

Coletânea Bem-Estar Animal, Inovação e Tecnologia: Atualidades

Cristiane Gonçalves Titto

Roberta Ariboni Brandi

Organizadores



Cristiane Gonçalves Titto

Roberta Ariboni Brandi

(Organizadores)

Coletânea
Bem-estar Animal, Inovação e
Tecnologia: Atualidades

DOI: 10.11606/9786587023151

Pirassununga - SP

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: Prof. Dr. Vahan Agopyan

Vice-Reitor: Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandez

FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Avenida Duque de Caxias Norte, 225

Pirassununga, SP

CEP 13635-900

<http://www.fzea.usp.br>

Diretor da FZEA: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ambrósio

Vice-Diretor da FZEA: Prof. Dr. Carlos Augusto Fernandes de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

T622c	<p>Titto, Cristiane Gonçalves Coletânea bem-estar animal e inovação e tecnologia : atualidades / Cristiane Gonçalves Titto (org.), Roberta Ariboni Brandi (org.) -- Pirassununga : Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2021. 324 p.</p> <p>ISBN 978-65-87023-15-1 (e-book) DOI: 10.11606/9786587023151</p> <p>1. Analítica. 2. Temporal. 3. Revisão de literatura. 4. Zootecnia. I. Brandi, Roberta Ariboni. II. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada por Girlei Aparecido de Lima, CRB-8/7113

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.



Revisores desta edição:

Ana Maria Centola Vidal
Andrezza Maria Fernandes
Antonio Augusto Mendes Maia
Arlindo Saran Netto
Celso Eduardo Lins de Oliveira
César Augusto Pospissil Garbossa
Cristiane Gonçalves Titto
Cristiane Soares da Silva Araújo
Daniel Emygdio de Faria Filho
Daniele dos Santos Martins
Evaldo Antonio Lencioni Titto
Fabiana Fernandes Bressan
Fabiana Cunha Viana Leonelli
Henrique Barbosa Hooper
Ives Cláudio da Silva Bueno
Jacinta Diva Ferrugem Gomes
Janaina Silveira da Silva
Lilin Elgalise Techio Pereira
Luciane Silva Martello
Lúcio Francelino Araujo
Luiz Fernando Zuin
Maria Estela Gaglianone Moro
Miguel Henrique de Almeida Santana
Mirele Daiana Poleti
Nycolas Levy Pereira
Paulo Roberto Leme
Rachel Santos Bueno Carvalho
Rafael Vieira de Souza
Ricardo Luiz Moro de Sousa
Roberta Ariboni Brandi
Rodrigo Silva Goulart
Sarita Bonagurio Gallo
Thaysa Santos Silva
Valdo Rodrigues Herling
Valéria Lara Carregaro
Vera Letticie de Azevedo Ruiz

Apresentação

Nos anos de 2019 e 2020 o Curso de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo inovou com a elaboração de revisões de literatura com temas atuais e notórios. Considerou-se na revisão publicações no período de 10 anos e dois temas principais foram escolhidos para esta coletânea: “Bem-estar Animal” em 2019 e “Inovação e Tecnologia” em 2020.

Esta Coletânea reuniu os melhores trabalhos apresentados, indicados pelo orientador e pelo revisor. O primeiro autor é o discente e o segundo autor é seu docente orientador.

Esperamos que esta Coletânea possa ser utilizada como consulta para os interessados nas áreas em destaque. Lembramos que os autores são responsáveis por seus respectivos trabalhos, sem alteração por parte dos editores.

Boa leitura!

Prof^a Dr^a Cristiane Gonçalves Titto

Prof^a Dr^a Roberta Ariboni Brandi

Editoras

Sumário

Capítulo 1: Bem-estar Animal	7
Efeito da apanha sobre o bem-estar de frangos de corte	8
Alterações no sistema imune de bezerros resultado do estresse durante a gestação de fêmeas bovinas.....	22
O impacto econômico do bem-estar térmico na avicultura de postura.....	38
A influência do conforto térmico de vacas leiteiras sobre a composição do leite.....	51
Bem-estar de bovinos de corte em confinamento para terminação	65
Influência do transporte no bem-estar e desempenho de bovinos de corte	80
O Bem-Estar do Equino na Interação Humano-Cavalo.....	96
Seleção genética de aves adaptadas a sistemas alternativos de produção	110
Efeitos do manejo pré-abate na qualidade da carne de bovinos de corte	124
Revisão crítica do uso de sensores acoplados a smartphones para o monitoramento de sinais cinéticos de equinos	139
Efeito da debicagem no bem-estar de poedeiras.....	151

Capítulo 2: Inovação e Tecnologia	161
Sustentabilidade na produção de carne bovina: sistema convencional ou in vitro?.....	162
Óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte como alternativa ao uso de antibióticos	176
Perspectivas da caprinocultura leiteira e seus produtos lácteos	192
Uso de homeopatia e fitoterapia no manejo sanitário da bovinocultura leiteira orgânica: uma revisão.....	204
Técnicas Genéticas na Avicultura.....	219
Tecnologias Aplicadas ao Bem-estar de Aves Comerciais	234
<i>Compost Barn</i> como instalação alternativa para bovinos de leite confinados	247
Estresse nutricional durante a gestação e seu impacto na programação fetal em ovinos.....	262
Internet das Coisas (IoT) na bovinocultura de corte.....	277
Análise comparativa dos mecanismos moleculares da eficiência alimentar nas espécies de produção animal.	288
Alternativas para melhorar a qualidade da produção <i>in vitro</i> de embriões como ferramenta para o incremento na produção de bovinos.....	301
Dieta BARF na Alimentação Natural de cães e gatos	315

Capítulo 1: Bem-estar Animal

Efeito da apanha sobre o bem-estar de frangos de corte

Catching procedures effects on the broiler chicken's welfare

**Amanda Quartaroli da Silva, Prof. Dr. Daniel Emygdio de Faria
Filho**

1. Introdução

Atualmente a produção de frangos de corte é considerada um complexo industrial, e sua intensificação contribuem para geração de emprego e renda. A eficiência da cadeia avícola está relacionada com diversos fatores, como: investimento em tecnologia no sistema produtivo, melhoramento de linhagens e insumos, controle das condições sanitárias, além do aperfeiçoamento de profissionais com relação ao manejo das aves em toda a cadeia produtiva (OLIVEIRA; NÄÄS, 2012).

A avicultura brasileira tem sido destaque no mercado internacional, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018) o Brasil hoje ocupa a segunda colocação em produção de carne de frango no mundo, ficando apenas atrás dos EUA. Além disso, o país é líder na exportação de carne deste seguimento. Em 2017 o Brasil atingiu o consumo per capita de carne de frango de 42,07 (kg/hab) e a exportação atingiu a marca de 4.320 (mil ton) em 2017.

Hoje a região que contabiliza maior porcentagem de abate de carne de frango no país, é a região Sul. Segundo (ABPA, 2018) o Paraná é o estado com maior contribuição deste dado, sendo responsável por 34,32% da produção, seguido por Santa Catarina que acumula 16,21% no número de abate de frango por estado, além de serem os maiores exportadores do Brasil para o mercado mundial.

Desta forma, é importante que a cadeia produtiva atenda as rigorosas exigências do mercado externo com relação aos padrões de qualidade, que incluem normas de bem-estar animal durante todas as fases de produção. O bem-estar em frangos de corte deve assegurar medidas de manejo, sanitárias

e de ambiência. Moura et al. (2010). O intuito de um manejo correto durante o pré-abate, é minimizar estresse, fraturas, hematomas e contusões, além de diminuir possíveis danos que possam acarretar em menores resultados para o setor.

A apanha é uma das etapas do manejo pré-abate que mais expõe as aves ao estresse, e neste momento é primordial que os apanhadores sejam funcionários treinados e capacitados, uma vez que a carcaça e a qualidade de carne podem ser comprometidas. Existem dois tipos de apanha: manual e automatizada, entretanto, a manual é a mais comum no Brasil, porém, é a que causa mais danos aos animais.

Segundo as cinco liberdades do bem-estar, o animal deve estar livre de fome e sede, estar livre de desconforto, estar livre de doença e injúria, ter liberdade para expressar os comportamentos naturais da espécie e estar livre de medo e estresse. Assim, o objetivo deste trabalho é expor os efeitos dos diferentes tipos de apanha sobre o bem-estar das aves, além de identificar a melhor técnica para se realizar esta etapa a fim de minimizar os danos causados pela mesma.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento dos efeitos da apanha sobre o bem-estar de frangos de corte com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2008 a 2018, baseadas em publicações de livros, artigos em periódicos indexados ou artigos em eventos científicos.

2.1 Manejo da apanha e o bem-estar animal

Na produção intensiva de frangos de corte, segundo Rocha, Lara e Baião (2008), o período pré-abate e suas práticas de manejo, são consideradas prejudiciais ao bem-estar dos animais. É durante esta etapa, correspondente ao momento da apanha até a entrega dos frangos na plataforma do abatedouro, que ocorrem cerca de 90% das contusões observadas pelo serviço de inspeção sanitária.

O sistema de criação intensivo promove um ambiente que influencia diretamente a condição de bem-estar animal e conforto das aves, este sistema propicia uma maior dificuldade quanto à manutenção da homeostase térmica no interior das instalações, além de prejudicar as aves na expressão de seus comportamentos naturais, acarretando um menor desempenho produtivo e comprometimento do bem-estar. (NAZARENO et al, 2009).

Segundo Mendes e Komiyama (2011) A qualidade da carcaça oriunda de frangos de corte pode ser afetada por inúmeros fatores, principalmente com relação ao manejo praticado na fase de criação correspondente ao pré-abate, que inclui a prática da apanha. Quando realizado incorretamente esta prática pode acarretar em perdas econômicas significativas, em consequência da condenação parcial da carcaça ocasionada por lesões e partes descartadas em decorrência de fraturas.

De acordo com Pilecco et al. (2013) para minimizar os efeitos negativos do pré-abate sobre o bem-estar animal, além de consequentes perdas econômicas, é importante a adoção de treinamento e capacitação dos funcionários responsáveis por estas práticas. Os Autores observaram que o treinamento adequado reduziu as taxas de contusões e hematomas causados às aves devido à utilização de técnicas incorretas.

Figueira (2014) também salienta que os manejos de apanha e transporte são etapas que necessitam da aplicação de procedimentos especiais. Os funcionários envolvidos nessas funções devem ser treinados e capacitados previamente, a fim de que as aves não sejam maltratadas e sejam manuseadas sob cuidados e através do monitoramento de um líder para que sofram o menor impacto possível.

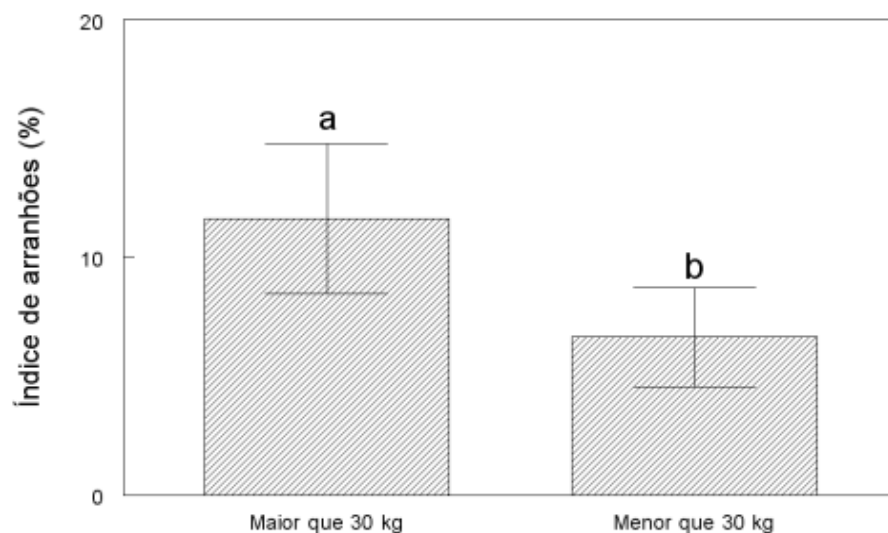
Chiozzini et al. (2017) verificaram que em um sistema intensivo de produção, o confinamento das aves e a realização de um mau manejo podem tornar os animais mais reativos e predispostos ao aparecimento de lesões de carcaça, como hematomas e arranhões. Os autores relatam que em seu experimento, o estímulo multissensorial em aves proporcionou apanha mais tranquila e melhorou a interação humano-animal entre as aves e o realizador do experimento.

A fim de assegurar o bem-estar das aves e promover o menor impacto possível durante o momento da apanha, alguns fatores devem ser considerados. Como realizá-la preferencialmente durante a noite, devido à temperatura ser mais amena neste período, e também para diminuir a capacidade visual das aves para que assim, não se agitem com a movimentação do manipulador no galpão. Além disso, comedouros e bebedouros devem ser suspensos para que não ocorram acidentes com a equipe de apanhadores (RIBEIRO, 2008).

Preconiza-se que no durante o manejo da apanha as aves sejam subdivididas em grupos, as caixas de transporte podem ser aproveitadas para este fim, minimizando a atividade e propiciando uma contenção e captura mais fácil, o que acarreta em uma menor incidência de lesão de pele, pois esta geralmente é provocada quando uma ave salta sobre a outra devido à agitação causada pelo momento de contenção (LUDTKE et al., 2008).

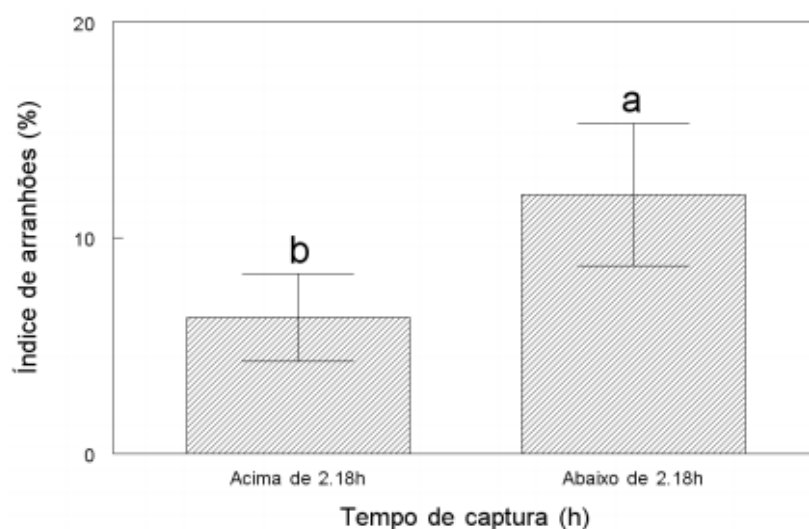
Pilecco et al. (2011) compararam os índices de arranhões ocasionados pelo peso por caixa e concluíram que durante a etapa de captura, em caixas que continham peso superior a 30 kg foram observados maiores índices de arranhões ocasionados pela apanha ($p < 0,05$) (Figura 1). Além disso, constataram que o aumento da velocidade de captura influenciou no aparecimento de lesões (Figura 2).

Figura 1. Comparação da frequência de arranhões nas aves entre os recolhimentos onde a lotação ultrapassou ou não 30 kg por caixa de transporte. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Scheffé ($p < 0,05$).



Fonte: PILECCO, M. et al. Influence of strain, environmental and management factors to reduce dorsal scratches in broilers. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 352-358, 2011.

Figura 2. Índice de arranhões em função do tempo médio de captura. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Scheffé ($p < 0,05$).



Fonte: PILECCO, M. et al. Influence of strain, environmental and management factors to reduce dorsal scratches in broilers. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 352-358, 2011.

A União Brasileira de Avicultura (UBA, 2008) recomendou que aves que estejam com problemas sanitários como lesões e fraturas e estiverem com sua integridade comprometida, não sejam transportadas. Nestes casos é necessário o sacrifício através do deslocamento cervical no próprio aviário.

Outra recomendação é que as caixas com aves prontas para o abate no frigorífico sejam fechadas e encaminhadas com tranquilidade até o caminhão e, além disso, é indicado que a água só seja retirada a partir do início da apanha.

2.2 Apanha Manual

A apanha é uma etapa do manejo que ocorre quando as aves atingem peso adequado para o abate, desta forma, durante a apanha manual os frangos são capturados pelos funcionários e colocados em gaiolas específicas para serem levados ao frigorífico. Este tipo de apanha comparada a automática é a mais adotada e possui diferentes técnicas que englobam a captura pelo dorso, pernas e pescoço (RIBEIRO, 2008).

Segundo Kittelsen et al. (2018) ao comparar dois métodos de captura, a apanha realizada por uma das pernas se mostrou a menos eficiente, além de causar mais danos e apresentar maiores índices de fratura às asas das aves. Entretanto a apanha realizada pelo dorso se mostra a mais eficiente, pois causou menos injúrias às aves o que acarretou em um menor dano ao bem-estar animal.

Figura 3. Captura de frangos de corte através dos pés



Fonte: KITTELSEN, K. et al. An evaluation of two different broiler catching methods. *Animals*, Basel, v. 8, n. 8, p. 141, 2018.

Figura 4. Captura de frangos de corte através do dorso



Fonte: KITTELSEN, K. et al. An evaluation of two different broiler catching methods. **Animals**, Basel, v. 8, n. 8, p. 141, 2018.

Em estudo comparativo entre a apanha pelo dorso e pescoço, Leandro¹ (2001, apud FIGUEIRA et al., 2014), concluiu que a captura pelo dorso apresentou resultado mais satisfatório pois teve um índice menor de condenação de carcaça, pois as contusões ocasionadas através da captura pelo pescoço aumentaram em 33% e as fraturas hemorrágicas apresentaram aumento de 72%.

Ludtke et al.(2008) também constataram que a apanha realizada através dos pés, aumentou a incidência de contusões na coxa, e os casos que apresentaram contusão no peito podem estar relacionados a brutalidade com que as aves são colocadas nas caixas.

Carvalho² (2001, apud RUI; ANGRIMANI; SILVA, 2011) demonstrou os efeitos da comparação de dois métodos de captura, nos quais corresponde a apanha através dos pés e dorso. Foram obtidos maiores índices de lesão em coxa, peito, asa e também maiores percentuais de mortalidade para a apanha

¹ LEANDRO, N. M.; ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; SCHAITL, M.; FORTES, R. E. Efeito do tipo de captura dos frangos de corte sobre a qualidade da carcaça. *Ciência Animal Brasileira*. Goiânia, v.2, n.2, p.97-100, 2001

² CARVALHO, M.F.A. Manejo final e retirada. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas, SP. Anais... Campinas: FACTA, 2001. p.59-68

realizada pelos pés. Contudo, em seu trabalho, o autor relata que a apanha através do dorso demanda 30% mais funcionários, e eleva os custos em cerca de 12% em comparação a captura pelos pés.

Pessoa et al. (2013) observaram que a utilização do método de apanha das aves pelo pescoço agilizou o processo e causou menos transtornos as aves e aos funcionários. Para o autor este método evita traumatismos aos animais, o que beneficia o produtor pois acarreta em uma menor perda econômica pela diminuição de animais a serem comercializados devido a traumas.

UBA (2008) recomenda que a captura não seja realizada através dos pés, asas e pescoço das aves, devido a maior probabilidade de ocorrência de lesões. De acordo com o documento, a apanha deve ser realizada pelo dorso, com no máximo duas aves por vez, exceto as aves que não tenham peso superior a 1,8 kg, estas podem ser capturadas através dos pés, sendo permitidas no máximo três aves na mão de cada apanhador.

