadas e dos sistemas silvo-pastoris. A raça tem particular expressão na região Sul do Continente e na Região Autónoma dos Açores.

O desempenho reprodutivo afeta profundamente a rentabilidade dos sistemas de produção de bovinos de carne, sendo frequentemente negligenciado na avaliação dos animais e efetivos. A raça Aberdeen-Angus é reconhecida pela sua fertilidade e desempenho reprodutivo, sendo necessária a determinação de parâmetros reprodutivos no efetivo nacional, destacando-se entre eles o intervalo entre partos.

Este trabalho tem como objetivo analisar o intervalo entre partos (IEP) das fêmeas Aberdeen-Angus, nascidas em Portugal e inscritas no Livro Genealógico da raça. Foram analisados 12037 partos ocorridos entre abril de 2010 e 31 de dezembro de 2022. Foi utilizado o modelo estatístico General Estimation Equations para variáveis dependentes

lineares corrigido no software IBM Corp. ® SPSS® Statistics, Armonk, NY, EUA. Versão: 29.0.0, através da rotina GENLIN.

Verificou-se que o IEP é significativamente diferente ($p < 0,001$) de acordo com a cor da pelagem. Na pelagem preta o IEP foi de 417 ± 2 dias e na vermelha de 399 ± 3 dias. Relativamente à sazonalidade, os partos corridos no verão revelaram IEP de 429 ± 5 dias, superiores às demais estações: 410 ± 3 na primavera, 412 ± 4 no outono e 412 ± 3 dias no inverno. Verificou-se um IEP inferior ($p < 0,001$) nos partos ocorridos nas explorações correspondentes às do nascimento do animal, 403 ± 2 vs 426 ± 3 dias em explorações onde parto ocorre em explorações diferentes.

Tratando-se de uma análise inicial aos parâmetros reprodutivos de bovinos de raça Aberdeen-Angus em Portugal, futuros trabalhos serão realizados para a caracterização e definição de objetivos reprodutivos para a raça.

Palavras-Chave: Aberdeen-Angus, fertilidade, intervalo entre partos, parâmetros reprodutivos, pelagem

Introdução

A raça Aberdeen-Angus teve origem na Escócia e encontra-se globalmente distribuída, tendo particular relevância nos EUA, Canadá, Argentina e Austrália onde é a raça predominante nos respetivos efetivos nacionais, quer em linha pura quer em cruzamento. Em Portugal, a sua expansão deu-se a partir da primeira década de 2000. No final do primeiro semestre de 2023, estavam registadas no Livro Genealógico 3267 fêmeas adultas (Aberdeen-Angus Portugal, 2023). A produção de bovinos da raça Aberdeen-Angus é feita maioritariamente em extensivo, recorrendo ao pastoreio ao longo de todo o ano e tirando partido dos recursos endógenos, nomeadamente das pastagens espontâneas ou semeadas e dos sistemas silvo-pastoris, em particular o montado. Nas explorações de bovinos da raça Aberdeen-Angus do Sul do País é usual a colocação dos touros no final do mês de dezembro, aí permanecendo durante alguns meses, normalmente até maio (Bastos *et al.*, 2020).

A raça é reconhecida pelo seu bom desempenho reprodutivo (Brzákova *et al.*, 2020), estando os parâmetros reprodutivos entre os principais objetivos de melhoramento genético (Krupová *et al.*, 2020).

Os parâmetros reprodutivos e a longevidade são componentes essenciais do sucesso económico e produtivo das explorações de bovinos de carne e a sua melhoria contribui para a redução dos custos de produção (Sousa, 2010; Belo *et al.*, 2013; Berry *et al.*, 2014; Brzákova *et al.*, 2020; Larracharte *et al.*, 2021; Shao *et al.*, 2021). Tal é particularmente relevante em sistemas com épocas de parto definidas, nos quais os animais têm de estabelecer uma gestação num período de tempo relativamente curto (Berry *et al.*, 2014). Um desempenho reprodutivo reduzido, pode ser descrito como uma duração mais extensa entre dois partos sucessivos (Shao *et al.*, 2021).