2.3 Apanha Automatizada

Na cadeia pré-abate a apanha é uma das etapas mais críticas. De acordo com Mendes e Komiyama (2011) 30 a 50% dos hematomas causados às aves ocorrem durante a apanha, deste modo, nos últimos anos houve uma crescente busca por métodos alternativos que acarretem em menos danos e injúrias aos frangos, visto que o bem-estar é afetado pelo desconforto, medo e estresse, comum nesta fase.

Com a adoção da apanha automatizada, apenas duas pessoas são capazes de carregar cerca de 7.200 frangos por hora, entretanto, além de seu elevado custo inicial, o uso no Brasil é inviabilizado devido as modificações nas instalações dos aviários, no transporte e plataforma. Com isso, a apanha manual se tornou a forma mais utilizada (RUI; ANGRIMANI; SILVA, 2011).

Lacy³ (1998 apud TAVERNARI, 2012) realizaram um estudo comparativo entre os métodos de apanha manual e mecânica/ automatizada,

³ LACY, M.P; CAZARICK, M. Mechanical harvesting of broilers. Poultry Science, v 77, p. 1794-1797,1998.

e concluíram que a apanha mecânica se mostrou como a melhor alternativa para captura de aves, em função do menor número de lesões na carcaça, entretanto, no Brasil este método não é realizado, em função dos galpões que não comportam a entrada de determinados tipos de maquinário e em funções do custo no investimento inicial.

Nijdam et al. (2005) observaram que a captura automatizada feita através da utilização da máquina "*Chicken cat Harvester*" ocasionou taxas de mortalidade ligeiramente maiores que a realizada pelo método manual através das pernas. Entretanto, com relação a qualidade de carne e estresse não foram encontradas diferenças significativas entre os frangos de corte capturados de forma mecânica ou manual.

Na análise de qualidade de carne considerando os dois métodos de apanha, Schilling et al. (2008) determinaram que nenhum tipo de captura produziu carne de peito com problemas significativos. Portanto, qualquer método deve ser aceito com relação a qualidade de carne. No entanto, a apanha mecânica se mostrou superior a apanha manual considerando este aspecto.

2. Discussão

Para Mendes e Komiyama (2011) hemorragias e fraturas da asa, além de arranhões de dorso e coxa estão diretamente relacionadas à apanha. Segundo o autor cerca de 20 a 30% dos hematomas são ocasionados anteriormente a apanha, 30 a 50% durante a apanha e 20 a 35% posterior a apanha. Sendo assim, é possível identificar o quanto a captura inadequada das aves durante o manejo pré-abate pode impactar negativamente na ocorrência de hematomas, que podem causar a condenação da carcaça e diminuição no impacto econômico da atividade.

As principais causas de morte por traumas durante a captura das aves estão relacionadas com fraturas, e o deslocamento de pelve. Isto resulta do bater de asas quando o apanhador suspende a ave por somente uma perna, o que costuma ocasionar uma torção na articulação da pelve, acarretando em um deslocamento ou fratura de fêmur. Com isso, o osso é forçado para o

interior da cavidade abdominal, podendo romper os sacos aéreos e promover a entrada de sangue nos pulmões. Na inspeção é comum observar a combinação dos sinais de sangue na cavidade oral e deslocamento da articulação da pelve (LUDTKE et al., 2008).

Pessoa et al. (2013) encontraram que a apanha realizada através do pescoço não causou danos significativos as aves, entretanto a UBA (2008) recomenda os métodos de apanha utilizando pernas e pescoço devam ser restringidos devido às lesões que acarretam, além do sofrimento acometido as aves, contrariando, dessa forma, as leis de bem-estar animal. Pessoa et al. (2013) pode ter chegado a este resultado devido a granja utilizada para o experimento contar com equipe treinada, o que acarretou menor dano aos animais além de ter sido capturado animais mais leves.

Para Pilecco et al. (2011) a captura pelo dorso, também chamada de método “japonês” preza pelo bem-estar das aves e tem como resultado a diminuição na incidência de contusões na carcaça. Entretanto, a utilização do dorso durante a apanha, elevam os custos e tempo nos carregamentos. Mesmo assim, é a melhor alternativa em termos de qualidade de carcaça e custo final do frango. Este resultado também foi encontrado por Kittelsen et al. (2018) que concluíram que a apanha realizada através do dorso acarretou menos danos ao bem-estar animal.

O aumento da velocidade durante a captura das aves como apresentado por Pilecco et al. (2011) também influencia negativamente no bem-estar, pois proporciona maior sofrimento animal, visto a maior incidência de hematomas e arranhões na carcaça. Isso pode ser resultado da falta de treinamento adequado dos funcionários que realizam a atividade de captura, sendo assim, um maior investimento em treinamento de pessoal por parte das equipes de captura e transporte se faz necessário para melhoria do setor, pois causaria menores índices de condenação de carcaça.

Para diminuir fraturas e as contusões que ocorrem durante apanha e transporte, os produtores e técnicos devem estar focados na conscientização de Boas Práticas de carregamento, transporte, descarregamento e bem-estar animal, pois estes processos geram condenações em etapas posteriores. Sendo

assim, um treinamento eficiente dos funcionários seria eficaz na minimização de possíveis danos (FERREIRA et al., 2012).

O método de apanha automatizada é uma alternativa satisfatória para o método manual, pois diminui custos de mão de obra com relação à contratação de equipes para a captura. Além disso, diminui o tempo da atividade e pode diminuir o impacto negativo sobre o bem-estar das aves. Entretanto, o tipo de maquinário utilizado pode causar mais mortalidade que o método manual como relatado por Nijdam et al. (2005). Com tudo, este método ainda é pouco utilizado no Brasil devido às instalações não comportarem o maquinário.

Schilling et al. (2008) determinaram que a apanha mecânica pode ter uma vantagem sob a captura manual na redução de problemas de qualidade de carne em condições adversas, como em temperaturas mais elevadas. Entretanto, os autores salientaram que a competência e atitude do operador da máquina também tem influência na redução do estresse, desta forma, um treinamento adequado se faz necessário. Além disso, para os autores a apanha automatizada é uma alternativa promissora, mas são necessários mais estudos para comprovação dos efeitos sob outros aspectos.

3. Conclusão

O manejo da apanha de frangos de corte se mostra nocivo ao bem-estar das aves. Com isso, a melhor maneira de evitar prejuízos e danos aos animais é através da apanha manual realizada pelo dorso. Além disso, o treinamento dos funcionários responsáveis pela captura também se faz necessário para diminuição dos impactos negativos acarretados por esta prática.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório anual 2018**. São Paulo: ABPA, 2017. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf> >. Acesso em: 29 out. 2018.

CHIOZZINI, T. F. et al. **Efeito do estímulo multissensorial em frangos de corte sobre o teste de apanha e aproximação**. 2017. Disponível em: <https://cbbiomet.figshare.com/articles/Efeito_do_est_mulo_multissensorial_

em_frangos_de_corte_sobre_o_teste_de_apanha_e_aproxima_o/5195380>. Acesso em 08 mar. 2019.

FERREIRA, T. Z. et al. Perdas econômicas das principais causas de condenações de carcaças de frangos de corte em matadouros-frigoríficos sob inspeção federal no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 1-6, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2890/289021814012.pdf>> Acesso em: 08 de mar. 2019.

FIGUEIRA, S. V. et al. **Bem-estar animal aplicado a frangos de corte**. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/13540>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

KITTELSEN, K. et al. An evaluation of two different broiler catching methods. **Animals**, Basel, v. 8, n. 8, p. 141, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/8/8/141>>. Acesso em: 01 out, 2018.

LUDTKE, C.B. et al. Principais problemas e soluções durante o manejo pré-abate das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos, SP. **Anais...** São Paulo: FACTA, 2008. p. 109-128.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, supl. esp., p. 352-357, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/141114>>. Acesso em: 05 out. 2018.

MOURA, D.J. et al. Strategies and facilities in order to improve animal welfare. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Campinas, v. 39, p. 311-316, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39sspe/34.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2018.

NAZARENO, A.C. et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, p. 802-808, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a20.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

NIJDAM, E. et al. Comparison of bruises and mortality, stress parameters, and meat quality in manually and mechanically caught broilers. **Poultry science**, v. 84, n. 3, p. 467-474, 2005. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/84/3/467/1549144>>. Acesso em: 22 maio. 2019.

OLIVEIRA, D. R. M. S.; NÄÄS, I. A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS, 2012, Rhodes. **Competitive manufacturing for innovative products and services: proceedings**. Greece: International Federation for Information Processing,

2012. Disponível em:
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72778/1/Issues.pdf>>.
Acesso em: 01 out. 2018.

PESSOA, G. T. et al. Estratégias inovadoras no manejo de frangos de corte em avicultura industrial: fases pré-inicial, inicial, engorda e final. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 12, ed. 235, art. 1553, 2013. Disponível em:
<<http://www.pubvet.com.br/uploads/bed6b98b0ea02be4cec5e2d0f8ea778e.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

PILECCO, M. et al. Influence of strain, environmental and management factors to reduce dorsal scratches in broilers. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 352-358, 2011. Disponível em:
<<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1268/928>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

PILECCO, M. et al. Training of catching teams and reduction of back scratches in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 283-286, 2013. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2011000400004>. Acesso em: 05 out. 2018.

RIBEIRO, C. S. **Bem-animal como pré-requisito de qualidade na produção de frangos de corte**. 2008. 47 f. Monografia (Especialização em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, 2008.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C. Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos, Recife**, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2008. Disponível em: <<http://www.rcvt.org.br/suplemento11/49-55.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

RUI, B. R.; ANGRIMANI, D. S. R.; SILVA, M. A. A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1290-1296, 2011. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000700030&lang=pt>. Acesso em: 03 mar. 2019.

SCHILLING, M. W. et al. The effects of broiler catching method on breast meat quality. **Meat Science**, v. 79, n. 1, p. 163-171, 2008. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007002872>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

TAVERNARI, C. F. Manejo pré-abate de frangos de corte. **Revista CFMV**, Brasília, v. 18, n. 56, p. 62-68, 2012.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBA. **Protocolo de bem estar para frangos e perus.** São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/33989319/protocolo-de-bem-estar-para-frangos-e-perus>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

**Alterações no sistema imune de bezerros resultado do estresse
durante a gestação de fêmeas bovinas**

*Changes in the immune system of calves resulting from stress during
gestation of bovine females*

Arícia Christofaro Fernandes, Profa. Dra. Cristiane Gonçalves Titto

1. Introdução

A participação do bem-estar animal (BEA) vem sendo cada vez mais utilizada durante todo sistema de produção, desde o produtor que se preocupa com a diminuição de seus lucros por meio do decréscimo da produtividade até a conscientização do consumidor com a forma de criação dos animais. Dessa maneira um dos pontos de grande importância dentro do BEA é a diminuição ou o controle do estresse, que pode ocorrer em qualquer momento da vida animal e ser procedente de fatores externos e/ou internos.

No Brasil a bovinocultura de corte extensiva é o principal sistema de produção, onde os animais ficam em grandes áreas de pastagens ao longo do ano, e sofrem ação direta das condições ambientais (chuva, calor extremo, seca, falta de alimento/nutrientes, ação de patógenos, etc.). Uma categoria de animais que sofre bastante com esses efeitos são as matrizes, pois permanecem no rebanho por muito tempo e são negligenciadas ao longo da produção.

No entanto, nos últimos anos tem se abordado e dado um nível maior de importância antes não vista sobre as matrizes multiplicadoras de animais dentro do rebanho. Isto é devido à intensidade do impacto que essa categoria gera ao ter uma atenção maior durante certas fases da vida. Os maiores problemas das fêmeas nesse sistema são as condições que elas ficam submetidas durante o período de estiagem, pois nessa época a fêmea gestante precisa sobreviver produzir e gestar um bezerro, num ambiente de escassez alimentar. Esse é um fator que gera no animal um estresse por falta de alimento ou nutrientes, e provavelmente esse estresse será crônico devido o

tempo que esses animais ficam submetidos às essas condições de seca forrageira. Todo esse mecanismo pode gerar um desencadeamento sobre o sistema imune da fêmea e de sua prole, levando às consequências negativas no desenvolvimento e vida futura desses animais.

Por isso, há uma linha de pesquisa crescente na área da imunologia que estuda os efeitos do estresse na susceptibilidade dos hospedeiros frente as infecções por microrganismos. Assim, a presente revisão tem como objetivo conhecer a ação do estresse sobre o sistema imune de fêmeas gestantes e suas consequências sobre a prole.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da área de bem-estar e saúde animais, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações: livros e artigos em periódicos indexados.

2.1. Fisiologia do estresse e sua ação sobre o sistema imune

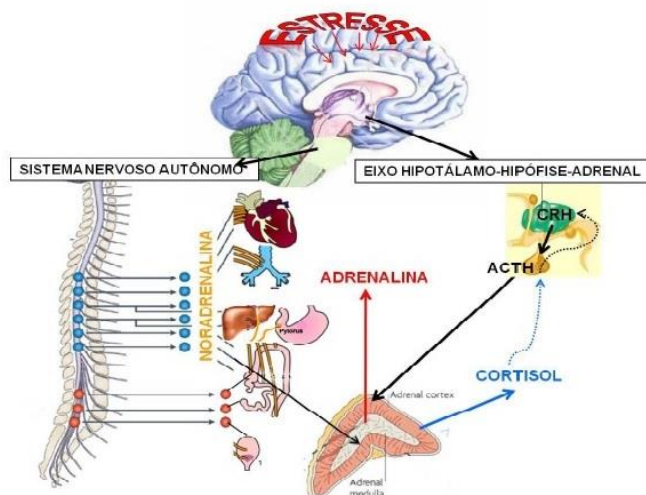
A hipótese de que a ativação imune alterada pode ocorrer como resultado de vários agentes estressores surgiu ao longo do tempo a partir da observação e estudos dos animais. Como a teoria inicial veio do GAS (*General Adaptation Syndrome*) de Hans Selye que definiu três estágios da síndrome de adaptação geral (CHEN et al., 2015). O primeiro estágio é o reconhecimento de um agente nocivo. O segundo estágio é a resistência ou adaptação do corpo para se ajustar aos estímulos, incluindo a liberação de grânulos secretores do córtex adrenal para a corrente sanguínea que alteram o metabolismo do tecido. Este estágio também é reconhecido como a reação de alarme. O último estágio, se o estresse persistir, é o estágio de exaustão quando a adaptação adquirida é perdida e, finalmente, leva à doença (CHEN et al., 2015). Este modelo é baseado na fisiologia e psicobiologia, que foi derivado da observação e experimentação em animais de laboratório (AICH; POTTER; GRIEBEL, 2009). Fisiologicamente o estresse pode ser

desencadeado por dois sistemas, que são o nervoso autônomo simpático (SNS) e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), por meio de um estímulo estressor externo (subnutrição), (HOUPY, 2006). A partir do tipo de estressor, da intensidade do estresse e de sua persistência encontra-se a manifestação de dois tipos de estresse, o agudo e o crônico (PAGLIARONE; SFORCIN, 2009).

Segundo Houpt (2006), o estresse agudo envolve uma reação rápida, direta e pouco duradoura, uma vez que o estímulo age primeiramente sobre o SNS que leva o sinal até os axônios dos neurônios pré-ganglionares simpáticos ligados à medula adrenal, sendo estes, o local e a glândula responsáveis pela produção de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), substâncias que promovem os estímulos de reação imediata do corpo ao estímulo estressor. Um exemplo de reação imediata é o aumento da frequência cardíaca e respiratória, como uma forma de adaptação a nova condição que o animal se encontra, assim, preparando-o para uma resposta de luta ou fuga (ZUARDI, 2018). Se essas alterações não são suficientes imediatamente como uma forma de restaurar a homeostase acontece a ativação do HHA, com a liberação de hormônios (SILVERMAN; STERNBERG, 2013).

Já o estresse crônico acontece com a persistência do estímulo estressor sobre o indivíduo, que necessita da ativação mais significativa do eixo HHA para conseguir manter seu equilíbrio constante e ao mesmo tempo estar preparado para adversidades externas. A manifestação do estresse crônico inicia-se com a identificação pelo hipotálamo da injúria do ambiente, que induz a liberação de CRH (hormônio liberador de corticotrofina), que entre outras ações age sobre a hipófise anterior (adeno-hipófise) estimulando a secreção de adrenocorticotrófico (ACTH), sendo este liberado no sangue e utilizando essa via para chegar até a glândula adrenal, mais precisamente na zona fasciculada do córtex adrenal, onde serão secretados os corticosteroides, no caso da maioria dos animais domésticos o glicocorticoide, cortisol (HOUPY, 2006). Esse mecanismo é mais lento e duradouro e pode levar de minutos até meses.

Figura 1 – Produção de cortisol e adrenalina a partir da ativação do Sistema Nervoso Autônomo e do Eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal como consequência da ação do estresse externo sobre o organismo humano ou animal.



Fonte: ZUARDI, A. W. Fisiologia do estresse e sua influência na saúde. São Paulo: USP, departamento de neurociência e ciência do comportamento, 2010.

Todo esse aparato natural é uma forma positiva de adaptação e sobrevivência inerente à evolução animal que permite ao organismo viver o melhor possível frente aos desafios. No entanto, esse mecanismo também tem seu lado negativo que é a interferência sobre os demais sistemas, no caso desta revisão, o sistema imunológico. O cortisol, produto final do estresse, age sobre a imunidade do animal de maneira a suprimir a ação das suas células de defesa e de mediadores intercelulares de tal modo a comprometer as reações imunitárias contra infecções que estão sendo combatidas diariamente ou de futuras contaminações (AICH; POTTER; GRIEBEL, 2009).

Dentre as células de defesa, os leucócitos (glóbulos brancos) e os mediadores intercelulares, como as citocinas, são essenciais para o funcionamento adequado e eficiente nos combates e extermínios de corpos estranhos ao organismo (BELLAVANCE; RIVEST, 2014). Os leucócitos são originados constantemente a partir das células tronco. São divididos em várias formas e tem a função de agir diretamente sobre o antígeno, cada variação com uma ação específica, seja produzindo anticorpo, seja fagocitando

o intruso etc. (KELLY et al., 2016). As citocinas são produzidas pelas próprias células de defesa (linfócitos, macrófagos, neutrófilos, etc.) e funcionam como comunicadores celulares, ou seja, fazem o diagnóstico da situação da infecção e informam as células de defesa como está o combate ao antígeno, portanto, são extremamente essenciais, pois sinalizam a necessidade de ação dos leucócitos (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2015).

Então, se as células e os mediadores estão inibidos durante o estresse não ocorre a resposta imunitária, e isso acontece porque o cortisol está envolvido em dois mecanismos básicos, o de ocupar os sítios dos receptores de transcrição das citocinas e interferir na produção de leucócitos (PALERMO NETO; PINTO, 2009). A imunossupressão que o cortisol causa é resultado da sua penetração no interior das células de defesa, isso é possível devido sua composição estrutural lipossolúvel, assim como as membranas celulares. Dentro dos leucócitos existe um complexo proteico chamado NF- κ B (Fator nuclear kappa beta) responsável pela transcrição de citocinas pró-inflamatórias (ANTI; GIORGI; CHAHADE, 2008).

Esse fator de transcrição está envolvido na resposta celular a estímulos como o cortisol e citocinas, além disso, desempenha um papel fundamental na regulação da resposta imunitária à contração de patógenos. O cortisol age justamente ocupando os receptores de NF- κ B e não permitindo que aja a transcrição de novas citocinas (ANTI; GIORGI; CHAHADE, 2008), dessa maneira compromete a mensagem entre as células imunológicas que interpretam que está tudo bem e não é necessário produzir mais defesa e deixando o sistema vulnerável à agentes patogênicos.

E como um segundo mecanismo de ação, o cortisol diminui a multiplicação de células linfocitárias, interfere na comunicação entre elas, inibe a movimentação de granulócitos, e a produção de anticorpos, entre outros efeitos (ZUARDI, 2018). Também é visto os glicocorticoides atuando sobre monócitos, macrófagos e células dendríticas, inibindo a produção de Interleucina (IL-12), Fator de Necrose Tumoral alfa (TNF- α) e Interferon gamma (INF- γ), e a diminuição da resposta imune celular (PALERMO NETO; PINTO, 2009). A resposta ao estresse crônico, ou seja, a imunossupressão

também parece ser dependente da quantidade de hormônio cortisol circulante, depois da ativação inicial com o estresse pontual (COOKE; CARROLL; BOHNERT, 2012), e mais de diversas outras formas e citações de interferências nos componentes do sistema imunológico que vão ser desencadeados por diversos fatores, desde os primeiros sinais de vida até sua idade adulta.

2.2. Estresse durante a gestação

Durante a gestação inicia-se a vida de um indivíduo e nessa fase podem ser definidas certas consequências no desenvolvimento e produção futura desse animal, ou seja, o período pré-natal é de importância crítica na definição de como os indivíduos respondem ao seu ambiente ao longo da vida (ARNOTT et al., 2012). Também está se tornando cada vez mais evidente que os eventos pré-natais podem ter resultados relevantes para o comportamento, a saúde e a produtividade da prole de espécies domésticas.

Atualmente há um conceito bastante discutido dentro do período gestacional, chamado de *programming* ou programação fetal, que consiste no estudo das consequências na prole a partir de uma ação sobre a fêmea prenhe (FUNSTON; LARSON; VONNAHME, 2010). Esse termo é definido com base no conceito de que fatores não genéticos (manejos) possam agir precocemente e ter repercussões permanentes na reorganização de sistemas fisiológicos da prole (DU et al., 2010). Durante o período pré-natal a fêmea pode sofrer diversas perturbações que serão refletidas ao feto, uma vez que nesse momento ele se encontra na fase de desenvolvimento e maturação de vários sistemas (neurológico, cardiovascular, endócrino, etc.) e órgãos essenciais (HAUSER; FELDON; PRYCE, 2009).

A perturbação causada na gestação pode levar a uma hiperreatividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) e conseqüentemente provocar alterações na função imunológica. O estresse da mãe no pré-natal também será repassado de maneira negativa aos filhos fazendo com que a cria seja mais susceptível a certas doenças (HOWERTON; BALE, 2012). Essas alterações podem prejudicar a comunicação entre os sistemas: nervoso,

imunológico e endócrino; gerando uma cascata irregular de sinalizações e secreções no organismo dos indivíduos, como déficits cognitivos e ansiedade, induzidos por citocinas, além de potencializar a contração de enfermidades por deficiência no combate de patógenos (KOHMAN et al., 2008).

Os acontecimentos iniciais da vida influenciam diretamente sobre os traços comportamentais e fisiológicos do animal podendo se estender a mudanças estruturais e funcionais do sistema nervoso central, e que podem influenciar nas características da vida adulta (CATALANI et al., 2011). O estado que o corpo fica após um desencadeamento do estresse pré-natal promove uma alteração na produção de citocinas IL6, IL-1 β e TNF- α , que possuem diversas funções fisiológicas dentre elas a homeostasia de íons, a regulação do desenvolvimento nervoso e a liberação de neuropeptídeos e plasticidade sináptica (DIZ-CHAVES et al., 2013).

Durante a prenhez, os bovinos podem passar por diversos tipos de estresse, por exemplo, o tipo de alojamento/ambiente físico, procedimentos padrão (manejos) necessários dessa fase, ação do ambiente (calor, chuvas, seca), nutrição deficiente, e seu próprio estado de saúde. Para Sanchez et al. (2017), o estresse pré-natal pode influenciar vários aspectos do estresse pós-natal e das respostas imunológicas da prole.

3. Discussão

A partir das informações apresentadas para a ação do cortisol (AICH; POTTER; GRIEBEL, 2009), e para os moduladores intercelulares os glicocorticoides agem como imunomoduladores e não como imunossupressores como é visto em células de defesa, dessa forma, eles causam uma mudança nos padrões de produção de citocinas de TH1 para TH2.

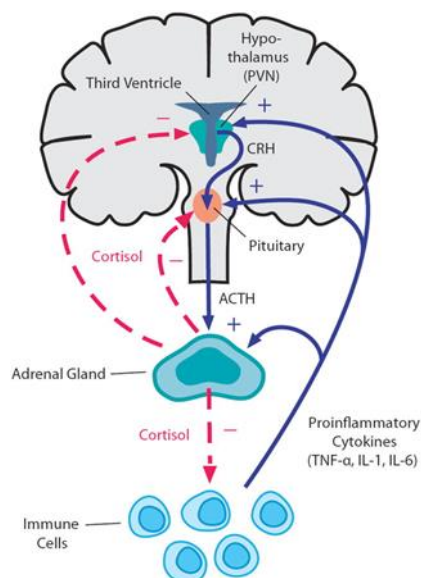
As Th1 produzem citocinas relacionadas principalmente com a defesa mediada por fagocitose contra agentes infecciosos intracelulares, como Interferon-gama (INF- γ), IL-2 e Fator de Necrose Tumoral alfa (TNF- α), já as Th2 secretam IL-4, IL-5, IL-10 e IL-13, relacionadas com a produção de

anticorpos IgE e reações imunes mediadas por eosinófilos e mastócitos contra alérgenos e helmintos. O INF- γ produzido pelas Th1 inibe as Th2, e a IL-10 produzida pelas Th2 inibe as Th1 (MESQUITA JÚNIOR. et al., 2010).

Além disso, outra relação entre a presença de cortisol e a citocina é a regulação por meio de feedback negativo dos glicocorticoides, em que durante o aumento da concentração de cortisol no meio celular ocorre imediatamente a estimulação do eixo HHA pelas citocinas pró inflamatórias com a função de provocar o aumento do cortisol (PAGLIARONE; SFORCIN, 2009), de tal maneira que ele por si próprio como forma natural realize um feedback negativo nos níveis superiores do eixo HHA, incluindo o hormônio liberador de corticotropina (CRH) no núcleo paraventricular (PVN) do hipotálamo e adrenocorticotrofina (ACTH) na pituitária anterior (SILVERMAN; STERNBERG, 2013) sinalizando a diminuição da produção do hormônio pelo eixo (Figura 2).

Um estressor muito recorrente na produção de bovinos de corte a pasto no Brasil é a nutrição, pois a organização da criação desses animais resulta na gestação das matrizes no período de seca, ou seja, essas fêmeas precisam gerar o feto na época de maior escassez forrageira. E isso confere um fator de estresse, seja pela falta de alimento seja pela insuficiência de nutrientes (SANGLARD et al., 2018). Esse tipo de estressor pode gerar um dano específico ao bezerro gestado, pela competição por nutrientes que estão sendo divididos em função das necessidades maternas de se desenvolver e do feto em rápido crescimento (FUNSTON et al., 2012).

Figura 2 – Efeito de Feedback negativo a partir das citocinas sobre a concentração de cortisol sanguíneo em humanos.



Fonte: SILVERMAN, M. N.; STERNBERG, E. M. Glucocorticoid regulation of inflammation and its behavioral and metabolic correlates: from HPA axis to glucocorticoid receptor dysfunction. **Annals of the New York of Sciences**, Malden, v. 12611, n. 1, p. 55–63, 2013.

Um estressor muito recorrente na produção de bovinos de corte a pasto no Brasil é a nutrição, pois a organização da criação desses animais resulta na gestação das matrizes no período de seca, ou seja, essas fêmeas precisam gerar o feto na época de maior escassez forrageira. E isso confere um fator de estresse, seja pela falta de alimento seja pela insuficiência de nutrientes (SANGLARD et al., 2018). Esse tipo de estressor pode gerar um dano específico ao bezerro gestado, pela competição por nutrientes que estão sendo divididos em função das necessidades maternas de se desenvolver e do feto em rápido crescimento (FUNSTON et al., 2012).

O balanço energético negativo de vacas de corte gestantes a partir da restrição nutricional é um dos fatores que podem ser prejudiciais para o ambiente placentário e o desenvolvimento de bezerros. A restrição energética de curto prazo durante os últimos 40 dias de gestação suprime a imunidade humoral induzida pela vacinação e as respostas fisiológicas ao estresse de bezerros de corte (MORIEL et al., 2016).

No entanto, a restrição energética moderada no final da gestação aparentemente não interfere com a eficaz transferência da imunidade passiva, o que pode ser informação relevante para as atividades em sistemas

extensivos (SANTOS et al., 2018). Porém, parece haver uma relação entre a restrição nutricional durante a gestação e a resposta humoral menos eficiente no momento do desmame/entrada na fase de recria dos bezerros.

Esse fato se confirma segundo o estudo de Taylor et al. (2016) em que a progênie de vacas com status energético negativo apresentou títulos de anticorpos menores quando desafiadas durante o período de gestação, e pode ter um efeito sobre a resposta imune adaptativa durante e após o período de desmame dos bezerros.

O déficit alimentar pode, em alguns casos, promover até uma influência indireta sobre a segunda geração da matriz estressada, onde novilhas filhas de mães que sofreram restrição energética no pré-natal poderão ter menor habilidade materna e isso levará o bezerro a ficar mais susceptível ao ambiente (PAULA et al., 2010), ou seja, o estresse da avó pode de maneira sutil agir nas chances de sucesso/desempenho do neto.

Paradis et al. (2017) mostrou que vacas que passaram por restrição alimentar durante a gestação tiveram um menor ganho médio de peso diário, mas esse resultado não teve impacto sobre o crescimento fetal. Porém, esse resultado contrasta com estudos anteriores em bovinos de corte que mostraram que a restrição nutricional durante a segunda metade da gestação levou a pesos mais leves ao nascimento (LARSON et al., 2009).

Pensando em formas de sanar esse problema nutricional estudos como de Arthington e Havenga (2012) demonstraram que o uso de um composto mineral injetável (TMI) contendo cobre (Cu), manganês (Mn), selênio (Se) e zinco (Zn) aumentou a resposta imune humoral de bezerros de corte como forma de suplementação materna. Porém, outro tipo de suplementação, com vitamina E, não apresentou influência sobre a função imune (imunoglobulinas totais) nem sobre o desempenho (peso ao nascer, GMD ou desmame do peso vivo) dos bezerros (HORN, 2010).

Já Kruse et al. (2017) investigaram anteriormente e viram o efeito da nutrição sobre o período gestacional até durante a concepção do feto, em que mesmo insultos nutricionais de curto prazo imediatamente após a inseminação artificial atrasaram o desenvolvimento embrionário e

reduziram a qualidade do embrião. Mesmo a partir dos estágios iniciais da vida embrionária, quando as exigências de nutrientes para o crescimento do concepto são insignificantes, alterações na composição do tecido podem ocorrer, influenciando o crescimento futuro do sistema de órgãos e tecidos comprometidos (FUNSTON; LARSON; VONNAHME, 2010).

E já próximo do término da prenhez o aumento das necessidades nutricionais por vacas de corte pode causar deficiência nutricional no feto e afetar a regulação fetal de genes associados à miogênese e resposta imune (SANGLARD et al., 2018). Uma restrição energética materna de curto prazo durante a gravidez afeta a expressão de genes relacionados ao metabolismo energético e à contração muscular, além de imunidade. Isso é confirmado no trabalho de McLoughlin et al. (2014) em que a restrição de energia metabolizável mostrou ser negativa para as respostas mitogênicas de linfócitos T em bezerros.

Não só a saúde neonatal está comprometida, mas a saúde subsequente também pode ser programada, porque os filhos de mães desnutridas exibiram crescimento e produtividade fracos e desenvolveram doenças significativas na vida adulta (FUNSTON; LARSON; VONNAHME, 2010).

O estresse materno durante a gestação, além de acometer o feto, pode afetar o sistema imunológico materno e prejudicar sua sanidade, o que pode ter impacto na transferência de patógenos da mãe para o feto ou recém-nascido. Assim, o estresse pré-natal pode diminuir a capacidade do recém-nascido de absorver imunoglobulinas colostrais e alterar sua resposta inflamatória e funções linfocitárias durante as primeiras semanas de vida (MERLOT; QUESNEL; PRUNIER, 2013).

A doença durante a gravidez mostrou ter um impacto negativo no bem-estar dos bezerros. Além disso, Vieira (2014), apresenta em seu trabalho que causas físicas como o estresse por transporte, febre ou cirurgia são motivos de perdas gestacionais em bovinos. Outra causa de mortalidade durante a gestação é o estresse térmico, que altera a função imune inata do bezerro por mudanças nas interações celulares com patógenos e alterações

nas citocinas de fase aguda e moléculas de reconhecimento de patógenos que alteram as respostas imunes (STRONG et al., 2015). Bezerros nascidos de vacas submetidas a estresse térmico apresentaram gestação significativamente mais curta, menor peso corporal, menor absorção de colostro e alterações na função leucocitária do sangue, fenótipo e expressão gênica, comprometendo sua vida futura (TAO; DAHL, 2013).

4. Conclusão

Essa revisão permitiu constatar como o cortisol, atua no sistema imunológico e que o estresse durante a gestação em vacas de corte pode influenciar diretamente na vida intrauterina e pós-parto dos bezerros e ainda permanecer por toda vida adulta. Na literatura ainda são poucos os trabalhos na área de programação fetal de bovinos, com poucas informações sobre as implicações produtivas dos animais que sofreram estresse durante a gestação.

Referências

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015, 552 p.
- AICH, P.; POTTER, A. A.; GRIEBEL, P. J. Modern approaches to understanding stress and disease susceptibility: a review with special emphasis on respiratory disease. **International Journal of General Medicine**, Auckland, v. 2, p. 19–32, 2009.
- ANTI, S. M. A.; GIORGI, R. D. N.; CHAHADE, W. H. Antiinflamatórios hormonais: glicocorticóides steroidal antiinfl ammatory drugs : glucocorticoids. **Einstein**, São Paulo, v. 6, supl. 1, S159-S65, 2008. Disponível em:
<<http://www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Biomolecular/mb-0919.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.
- ARNOTT, G. et al. . **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 13, p. 5021-5034, 2012.
- SANCHEZ, N. C. B. et al. Exposure to lipopolysaccharide in utero alters the postnatal metabolic response in heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 12, p. 5176–5183, 2017.

ARTHINGTON, J. D.; HAVENGA, L. J. Effect of injectable trace minerals on the humoral immune response to multivalent vaccine administration in beef calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.90, p. 1966-1971, 2012.

BELLAVANCE, M.; RIVEST, S. The HPA – immune axis and the immunomodulatory actions of glucocorticoids in the brain. **Frontiers in Immunology**, Lausanne, v. 5, art. 136, 2014.

CATALANI, A. et al. Maternal corticosterone effects on hypothalamus-pituitary-adrenal axis regulation and behavior of the offspring in rodents. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, Oxford, v. 35, n. 7, p. 1502–1517, 2011.

CHEN, Y. et al. Models and methods to investigate acute stress responses in cattle. **Animals**, Champaign, v. 5, p. 1268–1295, 2015.

COOKE, R. F.; CARROLL, J. A.; BOHNERT, D. W. Bovine acute-phase response after different doses of corticotropin-releasing hormone challenge. **Journal of animal science**, Champaign, v. 90, p. 2337–2345, 2012.

DIZ-CHAVES, Y. et al. Prenatal stress increases the expression of proinflammatory cytokines and exacerbates the inflammatory response to LPS in the hippocampal formation of adult male mice. **Brain, Behavior, and Immunity**, San Diego, v. 28, p. 196–206, 2013.

DU, M. et al. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 51-60, 2010.

FUNSTON, R. N.; LARSON, D. M.; VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 205–215, 2010.

FUNSTON, R. N; SUMMERS, A. F; ROBERTS, A. J. Alpha beef cattle nutrition symposium: implications of nutritional management for beef cow-calf systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 2301–2307, 2012.

HAUSER, J.; FELDON, J.; PRYCE, C. R. Direct and dam-mediated effects of prenatal dexamethasone on emotionality, cognition and HPA axis in adult Wistar rats. **Hormones and Behavior**, New York, v. 56, p. 364–375, 2009.

HORN, M. J. et al. Effects of maternal natural (RRR α -tocopherol acetate) or synthetic (all-rac α -tocopherol acetate) vitamin E supplementation on suckling calf performance, colostrum immunoglobulin G, and immune function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88 , p. 3128–3135, 2010.

HOUPT, K. Fisiologia do comportamento. In: REECE, W. O. (Ed.). **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 887–896.

HOWERTON, C. L.; BALE, T. L Prenatal programming: at the intersection of maternal stress and immune activation. **Hormones and Behavior**, New York, v. 62, p. 237 – 242, 2012.

KELLY, A. K. et al. Endocrine and hematological responses of beef heifers divergently ranked for residual feed intake following a bovine corticotropin-releasing hormone challenge. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 1703-1711, 2016.

KOHMAN, R. A. et al. Influence of prenatal stress on behavioral, endocrine, and cytokine responses to adulthood bacterial endotoxin exposure. **Behavioural Brain Research**, Amsterdam, v. 193, n. 2, p. 257–268, 2009.

KRUSE, S. G. et al. Influence of post-insemination nutrition on embryonic development in beef heifers. **Theriogenology**, Stoneham, v. 90, p. 185–190, 2017.

LARSON, D. M. et al. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1147–1155, 2009.

MCLOUGHLIN, K. E. et al. RNA-seq transcriptional profiling of peripheral blood leukocytes from cattle infected with *Mycobacterium bovis*. **Frontiers in Immunology**, Lausanne, v. 5, art. 396, 2014.

MERLOT, E.; QUESNEL, H.; PRUNIER, A. Prenatal stress, immunity and neonatal health in farm animal species. **Animal**, Cambridge, v. 7, n. 12, p. 2016–2025, 2013.

MESQUITA JÚNIOR, D. et al. Sistema imunitário – Parte II: fundamentos da resposta imunológica mediada por linfócitos T e B. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 50, p. 552- 580, 2010.

MORIEL, P. et al. Short-term energy restriction during late gestation of beef cows decreases postweaning calf humoral immune response to vaccination. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, n. 6, p. 2542–2552, 2016.

PAGLIARONE, A. C.; SFORCIN, J. M. Estresse: revisão sobre seus efeitos no sistema imunológico. **Biosaúde**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 57–90, 2009.

PALERMO NETO, J.; PINTO, F. A. C. Cognição imune-neural: relações entre comportamento e imunidade. **Neurociências**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 4, 2009.

PARADIS, F. et al. Maternal nutrient restriction in mid-to-late gestation

influences fetal mRNA expression in muscle tissues in beef cattle. **BMC Genomics**, London, v. 18, p. 632, 2017.

PAULA, E. J. H. et al. Simulação dos impactos da seleção para crescimento e habilidade materna sobre a eficiência reprodutiva de um rebanho nelore. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, p. 641-650, 2010.

SANGLARD, L. P. et al. Impact of energy restriction during late gestation on the muscle and blood transcriptome of beef calves after preconditioning. **BMC Genomics**, London, v. 19, p. 702, 2018.