O desempenho reprodutivo afeta profundamente a rentabilidade dos sistemas de produção de bovinos de carne, sendo influenciado por numerosos fatores entre eles a baixa heritabilidade das características, a raça, a consanguinidade dos animais, a saúde da fêmea, do macho reprodutor, a nutrição e o manejo. No entanto, durante muito tempo a relevância económica da fertilidade foi negligenciada, possivelmente devido à dificuldade em medir estes parâmetros e à baixa heritabilidade das características de fertilidade, resultando numa baixa resposta à seleção (Sousa, 2010; Berry *et al.*, 2014; Brzáková *et al.*, 2020; Larracharte *et al.*, 2021). Shao *et al.* (2021) referem que a heritabilidade dos parâmetros reprodutivos varia entre 0 a 0,57, apresentando elevada variabilidade entre populações. No entanto, a reduzida heritabilidade não implica que não seja possível obter ganhos genéticos no desempenho reprodutivo (Berry *et al.*, 2014). Uma das estratégias para a melhoria da rentabilidade das explorações de bovinos de carne passa por reduzir os períodos improdutivos das fêmeas, através da redução da idade ao primeiro parto e do anestro pós-parto (Brzáková *et al.*, 2020).

Um dos parâmetros reprodutivos mais utilizados em bovinos de carne é o intervalo entre partos (IEP), definido como o período, em dias, entre dois partos sucessivos. O intervalo entre partos depende da capacidade de o animal retomar a ciclicidade após o parto, expressar cio de intensidade suficiente para serem detetados, conceber e manter uma gestação até ao final e da duração da gestação, representando um conjunto de efeitos ligados à vaca, ao vitelo e ao touro. Também os partos gemelares podem influenciar o IEP (Sawa *et al.*, 2012; Gáspárdy *et al.*, 2018). Araújo (2011) indicou, para a raça Minhota, uma percentagem de 1,6% de partos gemelares. Segundo Sawa *et al.* (2012) os partos gemelares corresponderam a 1,5% dos partos com a raça Holstein-Frisia, enquanto Gáspárdy *et al.* (2018) indicaram, para a mesma raça, que os partos gemelares correspondem entre 3 a 5% dos partos. Os mesmos autores referiram que os partos gemelares podem influenciar o IEP e que as vacas com partos gemelares ficam gestantes

mais cedo, apresentam durações de gestação inferiores e, conseqüentemente, IEP com duração inferior, mas posteriormente o seu desempenho reprodutivo diminui significativamente.

Devido à facilidade de cálculo, o IEP é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da fertilidade de um efetivo e, indiretamente, da sua rentabilidade. No entanto, este parâmetro apresenta alguns inconvenientes: é uma medida retrospectiva, não dando a indicação da situação atual de um efetivo; para o seu cálculo, é necessário que ocorram dois partos sucessivos; as alterações neste parâmetro são muito lentas; não inclui na sua avaliação as primíparas; não contabiliza as fêmeas adultas eliminadas por problemas reprodutivos, mas apenas aquelas que permanecem no efetivo (Araújo, 2011). Um IEP de 365 dias é indicado como objetivo das explorações de bovinos (Sousa, 2010; Berry *et al.*, 2014; Titterington *et al.*, 2017; Brzáková *et al.*, 2020).

Titterington *et al.* (2017) indicaram para a raça Aberdeen-Angus um IEP médio de 392 dias, com uma amostra de 16959 animais, tendo sido o IEP mais curto das sete raças de bovinos de carne analisadas no referido trabalho. Sousa *et al.* (2018) determinaram para a raça Mirandesa um IEP de 405 ± 85 dias, com uma mediana de 378 dias. Carolino *et al.* (2009) indicaram para a raça Alentejana um IEP de 456 ± 146 dias, para a Barrosã de 445 ± 199 e para a Mertolenga de 439 ± 135 dias. Araújo (2011) determinou um IEP de 404 ± 46 dias para a raça Minhota.