SANTOS R. et al. Influência do manejo alimentar durante a gestação sobre a transferência da imunidade passiva em bezerros de carne. In: JORNADAS HOSPITAL VETERINÁRIO MURALHAS DE ÉVORA, 10., 2018, Évora. **1º Concurso de Posters Científicos: Transferência de conhecimento: da investigação à prática**, Évora: HVME, 2018. p. 20-22. Disponível em: <<https://www.hvetmuralha.pt/wp-content/uploads/2018/04/Livro-de-Resumos-I-EDI%C3%87%C3%83O-CONCURSO-POSTERS.pdf#page=20>>. Acesso em: 11 out. 2018.

SILVERMAN, M. N.; STERNBERG, E. M. Glucocorticoid regulation of inflammation and its behavioral and metabolic correlates: from HPA axis to glucocorticoid receptor dysfunction. **Annals of the New York of Sciences**, Malden, v. 12611, n. 1, p. 55–63, 2013.

STRONG, R. A. et al. Acute brief heat stress in late gestation alters neonatal calf innate immune functions. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 7771–7783, 2015.

TAO, S.; DAHL, G. E. Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 4079–4093, 2013.

TAYLOR, A. R. et al. (2016). The influence of maternal energy status during mid-gestation on growth, cattle performance, and the immune response in the resultant beef progeny. **The Professional Animal Scientist**, Amsterdam, v. 32, p. 389–399, 2016.

VIEIRA, R. J. Obstetrícia em bovinos: da concepção ao puerpério. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 8, supl. 2, p. 361-368, 2014.

ZUARDI, A. W. Fisiologia do estresse e sua influência na saúde. São Paulo: USP, departamento de neurociência e ciência do comportamento, 2010. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34894091/Fisiologia_do_estresse_1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1540859186&Signature=%2FroCS5gVXWNIuGfDhYf4jjRWjAQ%3D&respo>

nse-content-
disposition=inline%3B%20filename%3DFISIOLOGIA_DO_ESTRESSE_E_S
UA_INFLUENCIA.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

O impacto econômico do bem-estar térmico na avicultura de postura

The economic impact of thermal well-being on layer poultry

Bruno Ignacio Giménez Irún, Prof. Dr. Adriano Rogério Bruno Tech

1. Introdução

O desenvolvimento da avicultura brasileira representa um dos avanços mais importantes do agronegócio nacional nas últimas décadas. A produção nacional de ovos passou de 1,2 bilhão de dúzias em 1987, para 4,7 bilhões de dúzias em 2017 (Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018). A abundância de alimentos, clima favorável e o bom controle sanitário para a prevenção de enfermidades do país fizeram do Brasil o sexto maior produtor de ovos do mundo. O consumo nacional de ovos também aumentou na última década, passando de 130 unidades por pessoa por ano, para 192 unidades em 2017. Essa média é considerada baixa quando comparada com o Paraguai, onde o consumo médio de ovos é de 309 unidades por pessoa por ano (WORLDDATLAS, 2018).

Conseqüentemente, os desafios na produção também aumentaram, especialmente no tocante ao bem-estar das aves destinadas à produção de ovos. Práticas antes comuns como a muda forçada, debicagem, abate de pintinhos de um dia e confinamento em gaiolas, hoje são fortemente questionadas pelos consumidores a nível mundial. Diante dessa realidade, há esforços mundiais para transformar a maneira como os ovos são produzidos. A União Europeia traçou o caminho em 2012 quando promulgou legislações que proíbem a produção de ovos de aves confinadas, decisão ainda discutida em muitos países do mundo.

No entanto, o estresse térmico não é adequadamente discutido por especialistas da área e nem por ativistas dos direitos dos animais. Nesse sentido, o Brasil por possuir temperaturas médias elevadas deveria se planejar para o correto dimensionamento das instalações. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre o bem-estar térmico

dentro da avicultura de postura e, as alternativas economicamente viáveis para garantir essa necessidade aos animais.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do impacto econômico do bem-estar térmico dentro da avicultura de postura com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações como: artigos científicos em periódicos indexados e artigos em eventos científicos.

2.1. Bem-estar na avicultura de postura

A avicultura de postura brasileira ainda está engatinhando quando se fala em bem-estar das aves de postura. Há duas abordagens para mensurar e aprimorar o bem-estar de galinhas de postura, a primeira utiliza parâmetros fisiológicos e comportamentais para avaliar o grau de conforto do animal no ambiente em que ele está. Já a segunda abordagem, examina a capacidade que o animal tem para escolher o ambiente que considera ideal dentre as opções que lhe são oferecidas. Segundo Nicol et al. (2009), as duas abordagens complementam-se, no sentido de que as galinhas de postura escolhem de acordo ao comportamento natural da espécie os ambientes que lhe forneçam segurança e conforto.

Nesse sentido, o conforto das aves pode ser avaliado através de diversos indicadores de bem-estar, como concentração de carboidratos nas fezes, níveis séricos de hormônios e glicose, frequência cardiorrespiratória, reatividade a novos objetos, expressão do comportamento natural dentre outros (BESSEI, 2018).

De acordo com Yunes, Keyserling e Hötzel (2017), os consumidores brasileiros preocupam-se por questões produtivas relacionadas ao bem-estar animal, como a limitação de espaço em criações intensivas, liberdade para expressar o comportamento próprio da espécie, injúrias e manutenção de animais sob condições estressantes. Os mesmos autores constataram que, aos

olhos dos consumidores, de fato há uma preferência por produtos de origem animal procedentes de criações responsáveis, que aplicam as boas práticas de produção e, que consideram os parâmetros mínimos de bem-estar dos animais. Além disso, Fournel, Rousseau e Labergue (2017) constataram que, como os consumidores exigem que os animais sejam criados de uma forma mais humana, o bem-estar animal e a saúde podem exercer pressão adicional sobre as práticas de gestão pecuária. Para assegurar que se dê atenção suficiente aos animais em empresas economicamente viáveis, é necessário que as instalações pecuárias modernas não apenas monitorem as condições ambientais, mas também o comportamento e a saúde dos animais.

As instalações dos estabelecimentos produtivos são parte fundamental no atendimento aos padrões mínimos de bem-estar. Segundo Glatz e Pym (2013), nos países de economias emergentes, como o Brasil, a maioria dos sistemas produtivos de pequeno e médio porte, dependiam unicamente do fluxo natural de ar através do galpão para ventilação das galinhas poedeiras. Diante dessa situação, percebe-se que ainda há oportunidades de transferência de tecnologia a ser realizado, visando a diminuição de perdas produtivas decorrentes de instalações deficientes e apontando ao atendimento de padrões mais elevados de bem-estar animal.

2.2. Controle térmico das aves

As galinhas de postura (*Gallus gallus domesticus*), assim como os frangos de corte, controlam a temperatura corporal através de mudanças fisiológicas e comportamentais. Termorregulação fisiológica implica em mudanças metabólicas para controlar a temperatura corporal, por exemplo, quando a temperatura do ambiente está muito elevada, geralmente acima de 30°C, há diminuição do consumo de ração, aumento da síntese de glicose, aumento da secreção de corticosterona, entre outros. Já o controle térmico por meio do comportamento, se dá pela diminuição do movimento, preferência por sombra, competição por espaço, entre outros (NYONI; GRAB; ARCHER, 2019). De acordo com Nawab et al. (2018), temperaturas elevadas promoveram diminuição dos níveis séricos de anticorpos circulantes IgG e

IgM, assim como uma depressão na resposta humoral do organismo. Nesse sentido, o intestino que possui importância na eficiência alimentar, absorção de água e outros nutrientes é afetado pelo estresse térmico, que diminui a integridade epitelial, acarreta problemas na absorção de nutrientes e que também promove o aumento da suscetibilidade a doenças presentes no ambiente.

Por outro lado, os eventos de estresse térmico podem, direta ou indiretamente, causar desempenho reduzido, morbidade e até mesmo mortalidade, produzindo perdas econômicas significativas e preocupações com o bem-estar animal (FOURNEL; ROUSSEAU; LABERGE, 2017). Ruzal et al. (2011) comprovaram que a alcalose respiratória causada pela respiração ofegante tem um efeito deletério nas galinhas poedeiras devido ao seu efeito na qualidade dos ovos: a alcalose respiratória evidentemente causa aumento do pH do sangue arterial associado à redução da pressão parcial de CO₂. Isso leva a um declínio no nível de bicarbonato no plasma e ao aumento da ligação entre o ácido orgânico e o conteúdo de íons de cálcio. Provocando assim, declínios na disponibilidade de íons de bicarbonato e cálcio e, portanto, prejudica a qualidade dos ovos.

Da mesma forma, a performance produtiva das aves é afetada quando a temperatura ambiente está acima do ideal, Nawab et al. (2018) indicaram que a produção de ovos, nessas condições, pode cair até em 28,8%, afetando não apenas à frequência de postura, mas também à espessura da casca, peso do ovos, porosidade da casca e aumento dos índices de mortalidade no sistema.

2.3. Sistemas de climatização na avicultura de postura

Planejar e adaptar as instalações avícolas sem afetar os custos de produção, para permitir a estabilidade de temperatura e umidade relativa do ar, o que propicia um ambiente térmico interno ideal, para que as demandas das aves sejam atendidas, é um dos os principais desafios da avicultura industrial (COELHO et al., 2015).

Nesse sentido, existem diversas formas de reduzir os efeitos do desconforto térmico em galinhas de postura, dentre as principais estratégias

pode-se destacar: programas de nutrição adequados para ambientes com temperaturas elevadas, melhoramento genético por meio de seleção para características de adaptação ambiental, controle de doenças e, por último, porém não menos importante, sistemas de climatização eficientes. Essa última estratégia pode melhorar significativamente as condições produtivas no curto prazo, por isso, a importância da sua implementação (NAWAB et al., 2018).

No Brasil, a grande maioria dos galpões de produção de galinhas poedeiras são abertos e em sistemas verticais, com grandes dimensões e com gaiolas dispostas em até 8 andares; nestas condições arquitetônicas, a situação de estresse térmico pode ser ainda mais grave, dependendo da oscilação térmica, não apenas verticalmente, mas também em todo o comprimento e largura do aviário (COELHO et al., 2015).

A modo de exemplo, a cidade de Pirassununga, no estado de São Paulo, encontra-se na latitude sul de 21° 59' 46" e longitude oeste de 47° 25' 42" e está a uma altitude de 340 metros. Segundo Köppen e Geiger a classificação do clima é subtropical úmido (Cwa) com temperaturas mínimas anuais de 13° C e máximas de 31° C e regimes de chuvas anuais de 1.238 mm em média. Nas condições acima descritas um produtor de ovos estabelecido na região deveria, imperantemente, adotar alguma estratégia para mitigar os efeitos negativos que o ambiente tem sobre as galinhas, de maneira a que sejam garantidas as temperaturas de termoneutralidade dos animais o tempo todo.

Diante dessa realidade, na avicultura de postura brasileira todos os galpões de alojamento de aves precisam de alguma forma de ventilação para garantir a renovação do ar, remoção de pó, remoção de dióxido de carbono e outros gases. Para isso, há diversos sistemas de acondicionamento climático desenvolvidos e aperfeiçoados nos últimos anos, dentre os quais pode-se citar: sistema de ventilação por pressão negativa ou tipo túnel, sistema de nebulização e sistema de ventiladores autônomos independentes (GLATZ; PYM, 2013). Aves de postura em climas continentais sofrem grandes variações de temperatura com a ventilação tradicional em túnel e o sistema de resfriamento evaporativo por via úmida (pad cooling), o que influencia

negativamente o desempenho da produção, resultando em significativas perdas econômicas. (WANG et al., 2019).

O desenvolvimento de mapas de variações térmicas ambientais pode possibilitar uma interpretação adequada do microclima interno, de modo que ajustes possam ser feitos no sistema de refrigeração e, conseqüentemente, garantir maiores padrões de bem-estar, menores níveis de mortalidade e aumento de eficiência econômica da atividade (COELHO et al., 2015).

A zootecnia de precisão foi descrita por Fournel, Rousseau e Laberge (2017) como a ferramenta que poderia nortear o desenvolvimento de um sistema de controle avançado baseado no monitoramento automático, em uma frequência apropriada, de variáveis ambientais, fisiológicas e comportamentais. Considerando a demanda esperada por produtos de origem animal, a intensificação de fazendas e a necessidade de melhorar o bem-estar dos animais, a Zootecnia de Precisão pode ser a solução para as empresas pecuárias manterem ou até elevarem seus níveis de produtividade e conforto animal. Um dos principais pontos sobre os quais as tecnologias de precisão poderiam atuar é o controle do ambiente.

Portanto, há necessidade de investigar diferentes estratégias de mitigação dos efeitos do estresse térmico, para superar os desafios futuros para a indústria avícola (NAWAB et al., 2018; WANG et al., 2019).

2.4. Indicadores de viabilidade econômica da atividade

Diante do que foi apresentado anteriormente, evidencia-se que as perdas produtivas decorrentes da diminuição da eficiência alimentar, aumento da mortalidade, queda na produção e qualidade dos ovos representam um ponto crítico dentro da avicultura de postura brasileira. Em contrapartida, Bessei (2018) associou a melhoria das condições produtivas, a aumento nos custos de produção, bem como a um aumento na produtividade, visto que os animais estarão em condições ideais de manejo.

No entanto, aviários climatizados na região são raros, talvez devido à crença dos produtores de que os custos de operação do sistema são maiores do que os ganhos econômicos da produção. A quantidade de benefícios trazidos

pela climatização na produção avícola pode contribuir para a decisão do criador de investir em sistemas de climatização (SILVA et al., 2013).

Para Coelho et al. (2015), o maior problema dos pequenos e médios produtores brasileiros de ovos foi a baixa rentabilidade da atividade, causada por sua vez pela margem de lucro estreita ou em ocasiões, até mesmo negativas.

Nesse sentido, as análises econômicas tornam-se necessárias para auxiliar na tomada de decisão dos produtores, visando a expansão da competitividade e, a permanência na atividade. Dada a delicada situação financeira de muitos produtores, a identificação dos pontos de estrangulamento por meio de uma análise econômica ajuda na diminuição das perdas e melhora a gestão dos fatores de produção (terra, trabalho e capital).

Para fins de cálculo do custo de produção Sartorello, Bastos e Gameiro, (2018) sugeriram a classificação dos componentes do custo nos seguintes grupos; custos fixos, custos variáveis, custos operacionais e custo total, sendo este último, o resultado da somatória dos custos operacionais mais a remuneração atribuída aos fatores de produção.

A partir da apuração de custos pode-se elaborar um fluxo de caixa, o qual segundo Bordeaux Rego et al. (2013), representa o método de análise de investimento mais utilizado para auxiliar a tomada de decisão de um produtor quando esse se encontra perante diferentes alternativas de investimento. Por sua vez, a comparação de fluxos de caixa de determinados investimentos é feita a partir do estabelecimento de critérios objetivos denominados indicadores de viabilidade econômica. Os principais indicadores de viabilidade econômica são:

Payback: indica o tempo necessário para recuperar um investimento. Geralmente, quanto menor o tempo, menor o risco da operação (BORDEAUX REGO et al., 2013).

Valor presente líquido (VPL): representa o valor presente da somatória de todos os fluxos de caixa estimados para um período. Caso o resultado de $VPL > 0$, o projeto deve ser aceito, se o $VPL = 0$ aceitar ou não é indistinto,

por último, caso o $VPL < 0$, o projeto deve ser rejeitado (BORDEAUX REGO et al., 2013).

Taxa interna de retorno (TIR): como descrito por Bordeaux Rego et al. (2013), a TIR é a taxa de desconto que torna o VPL nulo. A TIR deve ser comparada com a melhor taxa de juros do mercado, e caso a TIR seja maior ou igual que mencionada taxa, o projeto deverá ser considerado como viável.

Há necessidade da adequação das instalações de maneira que sejam atendidas as exigências mínimas dos padrões internacionais de conforto térmico das aves (COELHO et al., 2015). Ao mesmo tempo, destaca-se a importância da avaliação completa da atividade, não apenas do ponto de vista produtivo ou considerando apenas os valores financeiros. Finalmente, para a obtenção dos melhores resultados técnico-econômicos de possíveis investimentos, recomenda-se a realização de uma análise exaustiva que considere todos os fatores envolvidos na atividade (SARTORELLO; BASTOS; GAMEIRO, 2018).

3- Discussão

Em um trabalho conduzido por Silva et al. (2013), foram testados três sistemas de climatização diferentes em aviários comerciais de galinhas poedeiras no município de Bastos/SP. O primeiro aviário (A1) contava com um sistema de climatização por evaporação adiabática com 12 exaustores instalados no lado leste e um dispositivo de resfriamento de bloco no lado oeste, fornecendo um sistema de ventilação com pressão negativa. Já o segundo aviário (A2), que possuía um nível tecnológico inferior ao primeiro aviário, tinha um sistema de ventilação natural provido de uma abertura nos lados norte e sul e um sistema de nebulização sobre as galinhas poedeiras. Por último, o terceiro aviário (A3), com o menor grau de adoção de tecnologia dentre os três sistemas, contava apenas com uma cúpula de aeração, e com um sistema de ventilação natural fornecido por aberturas nos lados norte e sul. Esses três sistemas representam, como citado anteriormente, os sistemas de climatização mais comuns em países de economias emergentes como é o Brasil.

Os resultados arrojaram que, o galpão com ventilação tipo túnel (A1) demonstrou uma melhora de 12,04% na produção de ovos e uma diminuição de 35% na taxa de mortalidade de galinhas em relação aos outros dois sistemas (A2 e A3). Essa melhora nos indicadores propiciou ganhos financeiros de 5,5% e 11,8% superiores aos de aves com nebulização ou sem qualquer tipo de climatização, respectivamente. Os resultados diferem daqueles obtidos por Kodaira et al. (2015), que verificaram que o galpão com sistema climatização proporcionou uma diferença positiva por sobre o galpão com ventilação natural de apenas R\$ 0,07 por ave, o que não representa um ganho econômico.

Resulta interessante destacar que, os três sistemas de climatização apresentaram heterogeneidade térmica no ambiente interno dos galpões (SILVA et al., 2013). Nesse sentido Wang et al. (2019), constataram que as grandes variações de temperaturas decorrentes das oscilações térmicas durante o dia e a distribuição de fluxo de ar não uniforme dentro do galpão representam uma desvantagem produtiva, pois ocasionam estresse por frio nas galinhas que estão perto dos *pad-cooling* e estresse por calor perto dos exaustores. Além do mais, os mesmos autores afirmam que grandes variações de temperatura e distribuição de ar não uniforme, geralmente afetam negativamente a saúde das aves e seu desempenho de produção, resultando em diferentes níveis de consumo de ração, de massa de camada e de massa de ovos que não são aceitáveis no mercado. Coelho et al. (2015) observaram uma oscilação térmica no nível mais baixo do galpão, a 0,65 m do chão, atingiu 2,5 °C. Na altura de 2,75 m, a variação na temperatura foi igual a 4° C. Essa variabilidade pode representar uma ameaça ao sistema de refrigeração, pois se os sensores para o comando “liga/desliga” desses sistemas estiverem em uma posição que não representa a realidade térmica do aviário, ele poderia ordenar ações erradas, causando distúrbios térmicos e metabólicos nas aves.

Diante disso tudo, a disponibilidade atual de desenvolvimentos tecnológicos como sensores inteligentes, detectores, câmeras e microfones, pode facilitar sistemas integrados de manejo para a criação animal, que são baseados em monitoramento e controle contínuos em tempo real da produção,

bem-estar e saúde animal, bem como condições ambientais. Esses sistemas de gerenciamento permitem que os agricultores detectem instantaneamente problemas de estresse térmico, infecção ou qualidade do ar e tomem medidas imediatas em resposta. Tais abordagens têm sido referidas como Zootecnia de Precisão, em que os sistemas de produção pecuária são vistos como um conjunto de processos interligados. Dentre esses processos, o clima representa o principal fator limitante da produção (FOURNEL; ROUSSEAU; LABERGE, 2017; PEREIRA et al., 2017).

As novas formas de levantamento de informações em fazendas com ferramentas de Zootecnia de Precisão devem ter a capacidade de ativar práticas de manejo que sejam mais responsivas tanto aos sinais do ambiente quanto aos de mercado. Para isso, as tecnologias de precisão abrangem: (i) métodos mensuração eletrônica dos componentes críticos dos sistemas de produção relacionados à eficiência do uso dos recursos; (ii) ferramentas de software destinadas a interpretar as informações captadas; e (iii) controlar processos para garantir a produtividade animal ideal. Esses sistemas de monitoramento e controle em tempo real devem melhorar radicalmente a eficiência produtiva e financeira das empresas pecuárias (FOURNEL; ROUSSEAU; LABERGE, 2017). Os produtores podem obter rendimentos financeiros através do controle ambiental de duas maneiras. A primeira é aumentar o rendimento do plantel, o que reduziria os custos fixos por animal. A segunda maneira é aumentar o plantel de galinhas de postura e assim, a quantidade de ovos produzidos. Portanto, existe a necessidade de ser capaz de controlar com precisão as condições ambientais e prever o seu impacto no desempenho e bem-estar animal (FOURNEL; ROUSSEAU; LABERGE, 2017).

Ainda há poucos sistemas de climatização para avicultura de postura com componentes independentes que funcionam coordenados através de um software disponíveis no mercado. Sistemas estes que são capazes de manter estáveis a temperatura e a umidade interna do galpão ao longo do dia e das estações do ano, além de monitorar em tempo real a incidência luminosa, comportamento das aves, qualidade do ar etc.

4- Conclusão

Diante disso tudo é possível afirmar que na medida em que o ser humano domina os fatores ambientais na produção, maiores serão as chances dele obter melhores resultados produtivos e financeiros.

Atualmente, o agronegócio está atravessando uma revolução tecnológica que dá oportunidades de avançar técnica e produtivamente. No entanto, ainda há muitas brechas no processo de adoção de tecnologia por parte dos produtores, e uma transição geracional vai dando, aos poucos, lugar para que as ferramentas digitais auxiliem na tomada de decisão.

Diversos autores afirmaram, através de vários aspectos da produção, a importância de se considerar o bem-estar térmico de galinhas poedeiras por meio de sistemas de climatização modernos, para que isso retorne em aumentos produtivos e conseqüentemente, financeiros.

Por último, salienta-se a relevância da tomada de decisão baseada em dados confiáveis e rápidos, esses proporcionados por ferramentas tecnológicas e indicadores financeiros tais como, Valor Presente Líquido, *Payback* e TIR.

Referências

BESSEI, W. Impact of animal welfare on worldwide poultry production. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 74, n. 2, p. 211–224, 2018.

BORDEAUX REGO, R. et al. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

COELHO, D. J. R. et al. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 996–1004, out. 2015.

FOURNEL, S.; ROUSSEAU, A. N.; LABERGE, B. Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming. **Biosystems Engineering**, London, v. 155, p. 96–123, 2017.

GLATZ, P.; PYM, R. **Poultry housing and management in developing countries**. In: POULTRY Development Review. Roma: FAO, 2013. p. 24–43.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Quantidade de ovos produzidos**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/915#resultado>>. Acesso em: 26 out. 2018.

KODAIRA, V. et al. Economic feasibility of acclimatization system of laying hens aviary. In: ASABE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2015, New Orleans. **Proceedings...** St. Joseph: ASABE, 2015. paper 152189554, p. 1-8. Disponível em: <<http://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=5&aid=46206&abstract=152189554.htm&cid=norl2015&t=3>>. Acesso em: 25 mar. 2019

NAWAB, A. et al. Heat stress in poultry production: mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. **Journal of Thermal Biology**, Amsterdam, v. 78, p. 131–139, 2018.

NICOL, C. J. et al. Associations between welfare indicators and environmental choice in laying hens. **Animal Behaviour**, London, v. 78, n. 2, p. 413–424, 2009.

NYONI, N. M. B.; GRAB, S.; ARCHER, E. R. M. Climate and development heat stress and chickens: climate risk effects on rural poultry farming in low-income countries. **Climate and Development**, London, v. 11, n. 1, p. 83-90, 2019.

PEREIRA, D. F. et al. Technical feasibility of the acclimatization system in aviary of posture: a case study. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 37, n. 5, p. 855–866, 2017.

RUZAL, M. et al. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n. 4, p. 856–862, 2011.

SARTORELLO, G. L.; BASTOS, J. P. S. T.; GAMEIRO, A. H. Development of a calculation model and production cost index for feedlot beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 47, e20170215, p. 1-11, 2018.

SILVA, G. F. et al. Performance of laying hens and economic viability of different climatization systems. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 12, n. 2, p. e47, 2013.

WANG, Y. et al. A new ventilation system to reduce temperature fluctuations in laying hen housing in continental climate. **Biosystems Engineering**, London, v. 181, p. 52–62, 2019.

WORLDTLAS. **Countries that consume the most eggs**. Disponível em: <<https://www.worldatlas.com/articles/countries-that-consume-the-most-eggs.html>>. Acesso em: 26 out. 2018.

YUNES, M.; KEYSERLINGK, M. A. G.; HÖTZEL, M. J. Brazilian citizens' opinions and attitudes about farm animal production systems. **Animals**, Basel, v. 7, n. 10, p. 75, 2017.

**A influência do conforto térmico de vacas leiteiras sobre a
composição do leite**
The influence of thermal comfort of dairy cows on milk composition

Caroline Matos da Silva, Profa. Dra. Ana Maria Centola Vidal

1. Introdução

Existem diversos fatores que influenciam na produtividade de bovinos leiteiros, dentre os principais encontra-se o estresse térmico, devido a mudanças climáticas ou ambientes onde esses animais não estão adequadamente adaptados. Tais mudanças são significativas no bem-estar das vacas leiteiras. Os sistemas que apresentam grau maior de bem-estar oferecem ao mercado produtos com maior valor agregado, o que atende a consumidores mais exigentes e preocupados com as condições nas quais esses animais são criados.

As vacas leiteiras têm suas capacidades produtivas e reprodutivas afetadas pelo estresse térmico, gerando desconforto em níveis brandos, intermediários ou severos. Alguns parâmetros fisiológicos podem ser avaliados, como a temperatura retal, que pode ser influenciada por diversos fatores como a raça, idade, hora do dia, ingestão de alimentos e água, temperatura ambiente e estação do ano.

O leite é constituído por sólidos diluídos em água (lipídeos, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas). A qualidade está relacionada diretamente com a concentração desses elementos, que também são associados a clima, manejo, higiene, nutrição, temperatura de armazenagem e transporte do leite, presença de doenças no rebanho e bem-estar animal (ALMEIDA et al., 2013).

O leite que apresenta baixa contagem de células somáticas está relacionado a um manejo correto dos animais, fato que a indústria vem valorizando, pois proporciona produtos com qualidade superior, aumentando o rendimento na produção de derivados, e maior vida de prateleira.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi revisar e discutir como o conforto térmico de vacas leiteiras pode influenciar na composição do leite, e quais os parâmetros fisiológicos e de qualidade podem ser utilizados como referência.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da “A influência do conforto térmico de vacas leiteiras sobre a composição do leite” com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. É de caráter temporal com período estipulado entre 2008 e 2018, ou seja, apresenta publicações recentes sobre o tema explorado e bibliografia constituída por periódicos, livros e artigos indexados encontrados no banco de dados da Scielo, Portal de Busca Integrada da USP (PBi) e da Plataforma Scopus, além de auxílio para pesquisa do Google Scholar. As palavras chave são ambiência, bem-estar, bovinos e qualidade do leite.

2.1 Bem-estar em vacas leiteiras

A adoção das práticas de bem-estar, bem como sua aplicação no manejo é necessária para melhorar o desempenho dos animais, visto que são fatores diretamente relacionados. Porém, o custo adicional da implantação dessas técnicas (uso de ventiladores, resfriadores e nebulizadores, etc.) é o principal desmotivador para as propriedades rurais (OLIVEIRA et al., 2013). No entanto, a simples mudança nos hábitos dos seres humanos que estão relacionados diretamente com o manejo dos animais não traz custos adicionais e proporcionam melhora no comportamento e bem-estar dos animais.

Os sistemas que apresentam grau maior de bem-estar oferecem ao mercado produtos com maior valor agregado, o que atende a consumidores mais exigentes e preocupados com as condições em que os animais são criados (BOND et al., 2012). Apesar de menos exigente, a população brasileira também vem dando atenção a estes aspectos do bem-estar animal, pois é possível visualizar nas gondolas de supermercados o aumento de produtos

com bem-estar animal incorporado. A produção de leite é diretamente afetada pelo menor consumo de alimentos, hipofunção da tireoide e pelo gasto energético na tentativa de dissipar o calor corporal, provocando assim, diminuição na produção (PORCIONATTO et al., 2009).

O desempenho dos animais é fortemente afetado pelo ambiente térmico, visto que influencia na transferência de calor e, assim, na regulação do balanço térmico entre o animal e o ambiente (BARNABÉ et al., 2015). Até mesmo animais com boa capacidade para dissipar calor precisam de sombra natural ou artificial para se proteger da radiação solar direta. Esses elementos combinados à umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento e temperatura do ar provocam um grande estresse térmico nos animais, fatores que são acentuados em regiões tropicais (DIKMEN; HANSEN, 2009; SOUZA et al., 2010).

Com a melhora do grau de bem-estar, eleva-se a produção e qualidade do leite e, quanto ao bem-estar das bezerras, conseqüentemente, haverá um acréscimo na taxa de crescimento e o aumento na chance de sobrevivência, trazendo benefícios econômicos para os produtores (ALMEIDA et al., 2013). Para avaliar o grau de bem-estar, são utilizadas medidas fisiológicas, como temperatura retal, temperatura superficial, temperatura ambiente, nível de glicocorticoides, frequência cardíaca e respiratória, e respostas do sistema imune (FERREIRA; ZIECH; GUIRRO, 2013). Animais que são mantidos dentro da zona de conforto térmico e sob condições favoráveis sem a necessidade da demanda de mecanismos termorreguladores, obtêm uma eficiência produtiva maior que aqueles que se encontram em condições desfavoráveis (PORCIONATTO et al., 2009). Parâmetros fisiológicos de temperatura retal (TR), temperatura superficial da pele (TSP) e do úbere sofrem influência no período do dia, sendo que o período da tarde, com a temperatura do ar mais elevada do que no período da manhã, provocam intensificação dessas variáveis fisiológicas (SOUZA et al., 2010).

Estes parâmetros fisiológicos são muito utilizados para auxiliar na mensuração do bem-estar, pois indicam diretamente o nível de dor e sofrimento.

2.1.1 Temperatura ambiente

Em regiões muito quentes – fora da zona de conforto – o animal precisa de um gradiente térmico com o qual ele possa transferir seu calor corporal, ou seja, perder calor para o ambiente. Vacas em lactação devem dispor de um ambiente com temperaturas entre 5°C e 18°C, sendo que temperaturas fora desse intervalo causam dificuldade reprodutiva, alteração no consumo de alimento, baixa resistência imunológica, redução na produção de leite, alteração na composição do leite etc. (SILVA et al., 2009).

2.1.2 Temperatura superficial (pele e úbere)

Segundo Ferreira et al. (2018), a temperatura de superfície (TS) normal para bovinos está entre 31,6 e 34,7°C. Parâmetro que está associado às condições climáticas como temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade do ar e outros fatores fisiológicos, como vascularização e sudação, fatores estes que são normalmente ignorados.

A TS pode ser observada por termografia infravermelho – método que capta sinais de radiação de calor na parte infravermelha do espectro de luz, cuja intensidade de distribuição depende da temperatura da massa e das propriedades de radiação da camada superficial (COLAK et al., 2008)

2.1.3 Temperatura retal

A temperatura retal (TR) demonstra o quanto de calor foi acumulado pelo animal durante determinado período, parâmetro que se apresenta maior durante o final do dia e em momentos de elevada radiação solar (LINHARES et al., 2015). Vacas apresentam temperatura retal normal entre 37,5° e 39°C. Quando a TR se encontra fora desse intervalo, os animais têm sua produtividade e reprodução prejudicadas (SILVA et al., 2009).

A TR é frequentemente utilizada como indicativo da adaptação ao ambiente e aponta o acúmulo de calor corporal. Quando a temperatura está fora do intervalo recomendado, os mecanismos termorreguladores tornam-se insuficientes para manter a homeostase e parte da energia está sendo gasta

para termólise, o que leva a menor quantidade de energia disponível para produção, provocando menor desempenho dos animais (GARCIA et al., 2011; PERISSINOTTO; MOURA; CRUZ, 2009).

2.1.4 Temperatura corporal

A temperatura corporal (TC) é obtida através do balanço entre a perda e o ganho de calor. A TC é baseada na TR e pode variar entre 38,1 e 39,1°C para vacas leiteiras. Pode-se afirmar que, quando há um aumento na temperatura ambiente, a TC aumenta causando estresse térmico, que provoca reações negativas para produção e reprodução, gerando perdas econômicas aos produtores (FERREIRA et al., 2018; LINHARES, et al, 2015).

Segundo Dikmen et al. (2012), é possível que a termotolerância de alguns animais seja hereditária, o que diminuiria os riscos da produção leiteira caso esses animais sejam utilizados na produção.

2.1.5 Frequência respiratória, frequência cardíaca e sudação

A perda de calor pela maior parte dos animais mamíferos é de forma evaporativa, junto com o aumento da frequência cardíaca e respiratória. A redução de calor de forma evaporativa é maior pelo aumento da vasodilatação e sudação. Vacas leiteiras apresentam frequência respiratória normal até 60 movimentos/minutos. Quando excedida a temperatura de 25°C, essa taxa aumenta, fazendo com que a vaca pare de consumir matéria seca (MS) na tentativa de diminuir o calor metabólico (GARCIA et al., 2011). Além de afetar o consumo de MS, há também um alto risco de alcalose respiratória.

Além do estresse térmico, outros fatores como medo, excitação, momento fisiológico, estresse, exercício físico e produção de leite podem alterar a frequência respiratória (SILVA et al., 2009).

2.1.6 Pelame

A estrutura do pelame é essencial para adaptação do animal ao ambiente em que está inserido. Suas características, como a espessura, inclinação, número de pelos e comprimento dos pelos, demonstram o grau de

adaptabilidade (MATA-e-SILVA et al., 2013). Outros parâmetros podem ser levados em consideração, como a cor da pelagem e do pelo. A estrutura dos pelos é a primeira forma de proteção dos animais contra a incidência solar, visto que pelos mais curtos facilitam a condução e pelos claros têm melhor reflexão desses raios, perdendo mais calor para o ambiente. A raça holandesa possui pelos com maior espessura e comprimento, já os zebuínos têm pelos menos espessos e curtos (FERREIRA et al., 2018).

2.2 Conforto térmico em vacas leiteiras

Existem diversos fatores que podem afetar a produtividade dos animais, sendo uma das principais o estresse térmico, causado por condições ambientais adversas à fisiologia (NASCIMENTO et al., 2013).

O estresse calórico nos bovinos, quando a umidade relativa e a temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, causa elevação da TC devido à dificuldade na dissipação do calor, prejudicando diretamente o desempenho produtivo (SILVA et al., 2012).

Vacas leiteiras lactantes apresentam um aumento na taxa de calor metabólico. Além disso, a precariedade das instalações implica nas condições ambientais afetando diretamente a temperatura corporal, proporcionando diminuição na ingestão de matéria seca, fatores que afetam a produtividade. São problemas que incidem diretamente no bem-estar desses animais, que levam ao comprometimento da saúde, produção e qualidade (RODRIGUES; SOUZA; PEREIRA FILHO, 2010).

Segundo Perissinotto, Moura e Cruz (2009), os fatores fisiológicos que podem ser observados para determinação da tolerância dos animais ao estresse térmico são a temperatura retal, que pode ser influenciada pela idade, raça, estado fisiológico, hora do dia, ingestão de alimentos e água; temperatura ambiente; velocidade do vento e estação do ano. Os autores também afirmam que, em decorrência ao desconforto térmico, a ingestão de energia metabolizável é afetada, causando uma menor produção de leite.

Oliveira et al. (2013) afirmam que a diminuição da ingestão de matéria seca ocasionada pelo estresse térmico altera a proporção de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, o que altera a composição proteica do leite.

Animais que são mantidos dentro da zona de conforto térmico e sob condições favoráveis sem a necessidade da demanda de mecanismos termorreguladores, obtêm uma eficiência produtiva maior que aqueles que se encontram em condições desfavoráveis (PORCIONATTO et al., 2009). Os parâmetros fisiológicos de temperatura superficial da pele e do úbere e temperatura retal sofrem influência no período do dia, visto que à tarde a temperatura do ar é frequentemente mais elevada que o período da manhã, ocasionando elevação dessas variáveis fisiológicas (RODRIGUES; SOUZA; PEREIRA FILHO, 2010).

O desempenho dos animais é fortemente afetado pela temperatura ambiente, visto que esta influencia na transferência de calor, fato que provoca um desbalanço térmico entre o animal e o ambiente em que este se encontra. Em condições normais o animal perde calor para o ambiente (BARNABÉ et al., 2015) e até mesmo os animais que apresentam boa capacidade para dissipar calor precisam de sombra natural ou artificial para se proteger da radiação solar direta. Esses elementos combinados à umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento e temperatura do ar provocam um grande estresse térmico nos animais, que é acentuado em regiões tropicais (DIKMEN; HANSEN, 2009; SOUZA et al., 2010).

O estresse térmico causado pelo calor pode ser mitigado com a utilização de técnicas como de: sombra, resfriamento evaporativo (DOMINGOS et al., 2013; LEGRAND et al., 2011), uso de ventilação forçada ou o uso combinado dessas técnicas (ANDERSON et al., 2013). O sombreamento cria um microclima, pois bloqueia a incidência de raios solares nos animais, fator que favorece a diminuição do desconforto térmico, pois não haverá incidência direta. Segundo Schutz et al. (2009) e Oliveira et al. (2009), vacas holandesas preferem estruturas que forneçam maior proteção contra a radiação solar.

Schutz et al. (2010) encontraram em seus estudos que vacas com maior área sombreada permaneceram o dobro tempo na sombra do que aquelas que tinham menor área.

2.3 Composição do leite

Conhecer a composição do leite permite determinar as propriedades organolépticas e industriais, fatores que estão diretamente ligados a qualidade. O leite que apresenta baixa contagem de células somáticas está relacionado a um manejo correto dos animais, fato que a indústria vem valorizando, pois possibilita a produção com qualidade superior, aumentando o rendimento na produção de derivados e maior vida de prateleira (ALMEIDA et al., 2013).

Segundo Porcionatto et al. (2009), alguns fatores da produção leiteira são diretamente afetados pelo estresse térmico, um deles é a composição do leite, por meio da diminuição nos teores de gordura, proteína, cálcio, lactose, ácido cítrico e potássio.

A Instrução Normativa N° 76, de 26 de Novembro de 2018, referente aos parâmetros físico-químicos que o leite cru refrigerado deve atender, define: teores mínimos de gordura de 3,0%, proteína 2,9%, extrato seco desengordurado de 8,4% e sólidos totais de 11,4% (BRASIL, 2018).