O IEP apresenta grande variabilidade entre sistemas e explorações devido à sua baixa heritabilidade, mas sobretudo devido às condições do animal, do meio e manejo, nomeadamente o genótipo e a idade do animal, o clima, sistema de produção e nutrição (Araújo, 2011; Titterington *et al.*, 2017). Devido aos reduzidos valores de heritabilidade, Brzáková *et al.* (2020) referem que a melhoria da alimentação e do manejo serão mais eficazes para a redução do IEP do que uma seleção para este parâmetro.

Berry *et al.* (2014) indicaram para a raça Holstein-Frisia uma heritabilidade média de 0,034 e para outras raças de leite 0,029 para IEP. Shao *et al.* (2021), num trabalho de revisão, indicaram valores de heritabilidade para o IEP entre $0,02 \pm 0,004$ em cruzados de *Bos taurus* (citando Berry e Evans, 2014) e $0,222 \pm 0,101$ em cruzados de Jersey com Red Sindhi (citando Vinotharj *et al.*, 2016). Araújo (2011) indicou valores de heritabilidade em bovinos de carne para o IEP entre 0,05 e 0,16. Araújo *et al.* (1998) indicaram, para a raça Barrosã, valores de heritabilidade para o primeiro, segundo e terceiro IEP de 0,59, 0,22 e 0,06, respetivamente. Carolino *et al.* (2009) apresentaram os

seguintes valores de heritabilidade do IEP: $0,03 \pm 0,004$ para a raça Alentejana, $0,09 \pm 0,008$ para a raça Barrosã e $0,07 \pm 0,006$ para a raça Mertolenga.

Este trabalho tem como objetivo analisar o intervalo entre partos (IEP) das fêmeas Aberdeen-Angus, nascidas em Portugal e inscritas no Livro Genealógico da raça.

Material e Métodos

Neste trabalho foram utilizados dados de 12037 partos registados do Livro Genealógico Português da Raça Bovina Aberdeen-Angus (LGPRBAA), ocorridos entre o início dos registos no Livro Genealógico, em abril de 2010 e 31 de dezembro de 2022. A informação foi obtida indiretamente pelos registos de nascimentos dos descendentes das fêmeas Aberdeen-Angus registadas no LGPRBAA. Todos os dados de partos foram cruzados com os dados do Sistema Nacional de Identificação e Registo Animal (SNIRA), tendo sido o número de identificação individual do SNIRA o método de identificação de cada animal utilizado neste trabalho.

Os dados foram editados previamente à sua análise. Para cálculo dos efeitos da sazonalidade, os partos foram agrupados por ano e por estação: primavera de 21 de março a 20 de junho, verão de 21 de junho a 20 de setembro, outono de 21 de setembro a 20 de dezembro, inverno de 21 de dezembro a 20 de março. Outliers, valores irrealistas, transferências de embriões e partos de animais exportados e depois regressaram não foram contabilizados.

Foi utilizado o modelo estatístico General Estimation Equations para variáveis dependentes lineares corrigido no software IBM Corp.® SPSS® Statistics, Armonk, NY, EUA. Versão: 29.0.0, através da rotina GENLIN.

Resultados e Discussão

Este trabalho foi realizado com dados extraídos do Livro Genealógico Português da Raça Aberdeen-Angus. A sincronização dos dados entre o LGPRBAA e o Sistema Nacional de Informação e Registo Animal (SNIRA) permitiu identificar e eliminar erros na comunicação de informação por parte dos criadores e incluir todos os partos dos animais ao longo da sua vida produtiva, mesmo que não declarados ao Livro Genealógico ou ocorridos em explorações não aderentes ao livro.