O constituinte químico do leite que apresenta maior variação durante o período lactante das vacas é a gordura. Esta variação pode ser causada por condições climáticas adversas à fisiologia, manejo nutricional e fatores genéticos (REIS et al., 2013).

Os principais indicadores da qualidade do leite são a contagem de células somáticas (CCS), presença de resíduos e os constituintes químicos (gordura, proteína, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado e ureia). Maior atenção para esses fatores se dá para que o produto seja seguro para o consumidor, estimulando-o a comprar e mantendo o mercado competitivo entre os que produzem (ANDRADE et al., 2014).

2.4 Conforto térmico em vacas leiteiras e a composição do leite

Animais de alta produção geram mais calor metabólico, ficando mais susceptíveis ao estresse térmico, e assim afetando diretamente o metabolismo da glândula mamária e a composição do leite. A susceptibilidade ao estresse térmico é uma consequência da sua especialização à produção leiteira e alta eficiência na utilização do alimento.

Segundo Fagan et al. (2010), a concentração de sólidos totais do leite no verão foi menor do que nas demais estações. Alberton et al. (2012), também comprovaram que a concentração de sólidos totais foi maior no outono, seguido pelo inverno, primavera e verão, podendo afirmar que a produtividade e qualidade nessas estações são melhores.

O maior teor de gordura no leite foi encontrado por Stelzer et al. (2009) durante o período de ordenha da tarde, no qual a produção de leite é menor, em contraponto, a produção de leite durante a ordenha da manhã foi maior, em consequência ao período de descanso noturno. Almeida et al. (2013) comparou a concentração de gordura no leite de vacas Girolando durante o período da tarde com climatização, apresentando-se maior em comparação ao sistema sem climatização.

O leite de melhor qualidade possui maior quantidade de sólidos totais (carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e sais minerais) e menor concentração bactérias (ALBERTON et al., 2012), proporcionado à indústria um maior rendimento de derivados e, proporcionam ao consumidor uma melhor experiência sensorial.

3. Discussão

Com a maior procura de produtos com qualidade superior, a indústria vem buscando produtores que possam oferecer um leite com maior teor de sólidos totais, dado que está diretamente relacionado à qualidade do leite e ao rendimento de derivados lácteos, como queijos, iogurtes, manteigas etc. Rhoads et al. (2009) relacionaram a diminuição de até 36% na produção leiteira pela menor ingestão de alimentos a alterações fisiológicas para dissipação de calor causadas pelas altas temperaturas do ambiente.

A composição do leite está relacionada a diversos fatores, dentre eles pode-se destacar a idade da vaca, raça, nutrição, período da lactação, época do ano, temperatura ambiente, bem-estar e o estresse térmico. Segundo Nakamura et al. (2012), em situações de estresse ocorre uma diminuição no consumo de alimentos, pois vacas em estresse térmico passam a ingerir menos alimentos e aumentam o consumo de água, que leva a uma alteração na proporção de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, dentre eles diminui a proporção de ácido propiônico ocasionando menores teores de proteínas e também há uma proporção de ácido acético disponível causando redução na quantidade de gordura no leite. Alberton et al. (2012), relacionam a diminuição do teor de proteínas totais e caseínas do leite aos períodos mais quentes do ano.

Como método de proporcionar maior conforto térmico às vacas, existe a utilização de sombras tanto artificiais (tela de sombreamento, construções de alvenaria etc.) quanto naturais (árvores). Barbosa et al. (2004) apontaram maiores teores de gordura e proteínas no leite de vacas que se encontravam à sombra em relação aquelas que permaneciam no sol.

Almeida et al. (2013) realizaram um experimento com diferentes tempos de climatização no curral de espera. Os tratamentos eram 10, 20 e 30 minutos, e não obtiveram diferença estatística ($P > 0,05$) em relação aos componentes do leite (gordura, proteína e sólidos totais) em comparação com as vacas que não tiveram climatização no período da manhã. Os autores relacionaram a falta de resposta significativa em relação a composição do leite ao pouco tempo em que esses animais passaram em ambiente climatizado. Entretanto, no mesmo experimento, também evidenciaram que a produção de leite nos tempos de 20 e 30 minutos foi maior do que do controle (sem climatização) e também estas mesmas vacas tiveram maior tempo de ruminação, visitas ao cocho e bebedouro, o que corrobora com a ideia de que as vacas devem sempre estar em equilíbrio térmico para que não afete sua produção e a qualidade do leite, visto que quando equalizado não haverá gastos energéticos com mecanismos fisiológicos de controle térmico.

Durante o período entre a ordenha da tarde e a ordenha da manhã do outro dia há uma maior quantidade de leite, o que acaba diluindo os sólidos, sendo assim, quanto maior a produção de leite menor será a quantidade de gordura encontrada na composição do leite. Além do fator tempo e produção, o teor de gordura é influenciado pela raça da vaca, idade, fatores ambientais e, principalmente, nutrição.

O principal limitante da incorporação de elementos que melhoraram o bem-estar de vacas leiteiras é o custo, visto que boa parte da produção leiteira vem de pequenos produtores com baixo nível tecnológico. Entretanto, há maneiras de se melhorar com o uso de sombrites e árvores, que bem posicionados nas propriedades demonstram um ganho significativo de produção e qualidade do leite. Além dos fatores de estresse, é necessário lembrar que os animais necessitam de uma rotina bem ordenada e pessoas treinadas para o manejo diário, fator que influencia muito na produção leiteira, pois é necessário tratar os animais com calma, paciência e não utilizar força física, muitas vezes apenas de se treinar os funcionários o desempenho da propriedade já pode ser melhorado.

4. Conclusão

Conforme os dados apresentados, é possível concluir que o conforto térmico proporcionado a vacas leiteiras influencia substancialmente na composição do leite produzido, pois irá manter as condições fisiológicas normais, o que promove menor gasto energético com mecanismos de regulação térmica, proporcionando uma maior produção de leite e melhor qualidade.

Referências

- ALBERTON, J. et al. Estudo da qualidade do leite de amostras obtidas de tanques de resfriamento em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, Umuarama, v. 15, n. 1, p. 5-12, 2012.
- ALMEIDA, G. L. P. et al. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 892-899, 2013.

ANDERSON, S. D. et al. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and lying behavior of lactating dairy cows in a semiarid climate. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 96, n. 7, p. 4738-4750, 2013.

ANDRADE, K. D. et al. Qualidade do leite bovino nas diferentes estações do ano no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Goiânia, v. 21, p. 213-216, 2014.

ARCARO JUNIOR, I. et al. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera do leite climatizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 350-354, 2003.

BARBOSA, O. R. et al. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.

BARNABÉ, J. M. C. et al. Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 5, p.481-488, 2015.

BOND, G. B. et al. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.42, n.7, p.1286-1293, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76 de 26 de novembro de 2018. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, p. 6-11, seção 1, 30 de dezembro de 2011.

COLAK, A. et al. Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. New York, v. 91, p. 4244 – 4252, 2008.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in subtropical environment? **Journal of Dairy Science**. New York, v. 92, p. 109-116, 2009.

DIKMEN, S. et al. Heritability of rectal temperature and genetic correlations with production and reproduction traits in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 95, n. 6, p. 3401-3402, 2012.

DOMINGOS, H. G. T. et al. Effect of shade and water sprinkling on physiological responses and milk yields of Holstein cows in a semi-arid region. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 154, n. 1, p. 169-174, 2013.

FAGAN, E. P. et al. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 309-316, 2010.

FERREIRA, G. A.; ZIECH, E. R.; GUIRRO, C. B. P. Bem-estar de bovinos leiteiros: revisão literatur. **Veterinária em Foco**, Canoas, v. 10, n. 2, p. 195-209, 2013.

FERREIRA, J. M. et al. Características termorregulares em vacas leiteiras Holandês/Gir de diferentes composições genéticas. In: IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, 4, 2017, Anápolis, 2017. **Anais...** Anápolis: UEG, 2018. p. 1-9. Disponível em: <<http://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/10353>>. Acesso em: 07/04/2019.

GARCIA, A. R. et al. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira de Brasília**, Brasília, v.46, n.10, p.1409-1414, 2011.

LEGRAND, A. et al. Using water to cool cattle: Behavioral and physiological changes associated with voluntary use of cow showers. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 94, n. 7, p. 3376-3386, 2011.

LINHARES, A. S. F. et al. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **Agropecuária Científica no semiárido**, Campina Grande, v.11, n.2, p.27-33, 2015.

MATA-e-SILVA, A. C. et al. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.65, n.6, p. 1767-1772, 2013.

NAKAMURA, A. Y. et al. Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 103-108, 2012.

NASCIMENTO, M. R. B. M. et al. Perfil dos hormônios tireoidianos de vacas das raças Guzerá e Holandesa em ambiente tropical. **Bioscience Journal**, Darmstadt, v. 29, n. 1, p. 179-184, 2013.

OLIVEIRA, E. C. et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção de bovinos de leite no município de marilândia- ES. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 913-921, 2013.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Piracicaba, v. 30, n. 1, p. 135-142, 2009.

PORCIONATTO, M. A. F. et al. Influência do estresse calórico na qualidade e na produção de leite. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 483-490, 2009.

REIS, C. B. M. et al. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. **BMC Veterinary Research**, London, v. 9, p. 1-7, 2013.

RHOADS, M .L. et al. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. production, metabolism, and aspects of circulating somatotropina. **Journal of Dairy Science**, New York, v.92, n. 5, p. 1986-1997, 2009.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 14-22, 2010.

SILVA, E. C. L. et al. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v.31, p.295-302, 2009.

SILVA, I. M. et al. Análise espacial das condições térmicas do ambiente pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 903-909, 2012.

SOUZA, B.B et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

SCHUTZ, K. E. et al. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. **Applie Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 6, n.1, p. 28-34, 2009.

SCHÜTZ, K. E. et al. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 93, n. 1, p. 125-133, 2010.

STELZER, F. S. et al. Desempenho de vacas leiteiras recebendo concentrado em diferentes níveis, associado ou não a própolis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Campina Grande, v. 38, p. 1381-1389, 2009.

Bem-estar de bovinos de corte em confinamento para terminação Beef cattle welfare in feedlot for finishing

Estêvão Pioto Pegorin; Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto

1- Introdução

A demanda por proteína animal se mostra em uma fase crescente, decorrente do aumento da população mundial, o que pressiona a produção animal para atender a esse nicho de mercado. Por isso, a criação de animais está se direcionando para obter rendimentos máximos que a composição genética e precisão nutricional permitem, influenciando na criação de animais em confinamento.

No Brasil, a pecuária se caracteriza pela produção em sistemas extensivos, ou ao menos semi-intensivo para realizar as fases de cria e recria a pasto. Já para a fase de terminação busca-se algo mais intensivo e eficiente, fazendo a transição dos bovinos para o ambiente de confinamento, o que pode implicar em diversas alterações na vida dos animais em um curto período de tempo, como: a mudança na dieta e no regime alimentar, reagrupamento social, redução do espaço disponível por animal, alojamento em grandes grupos, maior exposição a condições climáticas extremas.

Decorrente a isso, o bem-estar animal, que pode ser definido como o fornecimento de condições ambientais em que os animais podem exibir todos os seus comportamentos naturais na natureza, começou a ganhar importância nos últimos anos. Trata-se de um conceito importante e demandado para os avanços da bovinocultura de corte, principalmente em sistemas em que a intensificação de produção se faz presente, como a terminação de bovinos em confinamentos. Esse sistema é uma das formas para melhorar os índices produtivos e econômicos da propriedade, mesmo demandando investimentos de alto risco econômico, porém, se não bem planejado esse desconforto de mudança comprometerá o bem-estar animal.

Atualmente, os profissionais atuantes nos setores do agronegócio, em enfoque na pecuária, estão mais conscientes sobre a implantação e

asseguração do bem estar animal, quando se utiliza de uma intensificação com foco em eficiência produtiva. Porém, ainda há grande parte dos animais terminados em confinamentos que passam por problemas de adaptação em sua troca de sistema causando queda na produção.

Com isso, o objetivo deste trabalho será realizar uma revisão de literatura que elencará informações sobre planejamento e dimensionamento estrutural do ambiente de confinamentos para terminação com vistas ao bem-estar animal.

2. Desenvolvimento

A revisão bibliográfica foi analítica, temporal, de atualização e bibliográfica. Foi proposta com artigos científicos de estudo e revisões publicados no período de 2008 a 2018, indexados nas bases: Google Acadêmico, jornal da ciência animal, teses de doutorado e em sites oficiais do governo, utilizando como palavras chave: animais confinados, bem-estar, confinamento, terminação. Com isso, esse documento foi redigido com base em ações que levam a um melhor bem estar de bovinos confinados para terminação.

2.1 Adequações do bem-estar em confinamentos como sistema de produção

Segundo a *Food & Agriculture Organization* das Nações Unidas (2009) a previsão para o ano de 2050 será uma população de aproximadamente 9,5 bilhões de habitantes, o que simultaneamente incorrerá em aumentos consideráveis no consumo de alimentos de origem animal. Por isso, atentar-se no equilíbrio em um sistema de produção para que siga fatores que possibilitem o alcance desse mercado com sustentabilidade em certo prazo, como administração ambiental, viabilidade econômica e responsabilidade se faz necessário (CAPPER; HAYES, 2012).

Para tal abastecimento, a popularização dos confinamentos modernos expande a cada ano. O número de animais é muito mais elevado por unidade de área do que em extensões naturais. Além disso, dentro de áreas confinadas,

o gado reduz suas distâncias de caminhada para alimentação e, portanto, precisa de menos ração para transformar em kg de carne devido à economia no gasto energético (HUBBS, 2010).

Atentos a essas mudanças para a intensificação, consumidores estão cada vez mais preocupados com o bem-estar dos animais abatidos. A demanda por altos padrões de bem-estar animal no fornecimento de alimentos não apenas beneficia os animais envolvidos, mas também aumenta a eficiência e rentabilidade da produção, atende às expectativas do consumidor e satisfaz os mercados doméstico e internacional (AGUAYO-ULLOA et al., 2014).

Com isso, a transferência de bovinos criados em pastagens para um o ambiente de confinamento está se tornando mais comum dentre os produtores, para fazer com que através de uma dieta altamente nutritiva eles cresçam mais rapidamente. Porém, essa troca abrupta de ambiente pode causar aos animais certos desconfortos, como interações agressivas relacionadas à dominância de alguns animais, ocorrendo mais em currais com muitos animais; problemas respiratórios e dérmicos devido à terra solta, que tem o potencial para tornar-se empoeirado em condições secas e problemas de casco devido a épocas com o solo molhado (WILLSHIRE, 2009).

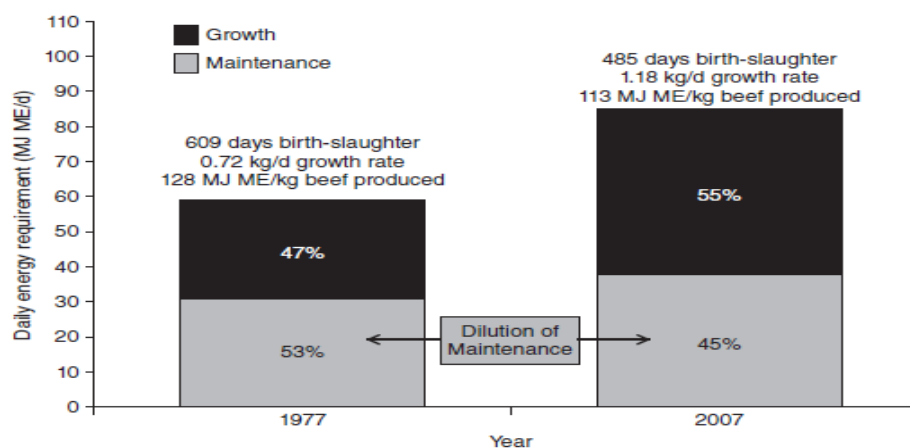
Blackwell (2015) cita que o confinamento se baseia na delimitação dos animais em um ambiente artificial, onde serão obrigados a consumir uma dieta pré-determinada para fins de produção. A instabilidade da produção forrageira é um dos maiores fatores que inferem na transição de ambiente desses animais. Além disso, consumidores do mercado interno e de exportação exigem oferta constante de carne bovina, resultando em pressão para fornecer em quantidade durante todo o ano.

Para isso, ao chegar ao ambiente de confinamento, é ideal que o gado passe por um processo chamado 'indução'. Isso envolve a coleta de detalhes importantes, como raça, idade, sexo e peso, para que com tais atributos semelhantes possam ser alojados juntos. Colocação de brincos, vacinações, injeções de vitaminas e o tratamento para parasitas internos/externos também podem fazer parte desse protocolo inicial, dependendo dos requisitos do cliente (BLACKWELL, 2015).

O espaço ofertado por animal dentro das baias deve ser suficiente para que possam exibir seus comportamentos naturais, ter acesso livre à água limpa e fresca, e ao alimento *ad libitum*, esse, formulado para ser nutricionalmente equilibrado para sua manutenção, produção e saúde, garantindo que as perturbações digestivas sejam minimizadas. O peso final depende do destino de mercado, o que influencia no tipo de dieta fornecida, e no número de dias em que o gado irá ficar confinado, geralmente em torno de 50 a 120 dias (BLACKWELL, 2015).

Os bovinos possuem uma manutenção diária de exigências nutricionais que estão correlacionadas a sua produtividade (rendimento de carne e taxa decrescimento), dessa forma, em estudos comparativos sobre o confinamento de bovinos entre 1977 e 2007, observaram uma redução da exigência de manutenção na alimentação (19%), terra (33%), água (12%) e emissões de GEE (16%) e melhorias de produtividade dentro desta indústria. Neste caso, o impacto ambiental foi reduzido por uma interação entre maiores pesos de abate (607 kg vs. 468 kg) e maior rapidez taxas de crescimento (1,18 kg / d vs. 0,72 kg / d) em 2007, comparadas com 1977 (Figura 1). (CAPPER, 2011a).

Figura 1 – Comparação da exigência de manutenção dos bovinos confinados entre os anos de 1977 e 2007.



Fonte: Capper (2011a)

Freqüentemente, em confinamentos há uma oportunidade mínima para o gado exibir um comportamento normal devido a limitações de espaço e

um ambiente estéril. Quando um animal tem a capacidade de realizar o seu comportamento natural, isto terá efeitos positivos em longo prazo no bem-estar e o animal irá lidar melhor em situações sociais e estressantes. O comportamento “natural” pode ser um estressor em si, como quando os touros inteiros são confinados com fêmeas e a monta se torna comum, o que leva ao protocolo de separação dos lotes por sexo no início do confinamento (VON SEYDLITZ, 2015).

Durante os últimos 10 anos, os regulamentos nacionais e internacionais de bem-estar aumentaram tremendamente para incluir elementos que estão além da sobrevivência básica dos animais, especialmente dos animais de fazenda. Iniciativas práticas, eficazes e econômicas devem ser implementadas no setor agrícola para alcançar mais do que apenas sobrevivência de um animal, mas também bem-estar. Esses novos elementos são freqüentemente compilados no Modelo de Cinco Domínios que resume as Cinco Liberdades em domínios físicos / funcionais, ou seja, "nutrição", "meio ambiente", "saúde", "comportamento" e "mental". (MELLOR, 2016).

Bem-estar animal é definido diferentemente por muitos, mas em geral descreve a condição ambiental em que um animal vive. KOKNAROGLU e AKUNAL (2013) resumiram várias definições e sintetizaram o bem-estar animal como "fornecimento de condições ambientais em que os animais podem exibir todos os seus comportamentos naturais como na natureza". O bem-estar animal é explicado pelas "Cinco Liberdades" que devem indicar sua vida como "o mais livre possível de" experiências negativas como: sede, fome, desconforto, dor, medo, angústia, desnutrição, doenças e ferimentos (MELLOR, 2016).

O bem estar se estende tanto a saúde física como a mental dos animais. Alguma dor ou angústia é considerável inevitável na pecuária, mas o objetivo é de minimizar essa ocorrência através de um melhor controle de doenças, escolha certa dos animais que melhor se adaptam a aquele ambiente, homogeneidade de lotes e sexo, proteção física de intempéries climáticas. Ao avaliar qualquer problema de bem-estar, é necessário considerar a

intensidade e a duração o sofrimento, o número de animais envolvidos e as alternativas para promover o bem estar (BLACKWELL, 2015).

2.2 Características que interferem no bem-estar

O gado bovino é tradicionalmente gerenciado ao ar livre, onde são expostos a condições ambientais naturais e variáveis. A regra da termodinâmica, como explicado por Koknaroglu e Akunal (2013), é onde o desempenho dos animais de criação depende da quantidade de energia consumida e da quantidade de energia utilizada para a manutenção. Os requisitos de energia e o consumo de ração dependem do meio ambiente e, por fim, influenciam o desempenho e o bem-estar da produção animal.

O espaço por animal em confinamento é crucialmente importante tanto durante o período de crescimento quanto no transporte (KOKNAROGLU; AKUNAL, 2013), pois afeta o desempenho produtivo e o estado de saúde do animal. Os confinamentos recomendam um espaço entre 10 e 15 m² por animal para o animal viver sem estresse (VON SEYDLITZ, 2015). Um aumento do comportamento de deitar indica bom bem-estar, porque uma maior frequência de deposição mostra uma boa estrutura da baia e densidade de estocagem (ITO et al., 2009).

Taylor et al. (2010b) revisou sobre medidas preventivas usadas como um pré-condicionamento, com o objetivo de reduzir estressores, minimizar o desafio do patógeno, aumentar a imunidade e controlar os fatores ambientais que reduzem as defesas das vias aéreas superiores. Durante esse período, eles devem ser “processados” (vacinados, desparasitados, injeções de vitaminas) cerca de 4 a 6 semanas antes da entrada no confinamento para garantir a imunidade.

Mader (2011) observou que quando um confinamento está sendo construída, a característica primordial a se atentar é o trabalho de terraplanagem. Recomenda-se ter declive entre 2 a 4% para o lado oposto aos bebedouros e comedouros, para que a drenagem da água e resíduos seja o mais rápido possível.

Para Willshire e Bell (2009) um bom desenho de confinamento poderá sanar a grande maioria dos problemas susceptíveis aos animais que ali irão ser confinados, algo incluindo o tipo de solo e boa drenagem, ajudará a controlar esses problemas. Pulverização de água durante as condições de seca amenizaria problemas respiratórios. O fornecimento de sombra, natural ou não, também ajudará a limitar o estresse por calor e conseqüentemente perca de energia no processo homeostático.

Uma doença comum em confinamentos é a Doença Respiratória Bovina (BRD) e pode incluir "febre do transporte", "Pneumonia enzoótica da panturrilha" e a doença respiratória bovina complexa (BRDC). As causas de tais doenças nos bovinos podem gerar diminuição de ganhos de peso, diminuição da utilização de alimentos, diminuição qualidade da carcaça e aumento dos custos de profilaxia e terapia, levando a enormes perdas econômicas. Uma pesquisa da Indústria de carne bovina dos EUA constatou que 14,4% dos bovinos colocadas em confinamentos dos EUA adquiriram a doença e é responsável 50 a 70% desse valor de todos os óbitos em confinamento (Edwards, 2010). Os custos diretos e indiretos foram estimados em US \$ 92 (SCHNEIDER et al., 2009).

A moderação de climas extremos através da construção de estruturas adequadas é fundamental, porém problemas com a competência dos projetos de construção, em que um ou mais recursos não se destina a protegê-los é comum. A inclinação do piso e superfícies que não são competentes pode levar ao agrupamento de resíduos, aumentar os níveis de umidade em uma instalação, assim aumentar os números de gado sujo e contribuir para problemas de casco. As perdas não serão diminuídas até a fonte de o problema original ser corrigido (EBLEX, 2013).

O manejo de dejetos é um fator crítico no sucesso do confinamento. Em base, um animal de 450 kg produz cerca de 5-6% do peso vivo como estrume cada dia, com 85-90% deste sendo água e 10-15% sendo material sólido (BLACKWELL, 2015).

Segundo uma pesquisa de (MCKEITH et al., 2012) em que coletou dados no ano de 2011 de oito grandes plantas de abate de bovinos de corte

localizado no oeste do Kansas, Panhandle do Texas, Colorado, e Califórnia, 51% dos animais que chegavam para o abate estavam sujos, desses, 24% apresentavam sujeira até a barriga e 15% tinham lama ou estrume do lado de seus corpos. Estas são as principais áreas nos EUA, onde bovinos de corte são alimentados em confinamentos ao ar livre.

Sistemas de pontuação estão disponíveis através dos protocolos da Welfare Quality (2012) em que são atribuídos (1) animais limpos, (2) pernas sujas, (3) pernas e barriga sujas, e (4) pernas/barriga/lado do animal sujos. Em algumas ferramentas de avaliação, um animal limpo é dado uma pontuação de zero.

Dois fatores podem ser ajustados para que os animais se mantenham limpos mesmo estando em confinamentos ao ar livre adequadamente: uma densidade de estocagem correta e construir elevações para que o gado se deite. Isso vai variar dependendo da quantidade de chuva. Em áreas de baixa pluviosidade, a mínima absoluta densidade de lotação é de 10 m²/ animal por animal. Em áreas com maior pluviosidade, pode ser de 30 a 60 metros quadrados (MADER; GRIFFIN, 2015).

Para Blackwell (2015) as taxas de lotação baseiam-se pelo peso dos animais e o ambiente. Recomenda-se 9 a 15 metros quadrados por UA (600 kg de peso vivo) para confinamentos convencionais, porém tendo plantas que chegam perto de 25 m²/animal.

De acordo com Chris Reinhardt de *Kansas State University*, lama profunda com mais de 30 cm aumenta a conversão alimentar em 25% (THOMAS, 2013). Sweeten et al. (2014) afirma que 11 a 20 cm de lama aumentarão a conversão alimentar em 13% e diminuir o consumo de ração de 8% para 15%.

A gestão é de suma importância no controle e prevenção do estresse por calor em confinamentos, inúmeros fatores podem ocasionar desequilíbrio homeostático, como altas temperaturas com altas umidades; falta de sombra principalmente aos animais com maior quantidade de gordura subcutânea (geralmente acima de 100 dias de alimentação) e bovinos de cor escura; altas taxas de estocagem animal e grande quantidade

de esterco fermentativo. Os resultados do estresse térmico diminuem o consumo de ração, diminuem ganhos de peso e maior susceptibilidade a doenças. Identificação precoce de fatores que podem levar ao estresse térmico é fundamental na prevenção um conjunto de eventos em cascata (BLACKWELL, 2015).

A exposição a alta temperatura ambiental afeta tanto o comportamento quanto a fisiologia do gado. O gado desenvolve estresse térmico e seu desempenho é afetado negativamente, especialmente durante a fase de terminação em um confinamento. O estresse térmico em um confinamento ocorre quando o ganho total de calor corporal excede a capacidade do animal de dissipar o calor corporal (SULLIVAN et al., 2011).

Para Mader (2011) extremidades de temperaturas e umidade requerem maiores exigências energéticas aos animais, podendo afetar o desempenho do confinamento. O método mais fácil para determinar se os animais estão passando por estresse térmico é pela respiração ofegante (GAUGHAN et al., 2008). Quando os animais estão em suas baias o primeiro sinal de estresse térmico intenso é a respiração com a boca aberta, seguido pela extensão da língua. Quanto mais a língua é estendida, maior a temperatura corporal interna (MADER; GRIFFIN, 2015; GAUGHAN, 2008; MADER; KUNKLE, 2014).

Em média 5000 cabeças de gado são perdidas a cada ano devido ao estresse térmico. As perdas por estresse térmico são mais prováveis de ocorrerem com uma combinação de altas temperaturas, alta umidade e baixa movimento de ar (MADER; KUNKLE, 2014).

As respostas comportamentais do gado, quando submetido a uma carga de calor sem sombra, são uma diminuição no consumo de ração, aumento no consumo de água e mais tempo gasto deitado. Quando o sombreamento estiver disponível, o gado fará uso da sombra, aumentará o consumo de alimento, diminuindo seu tempo na água e reduzir seu tempo de repouso (SCHÜTZ et al., 2014). Sullivan et al. (2011) verificaram que o gado em currais não sombreados apresentou menor ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS) e peso menor que aqueles com acesso a sombra.

O sombreamento, que é um recurso valioso para o gado, cobriu um terço de toda a baía, que é de 3.75 m² de sombra / animal/ individual. Sullivan et al. (2011) relataram que melhorias no bem-estar ocorreram quando o gado confinado tem mais de 3,30 m² por indivíduo. O gado utilizou a área sombreada mais frequentemente do que a área não sombreada, especialmente quando a temperatura ambiente e a radiação solar aumentaram o que também foi relatado por outros pesquisadores (SCHÜTZ et al., 2009; SCHÜTZ et al., 2010; SCHÜTZ et al., 2014). O gado começou a usar a sombra das 8h00 da manhã nos dias quentes e 11h00 da manhã nos dias mais frios até as 17h00 ou até mais tarde. Em dias muito quentes, com uma temperatura acima de 35 °C, o gado estava se alimentando ou bebendo, ou estava em pé ou deitado na sombra, mas muito poucos estavam na área não sombreada da baía. As estações meteorológicas instaladas nas duas áreas mostraram uma temperatura mais baixa de 2 °C na sombra em comparação com a área solar direta.

A implantação de sombra suficiente para cobrir todos os animais é importante. Mader e Kunkle (2014) mostrou em seu estudo o valor adequado de 3,3 m² de sombra por animal. Porém, a quantidade necessária dependerá exclusivamente do tamanho dos animais. Sempre predispostas na orientação norte-sul, o que permite com que a sombra se mova e mantenha a superfície do solo seca. As tonalidades devem ser claras em uma altura de 3 a 3,5 metros.

Os cochos cobertos proporcionam maior conforto ao gado quando se alimentam, além da proteção da ração por danos climáticos. O espaçamento também influenciará no bem-estar, sendo recomendado de 25 a 30 cm/cabeça bezerros até 400 kg e 38 a 46 cm de cocho por cabeça para animais acima disso (BLACKWELL, 2015).

Um bom acesso à água potável é uma importante parte da avaliação da Qualidade do Bem-Estar (2009) para bovinos de corte. Ela pode aumentar significativamente durante o tempo quente e as instalações devem fornecer fluxo suficiente para manter bebedouros cheios nos dias mais quentes em que o consumo pode variar de 45 a 90 Litros por

animal/dia (AUSTRALIAN CATTLE STANDARD WORKING GROUP, 2013).

3. Discussão

Estudos de projeções sobre o crescimento populacional indicam um aumento de 2 bilhões de pessoas até o ano de 2050 (FOOD & AGRICULTURE ORGANIZATION OF NAÇÕES UNIDAS, 2009), o que acarretará diversas mudanças e adequações em todos os setores que inferem na sustentação dessa nova população.

O confinamento se torna uma resposta rápida e viável para oferecer respaldo a essa rápida e elevada projeção, pois em apenas um local pode otimizar em um número mais elevado de animais por área, eficiência e exatidão na alimentação, diminuição da exigência de terras, economia de água, maior controle zootécnico e sanitário (CAPPER, 2011a).

Em virtude a isso, a exigência por um adequado bem estar animal em relação aos consumidores se intensifica. Ele beneficia os animais envolvidos, mas também aumenta a eficiência e rentabilidade da produção, atende às expectativas do consumidor e satisfaz os mercados doméstico e internacional (AGUAYO-ULLOA et al., 2014).

Dentre os fatores que atendam o bem estar animal, (BLACKWELL, 2015) elencou em: espaço suficiente para que possam exibir seus comportamentos naturais; ter acesso livre à água limpa e fresca; alimento *ad libitum*, esse, formulado para atender suas exigências; ser imunizado de problemas sanitários e que lhes tragam dor e angústia; conforto térmico; sem ocorrência de brigas por hierarquia; proteção mínima de fatores ambientais, entre outros.

O espaço por animal em confinamento é crucialmente importante durante toda sua estadia (KOKNAROGLU; AKUNAL, 2013). Para Von Seydlitz (2015) a recomendação de espaço seria entre 10 e 15 m² por animal para o animal viver sem estresse. Similar, porém mais detalhado, Mader e Griffin (2015) diz em seu estudo que, áreas de baixa pluviosidade, a mínima absoluta densidade de lotação é de 10 m²/animal por animal e em áreas com

maior pluviosidade, pode ser de 30 a 60 metros quadrados. No mesmo afinco (BLACKWELL, 2015) se baseou na taxa de lotação pelo peso dos animais e o ambiente, recomendando de 9 a 15 metros quadrados por UA (600 kg de peso vivo) para confinamentos convencionais, porém tendo plantas que chegam perto de 25 m²/animal.

Influenciado pela taxa de lotação, os problemas ocasionados pela má escolha do piso geram problemas aos animais em todas as épocas do ano, sendo pela formação de lama e dejetos durante épocas chuvosas, em que um animal de 450 kg produz cerca de 5-6% do peso vivo como estrume cada dia, com 85-90% deste sendo água e 10-15% sendo material sólido (BLACKWELL, 2015). E problemas respiratórios devido à poeira em épocas secas causando a Doença Respiratória Bovina (BRD) que refletiria diretamente na diminuição da ingestão, e conseqüentemente na defasagem de ganho de peso e qualidade da carcaça, como também o aumento dos custos de profilaxia e terapia, levando a enormes perdas econômicas (EDWARDS, 2010).

Para tais problemas, Mader (2011) recomenda um declive entre 2 a 4% para o lado oposto aos bebedouros e comedouros, para que a drenagem da água e resíduos seja o mais rápido possível. Pois em estudos comparativos, Thomas (2013) afirma que a lama profunda com mais de 30 cm aumenta a conversão alimentar em 25%. Já Sweeten et al. (2014) afirmam que 11 a 20 cm de lama aumentarão a conversão alimentar em 13% e diminuirão o consumo de ração de 8% para 15%. Ambos concordam que os animais terão reflexos de problemas de casco, como a laminite.

Em média 5000 cabeças de gado são perdidas a cada ano devido ao estresse térmico (MADER; KUNKLE, 2014). Para isso o sombreamento, é um recurso valioso para o gado, e deve se estender cerca de 3 m² de sombra / individual, segundo Sullivan et al. (2011). Já (GAUGHAN 2008) mostrou em seu estudo o valor adequado de 3,3 m² de sombra por animal.

4. Conclusão

É necessário se considerar o bem estar animal quando os animais são criados para fins de produção, ofertando-lhes bem-estar térmico e em um ambiente que resultam em baixos níveis de estresse. A demanda por proteína animal aumentou e a demanda por padrões mais rigorosos de bem estar animal durante sua produção está sendo exigida por seus consumidores. Assim, é de extrema importancia o investimento nas instalações, treinamentos e manejos para assegurar aos animais um bem-estar adequado e conseqüentemente, oferecer-lhes respaldo para um bom rendimento e qualidade de carcaça.

Referências

AGUAYO-ULLOA, L. A. et al. Effect of enriched housing on welfare, production performance and meat quality in finishing lambs: The use of feeder ramps. **Meat Science**, Barking, v. 97, n. 1, p. 42-48, 2014.

AUSTRALIAN CATTLE STANDARD WORKING GROUP. Australian Government, **Review of the Australian Standards for the Export of Livestock Review of the Livestock Export Standards Advisory Group**, Final Report 31 May 2013.

BLACKWELL, W. **Modern Cattle Practice**. Bovine medicine. USA. 3^a edition, p. 3-55, 2015.

CAPPER, J.L. The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 4249-4261, 2011a.

CAPPER, J.L.; HAYES, D.J. The environmental and economic impact of removing growth-enhancing technologies from United States beef production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 3527-3537, 2012.

EBLEX and Dairy Co. www.eblex.org.uk and www.dairyco.org.uk. Thamsborg, S.M., Jorgensen, R.J. and Nansen, P. (1998). Internal parasitism of steers grazing extensively at different stocking rates. **Acta Veterinaria Scandinavia** 39, 311–323.

EDWARDS, T.A. Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 26, p. 273-284, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **How to Feed the World in 2050**. Rome: FAO, 2009.

GAUGHAN, J. B. et al. On a new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 226-234, 2008.

HUBBS, P. D. **The origins and consequences of the American feedlot system** (Doctoral dissertation), 2010. Baylor University, Waco, Texas, EUA.

ITO, K.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Lying behavior: Assessing within-and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4412-4420, 2009.

KOKNAROGLU, H.; AKUNAL, T. Animal welfare: An animal science approach. **Meat Science**, Barking, v. 95, n. 4, p. 821-827, 2013.

MADER, T. L. Mud effect on feedlot cattle, Nebraska beef cattle reports Lincoln. Digital Commons @ University of Nebraska, 2011.

MADER, T. L.; KUNKLE, B. E. Interdisciplinary beef symposium: Animal welfare concerns for cattle exposed to adverse environmental conditions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, p. 5319–5324, 2014.

MADER, T. L.; GRIFFIN, D. Management of cattle exposed to adverse environmental conditions. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 31, p. 247-258, 2015.

MCKEITH, R. O. et al. National Beef Quality Audit 2011: Harvest floor assessments of targeted characteristics that affect quality and value of cattle carcasses and by-products. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 13, p. 5135-5142, 2012.

MELLOR, D.J. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. **Animals**, v. 6, n. 3, p. 21, 2016.

ŠÁROVÁ, R. et al. Graded leadership by dominant animals in a herd of female beef cattle on pasture. **Animal Behaviour**, Washington, v. 79, n. 5, p. 1037-1045, 2010.

SCHÜTZ, K. E. et al. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n.1, p. 125-133, 2010.

SCHÜTZ, K. E.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. A field study of the behavioral and physiological effects of varying amounts of shade for lactating cows at pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 6, p. 3599-3605, 2014.

SCHNEIDER, M.J. et al. An evaluation of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle: Impact on performance and carcass traits using treatment

records and lung lesion scores. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 87, p. 1821-1827, 2009.

SULLIVAN, M. L et al. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 9, p. 2911-2925, 2011.

SWEETEN, J. et al. **Feedlot mounds, beef cattle handbook**. Madison, Wisconsin: Extension Beef Cattle Resource Committee. University of Wisconsin Extension, 2014.

TAYLOR, J.D. et al. The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for preventive measures? **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 51, p. 1351-1359, 2010b.

THOMAS, H. S. Feedlot pen maintenance leads to optimal performance. Disponível em: <www.progressivecattle.com/topics/facilities-equipment/5784-fe2013>. Acesso em: 25 mar. 2019 2013.

VON SEYDLITZ, H. **Feedlot Manager**. Meatco. Personal Communication, 2015.

WELFARE QUALITY®. **Welfare Quality® Assessment protocol for Cattle**. Dalmau, A., Velarde, A. Scott, K., Edwards, S., Veissier, I., Keeling, L., and Butterworth, A. (Eds.), Welfare Quality® Consortium, Lelystad, the Netherlands, 2009.

WILLSHIRE, J.A.; BELL, N.J. An Economic Review of Cattle Lameness. **Cattle Practice**, Glos, UK, v. 17, p. 136-141, 2009.