Dos 12037 partos considerados 7860 eram múltiparos, sendo o IEP de 416 ± 139 dias. O valor mais elevado registou-se entre o primeiro e o segundo parto 448 ± 168 dias e o inferior entre o oitavo e o nono parto 354 ± 38 dias (Tabela 1).

O IEP (416 ± 139 dias) é bastante superior ao valor definido como objetivo técnico, de 365 dias, e ao indicado para a raça por Titterington *et al.* (2017), 392 dias, mas inferior aos valores obtidos para raças exploradas em sistemas de produção semelhantes, nomeadamente por Carolino *et al.* (2009) que referem 456 ± 146 e 439 ± 135 dias para as raças Alentejana e Mertolenga respetivamente.

Verificou-se que o IEP é significativamente diferente ($p < 0,001$) de acordo com a cor da pelagem (Tabela 2). Foram consideradas neste trabalho partos de 3175 fêmeas de pelagem negra e 713 fêmeas de pelagem vermelha. Na pelagem preta o IEP foi de 417 ± 2 dias e na vermelha de 399 ± 3 dias. As diferenças podem dever-se a um menor número de dados relativos aos animais de pelagem vermelha ou a uma melhor adaptação dos animais de pelagem vermelha ao sistema de produção, motivo indicado por muitos criadores (Aberdeen-Angus Portugal, 2023).

Também a gemelaridade apresentou um efeito significativo sobre o IEP ($p < 0,001$), tendo sido registados 533 partos gemelares (4,4%) num total de 12037 partos (Tabela 3). A percentagem de partos gemelares encontra-se de acordo com a bibliografia. Gáspárdy *et al.* (2018) referem um menor IEP no caso de partos gemelares, tal como verificado.

No que diz respeito à sazonalidade dos partos verifica-se uma clara tendência dos partos de outono – inverno no Continente (37,6% no outono e 31,5% no inverno), de acordo com o indicado por Bastos *et al.* (2020). Esta época reprodutiva prende-se com a tentativa de um melhor aproveitamento dos recursos, sincronizando o período de aumento da ingestão dos bezerros com a máxima produtividade das pastagens. No caso da região Autónoma dos Açores, os partos concentram-se sobretudo no Inverno (37%) e na Primavera (32 %) (Tabela 4).

Os partos corridos no verão revelaram um IEP de 429 ± 5 dias, significativamente superior às demais estações: $410 \pm 3,2$ na primavera, 412 ± 4 no outono e 412 ± 3 dias no inverno (Tabela 5).

Não se verificaram diferenças significativas no IEP consoante o sexo do vitelo, nem consoante a região de nascimento (Continente ou Açores).

Foram registados 195 criadores de origem das vacas, sendo a média por criador de origem 62 ± 158 partos por ano, com um máximo de 1193 e um mínimo de 1. No que respeita aos criadores onde os animais estavam presentes no momento do parto, foram registados partos em 284 criadores ($n=11290$), com uma média de 40 ± 80 partos, com um máximo de 817 e um mínimo de 1. Dos 12037 partos registados 52,3% (6297) foram registados no mesmo criador em que a fêmea tinha nascido e 47,7% (5740) num criador diferente. Verificou-se um IEP inferior ($p<0,001$) nos partos ocorridos nas explorações correspondentes às do nascimento do animal, 403 ± 2 vs 426 ± 3 dias quando o parto ocorre em explorações diferentes das de nascimento (Tabela 6). Esta diferença pode ser devida às dificuldades de adaptação ao sistema de produção e ao estabelecimento de hierarquias aquando da mudança de exploração.

Conclusões

Os resultados deste trabalho indicam um valor elevado para o Intervalo entre Partos em fêmeas Aberdeen-Angus em Portugal o que contraria a perceção de bons desempenhos reprodutivos associados à raça. Tratando-se de uma análise inicial aos parâmetros reprodutivos de bovinos de raça Aberdeen-Angus, futuros trabalhos serão realizados para a caracterização e definição de objetivos reprodutivos para a raça e para o estudo mais aprofundado dos resultados encontrados neste trabalho, nomeadamente no que respeita às diferenças de desempenho entre animais de pelagem preta e vermelha.

Dada a importância deste parâmetro do desempenho técnico e económico das explorações, consideramos que este valor deve ser integrado no Plano de Melhoramento da raça e, apesar da reduzida heritabilidade desta característica, enquadrado na avaliação genética.

Agradecimentos

Os autores agradecem à “Aberdeen-Angus Portugal – Associação de Criadores” o acesso aos registos do Livro Genealógico Português da Raça Bovina Aberdeen-Angus.

Referências Bibliográficas

Aberdeen-Angus Portugal, 2023. Informação pessoal.

Aparicio, M.; Andrés, M. A.; Piñeiro, C.; Rodríguez, V.; 2011. Análisis de parámetros reproductivos del cerdo ibérico. Primera propuesta para establecer los niveles de referencia. Anaporc: revista de la Asociación de Porcinocultura Científica, ISSN 1697-2147, Vol. 8, Nº. 78, 2011, págs. 40-45

Araújo, J.P., 2011. Caracterización etnológica, genética y productiva de la raza bovina Minhota. Publisher: Editorial Académica Española; LAP Lambert Academic Publishing GmbH & CO. KG. Saarbrücken, Germany. ISBN: 978-3-8443-4784-5.

Bastos, A.; Reis, F.; Saramago, J.; Castro, J.L.. 2020. Gestão da Reprodução em Vacadas Aberdeen-Angus. Espaço Angus Magazine, 2020, pp 46-47

Belo, C.C.; B. A.T.; Felício, N.; Martins, J.; Domingos, T.. 2013. Parâmetros Reprodutivos de Efectivos de Vacas Aleitantes no Alentejo. Revista de Ciências Agrárias, 2013, 36 (1):84-95.

Berry, D. P.; Wall, E.; Pryce, J. E.. 2014. Genetics and Genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal* (2014), 8:s1, pp 105-121 doi:10.1017/S1751731114000743

BrzÁková , M.; Cítek, J.; SvitÁková, A.; VeselÁ, Z; Vostrý, L. 2020. Genetic Parameters for Age at First Calving and First Calving Interval of Beef Cattle, *Animals* 2020, 10, 2122; doi:10.3390/ani10112122

Carolino, N.; Gama, L.T.; Sousa, C.O.; Santos-Silva, M.F.; Bressan, M.C.; Carolino, M.I.. 2009. Genetica parameters for calving interval in three Portuguese autochthonous breeds of cattle. EAAP – 60th Annual Meeting, Book of Abstracts, Barcelona 2009.

GÁspÁrdy, A.; Sheridan, J. Ari, M.; 2018. Twin Calving and Its Connection to Other Economically Important Traits in Dairy Cattle. *Ruminants - The Husbandry, Economic and Health Aspects*. InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72905>.

Larracharte, A.; Espasandin, A. C.; Urioste, J. I.; 2021. Longevity and reproductive traits in Angus cattle: Genetic parameters, predicted and realized genetic change. *Livestock Science*, Volume 250, August 2021, 104604

Krupová, Z.; Krupa, E.; Wolfová, M. 2020. Economic weights of current and new breeding objective traits in Aberdeen Angus. *Czech Journal of Animal Science*, 65, 2020 (03): 77-85.

Osei-Amposah, R.; Chauhan, S.S.; Leury, B.J.; Cheng, L.; Cullen, B.; Clarke, I.J.; Dunshea, F.R.; 2019. Genetic Selection for Thermotolerance in Ruminants. *Animals*, 9, 948; doi:10.3390/ani9110948

Titterton, F. M.; Lively, F.O.; Dawson, S.; Gordon, A.W.; Morrison, S.J.. 2017. The effects of breed, month of parturition and sex of progeny on beef cow fertility using calving interval as a measure. *Advances in Animal Biosciences (2017)*., 8:s-1, pp 67-71. Doi:10.1017/S204047001741.

Sawa, A.; Bogucki, M.; Krężel-Czopek, S.; 2012. Reproduction performance of cows with single, twin and triplet calves. *ACTA VET. BRNO* 2012, 81: 347–352; doi:10.2754/avb201281040347

Shao, B.; Sun, H.; Ahmad, M.J.; Ghanem, N.; Abdel-Shafy, H.; Du, C.; Deng, T.; Mansoor, S.; Zhou, Y.; Yang, Y.; Zhang, S.; Yang, L.; Hua, G.. 2021. Genetic Features of Reproductive Traits in Bovine and Buffalo: Lessons From Bovine to Buffalo. *Frontiers In Genetics*, 12:617128. Doi:10.3389/fgene.2021.617128.

Sousa, F. R.. 2010. Estudos sobre o bovino Mirandês e seus sistemas de produção. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Sousa, F.; Blanco-Penedo, I.; Cantalapiedra, J.; Sanchez, L.; Iglesias, A.; Colaço, A.J.; Payan-Carreira, R.. 2018. Contribution of non-genetic factors to the reproductive performance of Mirandesa cows. *Archivos de Zootecnia* 67 (258): 200-210. 2018.

TABELA 1 – Intervalo Entre Partos (IEP) por ordem de parto na raça bovina Aberdeen-Angus em Portugal

Ordem de IEP	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	N
1º	448	168	271	1996	2754
2º	411	125	270	1326	1901
3º	398	121	273	1671	1256
4º	392	105	273	1149	831
5º	396	127	269	1419	525
6º	382	85	277	833	291
7º	368	60	274	661	168
8º	3549	38	273	445	75
9º	3819	63	299	642	39
10º	38699	1191	329	810	15
11º	4009	399	364	464	5
Total	416	139	269	1996	7860

Tabela 2 – Efeito da Pelagem no Intervalo Entre Partos na raça bovina Aberdeen-Angus em Portugal

Pelagem	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança de 95%		Sig.
			Mínimo	Máximo	
Negra	417	2	413	421	$p < 0,001$
Vermelha	399	3	393	405,595	$p < 0,001$

Tabela 3 – Efeito da gemelaridade no Intervalo Entre Partos na raça bovina Aberdeen-Angus em Portugal

Pelagem	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança de 95%		Sig.
			Mínimo	Máximo	
Parto Simples	414	2	411	418	$p < 0,001$
Parto Duplo	389	2	375	402	$p < 0,001$

Tabela 4 – Sazonalidade de partos na raça bovina Aberdeen-Angus em Portugal

	Total	%	Continente	%	Açores	%
Primavera	2605	21,6%	1400	17,8%	926	32,49%
Verão	1529	12,7%	1038	13,2%	296	10,4%
Outono	3902	32,4%	2966	37,6%	580	20,3%
Inverno	4001	33,2%	2482	31,5%	1057	37,0%
Total	12037		7886		2859	

Tabela 5 – Efeito da Sazonalidade no Intervalo Entre Partos na raça bovina Aberdeen-Angus em Portugal

Estação	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança de 95%		Sig.
			Mínimo	Máximo	
Primavera	410	3	404	417	$p < 0,001$
Verão	429	5	418	440	$p < 0,001$
Outono	412	3	407	417	$p < 0,001$
Inverno	412	3	406	418	$p < 0,001$

Tabela 6 – Efeito do Criador no Intervalo Entre Partos na raça bovina Aberdeen-Angus em Portugal

Exploração de Parto	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança de 95%		Sig.
			Mínimo	Máximo	
Criador de Origem	403	2	399	407	$p < 0,001$
Noutro Criador	426	3	420	432	$p < 0,001$



APFEI