Influência do transporte no bem-estar e desempenho de bovinos de corte

Influence of transport on welfare and performance of beef cattle

Gabriela Abitante, Prof. Dr. Rodrigo Silva Goulart

1. Introdução

Consumidores ao redor do mundo têm preocupado cada vez mais com a qualidade do manejo dos animais destinados à produção de alimento. Tal comportamento exerce por consequência maior pressão sobre o mercado da carne, exigindo deste a adoção de alternativas que melhorem o bem-estar dos bovinos nas propriedades.

Tendo em vista que o sistema de criação de bovinos de corte no Brasil é dividido em diferentes fases de produção (cria, recria e engorda) e que nem sempre uma mesma propriedade realiza produção de ciclo completo, é comum observar que bovinos são transportados por caminhões ao menos uma vez na vida. Nesse cenário, adoções de práticas de bem-estar no transporte de bovinos torna-se uma estratégia crucial no intuito de melhorar a vida desses animais, visto que esse é um manejo considerado estressante.

As medidas tomadas para melhorar o bem-estar animal baseiam-se em compreender e respeitar o comportamento natural da espécie, adotando práticas de manejo menos estressantes e que conferem maior segurança aos animais e aos trabalhadores, sendo estabelecidos princípios que norteiam tal conceito, conhecidos como as cinco liberdades dos animais. Estas são: 1) Estar livre de fome e sede; 2) Estar livre de desconforto; 3) Estar livre de dor, doença e injúria; 4) Ter liberdade para expressar os comportamentos naturais da espécie; 5) Estar livre de medo e estresse.

Além do ponto de vista ético, observa-se que a adoção de boas práticas de manejo antes e durante o processo de embarque e transporte de bovinos, promove maior desempenho dos animais quando estes são desembarcados em confinamento (COOKE, 2017). Além disso, ao avaliar o manejo pré-abate, melhorias no transporte proporcionam menor ocorrência de lesões,

preservando o rendimento dos cortes cárneos, bem como, a melhora na qualidade da carne e aceitação pelo consumidor. O menor rendimento de carcaça, decorrente das lesões causadas no manejo pré-abate, gera perdas econômicas aos frigoríficos. Assim, acredita-se que a diminuição dessas perdas possibilitaria maior remuneração ao produtor.

Objetiva-se com este trabalho, sugerir alternativas que visam minimizar o estresse de bovinos de corte durante o manejo de embarque e transporte, no intuito de reduzir fatores estressores aos animais, visando maior bem-estar aos mesmos, bem como, garantir maior retorno econômico a toda a cadeia envolvida neste setor.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do transporte de bovinos de corte e sua influência no bem-estar e desempenho animal, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Para a elaboração deste trabalho, foram utilizados artigos em periódicos indexados, sendo uma análise temporal com cobertura do tema no período de 2008 a 2018.

2.1 Embarque

Sabe-se que o nível de estresse durante o embarque irá variar de acordo com as características das instalações de manejo, a experiência e capacitação dos funcionários, qualidade do manejo, tempo de espera (CEBALLOS et al. 2018) e temperamento dos animais (BURDICK et al., 2010).

O embarque de bovinos exige planejamento e organização, começando pela preparação e verificação dos documentos, como a Guia de Trânsito Animal (GTA), nota fiscal do produtor e Documento de Identificação Animal (DIA). A ausência de documentação pode levar o caminhão a longos períodos de espera em postos fiscais, enquanto os animais ficam sob o sol, sem água e sem comida. (PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; SPIRONELLI, A. L. G.; QUINTILIANO, M. H., 2008).

Planejar o embarque também exige atenção quanto a distribuição dos bovinos na propriedade. Animais em pastos distantes devem ser levados para

piquetes próximos ao embarcadouro, com pelo menos um dia de antecedência ao embarque, assim eles estarão descansados para a viagem. Em caso de animais machucados ou debilitados, estes devem se recuperar antes de serem transportados, sendo prática ideal dentro da propriedade se evitar o transporte de animais nessas condições (PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; SPIRONELLI, A. L. G.; QUINTILIANO, M. H., 2008).

Para um bom manejo de embarque, o curral deve ter condições adequadas. Alguns requisitos são: boa iluminação; bebedouro na área de espera; pisos antiderrapantes; corredores e embarcadouro com as laterais fechadas; passarela externa para condução dos bovinos; ausência de lama; tamanho adequado para a quantidade de animais manejados. Esses fatores são importantes para evitar que os animais se assustem e se machuquem, além de contribuir para o trabalho dos funcionários (VALLE, 2011).

É no embarque que será definida a distribuição dos animais nos caminhões, enfatizando, novamente, a importância do planejamento, visto que, caso ocorram falhas, alguns animais não poderão embarcar por falta de espaço, a fim de evitar a superlotação no compartimento de carga. Para acomodar a quantidade correta de bovinos no caminhão, é necessário medir o comprimento dos compartimentos, além conhecer o peso médio dos animais a serem embarcados.

Paranhos da Costa, Quintiliano e Tseimazides (2012), sugerem o uso da tabela a seguir para definir o número de bovinos que deve se embarcar.

Com o intuito de investigar a influência do temperamento sobre respostas fisiológicas no transporte, Burdick et al. (2010) selecionaram e analisaram a reatividade de bovinos por meio do tempo de fuga e escore comportamental, subdividindo os animais em três grupos: calmo, intermediário e temperamental. Mensuraram o cortisol e a epinefrina no plasma sanguíneo antes e após o transporte, bem como monitoraram a temperatura retal dos animais durante toda a viagem.

Tabela 1 – Espaço linear ocupado no compartimento de carga de acordo com o peso vivo dos bovinos.

Peso Vivo	Espaço linear m/ animal
250	0,33
300	0,37
350	0,41
400	0,44
450	0,47
500	0,51
550	0,54
600	0,57
650	0,60
700	0,63
750	0,65
800	0,68
850	0,71
900	0,73
950	0,76
1000	0,78

Fonte: PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; QUINTILIANO, M. H.; TSEIMAZIDES, S. P. **Boas práticas de manejo: transporte**. Jaboticabal: Funep, 2012. 56 p.

Burdick et al. (2010), observaram que os touros temperamentais tiveram maior concentração de cortisol e epinefrina no sangue, assim como temperatura retal mais elevada em comparação aos animais calmos. Os três grupos atingiram o pico de temperatura aos 30 minutos de viagem, podendo explicar a queda após esse período pela aclimação do veículo em decorrência da movimentação, por consequência a circulação do ar. Apesar de haver diferença nos níveis de cortisol e epinefrina ao comparar as reatividades, as concentrações antes e após o transporte permaneceram constantes dentro de cada grupo, sendo necessário discutir tais resultados, uma vez que o transporte é um manejo estressante aos animais, esperando-se o aumento do cortisol.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina que o manejo dos animais deve ser cuidadoso e responsável durante todas as fases de sua vida, sendo necessário que haja conhecimento do comportamento da espécie para proceder com o manejo apropriado, assim

como assegurar que as instalações sejam projetadas adequadamente, de forma que garanta a proteção e o bem-estar dos envolvidos, dessa forma, o transporte devem minimizar o estresse, evitando contusões e sofrimento desnecessário (BRASIL, 2008).

2.2 Treinamento dos funcionários

O treinamento dos vaqueiros responsáveis pelo embarque dos animais, como também do condutor do caminhão é considerado como um dos fatores relacionados ao bem-estar dos bovinos no transporte (WAMBUI et al., 2016).

A verificação da condição dos animais durante a viagem é de responsabilidade do condutor do veículo, sendo aconselhado realizar paradas durante o percurso e logo após a saída do embarcadouro, a fim de analisar a se os bovinos estão deitados, o que pode levar a pisoteio durante a viagem. Caso tenha algum animal deitado, recomenda-se levantá-lo com estímulo da fala ou batendo palmas, sendo que, o uso de choque deve ser feito com cautela, não mantendo o equipamento em contato com o animal por longos períodos e nunca utilizar na face, região perineal, úbere e escroto (PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; QUINTILIANO, M. H.; TSEIMAZIDES, S. P., 2012).

Quanto ao uso de choque, Grandin (2006) relata ser a principal ferramenta que ocasiona o diestresse nos bovinos, sendo recomendado não utilizar ponteiras elétricas a fim de promover o bem-estar dos bovinos no transporte.

Paranhos da Costa, Spironelli e Quintiliano (2008), relatam que o condutor do veículo deve estabelecer e estudar a rota que será percorrida, programando o tempo de viagem e os locais onde realizará as paradas, essas são necessárias para vistoria da carga e descanso próprio, optando sempre por locais onde há sombra para os animais. Outra tarefa atribuída ao motorista é mapear propriedades que estejam dentro ou próximas ao percurso, para possíveis imprevistos, caso haja necessidade de desembarcar o gado, por exemplo.

Ceballos et al. (2018), compararam o comportamento de funcionários com três níveis de capacitação: 1) nunca treinado; 2) treinado

esporadicamente ou que convive com pessoas treinadas; 3) treinado frequentemente. Tais autores constataram que funcionários treinados frequentemente e que convive com funcionários treinados, apresentam comportamentos mais positivos, sendo mais cautelosos com os bovinos, independente do temperamento dos animais.

Diversos trabalhos reforçam o efeito positivo da capacitação da mão-de-obra. Brunel et al. (2018) compararam, em bovinos, características hematológicas e bioquímicas quando submetidos a diferentes manejos pré-embarque: 1) O tradicional, manejo descuidado com uso de haste com ferrão metálico e gritos; 2) O manejo de treinamento, respeito da zona de segurança dos bovinos, condução do líder do rebanho e uso da voz suave; 3) Manejo com bandeiras. O último tratamento citado mostrou-se o menos estressante, e o melhor para o sistema imunológico dos bovinos, visto que estes animais apresentaram menor número de neutrófilos e maior número de linfócitos, quando comparado aos demais manejos.

2.3 Veículo e carroceria

O tipo de caminhão e modelo da carroceria utilizada pode influenciar no bem-estar dos bovinos durante o transporte. Dessa forma, a escolha adequada do veículo, é fundamental para que o transporte seja uma experiência menos estressante (STRAPPINI et al., 2009), que possui capacidade média para 18 animais adultos, entre 450 e 500 quilos. Quando comparado com o caminhão “truck” (duplo eixo) e “double deck” (dois andares), o caminhão toco apresentou menor incidência de queda dos animais, sendo explicado por comportar menor número de animais, visto que o tipo “truck” e o compartimento de dois andares, comportam 30 e 42 animais, respectivamente (BERTOLONI et al., 2012).

Durante a viagem, o estresse térmico é um dos motivos de desconforto dos animais. Fatores como temperatura, concentração de amônia, umidade relativa do ar, ventilação, e incidência solar dentro do compartimento de carga, influenciam o bem-estar dos bovinos (DALLA VILLA et al., 2008).

O ideal é que a carroceria possibilite entrada de ar para que haja ventilação, pois possibilitará a dissipação de calor dos animais e da amônia proveniente da urina (PARANHOS DA COSTA; QUINTILIANO; TSEIMAZIDES, 2012). Apesar de maior ventilação, modelos muito abertos podem causar maior estresse nos bovinos devido ao contato visual com o exterior da carroceira, aumentando as chances de quedas e lesões (WAMBUI et al., 2016), e elevando consideravelmente o nível de estresse dos mesmos (LEME et al., 2012).

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) traz uma série de critérios que os veículos de transporte de animais vivos devem seguir, visando a segurança nas rodovias e o bem-estar dos animais. Dentre estes, tem-se especificações técnicas da estrutura do para-choque do veículo, de modo que suporte o peso e a movimentação dos animais, o veículo também precisa ser homologado pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN), sendo construído ou adaptado para tal função (BRASIL, 2017).

O compartimento de carga, não deve conter objetos pontiagudos a fim de evitar ferimentos, deve contar com piso antiderrapante para prevenção de quedas e lesões, necessita dispor de frestas para observação dos animais e circulação do ar, vedadas na altura da cabeça dos animais para que não vejam a estrada e os componentes do ambiente externo da viagem. Assim como, deve possibilitar o fornecimento de água aos bovinos durante a viagem, além de apresentar um número de telefone para emergências na parte traseira da carroceria (BRASIL, 2017).

2.4 Influência na produção

De modo geral, os bezerros recém-desmamados são vendidos e transportados sem se recuperar do estresse causado pela desmama. Essa condição afeta o sistema imunológico dos animais, diminuindo a concentração de células de defesa, aumentando a susceptibilidade a doenças respiratórias e comprometendo o desempenho futuro desses animais (LOMBORG et al., 2008).

Estratégias nutricionais vêm sendo testadas a fim de equilibrar o sistema imune de bezerros diante do estresse pelo transporte. Pesquisas constataam que o uso de antioxidantes e vitaminas na alimentação antes do transporte auxilia na proteção de células imunológicas, sendo um método preventivo da doença respiratória bovina (URBAN-CHMIAL et al., 2009; AKTAS et al., 2011).

No manejo pré-abate, práticas de bem-estar podem impactar na quantidade e qualidade de carne. Segundo Polizel Neto et al. (2015), um frigorífico de médio porte no estado do Mato Grosso, Brasil, teve prejuízo superior a 200 mil reais, em um ano, devido a lesões nas carcaças. Acredita-se que a diminuição desse prejuízo pode aumentar a remuneração dos produtores.

Além aumentar a incidência de lesões nas carcaças, o estresse gerado no manejo pré-abate induz os bovinos à utilização das reservas de glicogênio muscular, diminuindo a produção de ácido lático na transformação do músculo em carne. Esse processo resulta em uma carne de pH elevado, desta forma, diminui a vida útil do produto e altera sua coloração, comprometendo a aceitação pelos consumidores (PÉREZ-LINARES et al., 2015).

3. Discussão

Paranhos da Costa, Spironelli e Quintiliano (2008) mencionaram a importância do planejamento prévio do transporte, sendo fundamental que os trabalhadores sejam avisados com antecedência e descansem no dia pré-embarque, pois dessa forma terão mais paciência e cautela com os animais (CEBALLOS et al. 2018).

Dos documentos exigidos, a GTA traz informações como a categoria e quantidade de animais transportados, local de partida e destino da viagem, bem como a finalidade do deslocamento e histórico de vacinação (BRASIL, 2018), sendo o último fundamental para o controle sanitário. Tais informações são úteis aos fiscais rodoviários, pois possibilitam o controle do trânsito de animais, bem como conhecer a propriedade de origem, facilitando a detecção e o controle em casos de ocorrência de doenças infectocontagiosas

eventualmente disseminadas na região, além de possíveis penalizações nos casos de maus tratos e condições indevidas de transporte. O fator sanitário está fortemente ligado ao bem-estar, e a correta supervisão pode prevenir a disseminação de doenças entre propriedades (SÁ; MELO, 2016).

Já a nota fiscal, é o documento exigido ao realiza qualquer tipo de venda, portanto, sua cobrança vem a ser uma medida para certificar caso ocorra o furto de bovinos, sendo uma forma de prevenir possíveis abates clandestinos, uma vez que estes são realizados de forma inadequada, ignorando aspectos sanitários e causando desconforto aos animais (MATHIAS, 2008).

Quanto à organização dentro da propriedade, Paranhos da Costa, Spironelli e Quintiliano (2008) citaram a importância de alojar os animais em piquetes próximos ao embarcadouro um dia antes do transporte. Tal medida é importante para o esvaziamento do trato gastrointestinal, sendo interessante para a higiene do compartimento de carga, bem como sendo que lotes de animais com categorias diferentes não devem ser misturados, tanto nos piquetes quanto no caminhão,

A tabela proposta por Paranhos da Costa, Quintiliano e Tseimazides (2012) para estabelecer a densidade correta de bovinos no caminhão, é de fácil aplicação. Conhecendo o peso médio do rebanho e o comprimento do compartimento, basta multiplicar o comprimento (em metros) pelo valor contido da segunda coluna, referenciando-se pelo peso médio do lote a ser embarcado. Porém, nem sempre as propriedades possuem balança, estimando o peso do lote através do fenótipo médio dos animais, estando mais suscetível a superlotação do caminhão e desconforto dos bovinos. Nessa condição, lotes heterogêneos também podem limitar o uso da tabela.

No que se refere a reatividade dos bovinos, Burdick et al. (2010) constataram que animais temperamentais possuem temperatura retal mais elevada, assim como maior concentração de cortisol, comparados aos animais calmos. Tais resultados demonstram a dificuldade em mensurar o bem-estar, visto que para obter dados expressivos, é necessário analisar padrões comportamentais e fisiológicos individuais à cada animal.

Analisando as concentrações hormonais de bovinos, Burdick et al. (2010) não encontrou diferença no cortisol e epinefrina antes e após o transporte dos animais. Quando Behrend et al. (2009) mensuraram o cortisol de novilhas em transporte a cada 30 minutos, a concentração se normalizou após 3 horas de viagem, justificando o resultado encontrado por Burdick et al. (2010), uma vez que os animais viajaram 9 horas e reestabeleceram os níveis hormonais por volta da terceira hora da viagem.

Ao analisar o tipo de veículo utilizado no deslocamento de bovinos, verifica-se que quanto maior a capacidade de carga, maior a incidência de hematomas (BERTOLONI et al., 2012). O maior comprimento do compartimento confere menor estabilidade do veículo, fazendo com que os animais tenham dificuldade em se equilibrar, o que aumenta a incidência de quedas e lesões, além de aumentar os riscos de capotamento do veículo nas acidentadas estradas do país.

O veículo de dois andares promoveu maior vocalização dos animais, maior incidência de hematomas nas carcaças, além da maior ocorrência de quedas e escorregões, quando comparado ao caminhão toco e “truck” (BERTOLONI et al., 2012). O embarque no veículo de dois andares é complicado, pois os primeiros animais que entram no compartimento precisam descer e subir rampas, e normalmente não há boa iluminação, formando sombra no chão, o que faz os bovinos paralisarem por não enxergar adiante.

A partir dos resultados obtidos por Bertoloni et al. (2012), podemos constatar que, visando o bem-estar dos animais, o melhor veículo para o transporte de bovinos é o caminhão toco, o que encarece o transporte.

Segundo Paranhos da Costa, Quintiliano e Tseimazides (2012), o uso do choque no manejo dos bovinos é uma prática muito comum no Brasil, apesar de ser considerada por Grandin (2006) como o principal fator contra o bem-estar dos animais. Existe a crença entre manejadores de gado que o choque causa hematomas na carcaça, fazendo com que manipulem incorretamente o equipamento, utilizando-o na região perineal, na face e no escroto dos animais, locais muito sensíveis e que Paranhos da Costa,

Quintiliano e Tseimazides (2012) citam que nunca deve ser aplicado. A falta de conhecimento e de paciência pode levar a tais atitudes, uma vez que os animais respondem mais ao choque nessas áreas devido a intensa dor, levantando-se rapidamente no compartimento de carga, por exemplo, o que aumenta as chances de lesões devido a inquietação.

O treinamento dos funcionários é uma estratégia para melhorar a qualidade de vida dos animais e dos trabalhadores, como pode se observar no estudo de Ceballos et al. (2018). Para o correto uso da bandeira, há necessidade de compreender o comportamento bovino, contudo, tal estudo não menciona o nível de instrução de quem conduziu este manejo, sendo que o uso bandeiras requer treinamento.

Em casos de animais não habituados ao contato humano, a proximidade às pessoas, independentemente da forma que se estabelece, gera uma resposta estressora. Nessa situação, o uso adequado de bandeiras no embarque e desembarque é o método mais adequado para o bem-estar dos bovinos.

No que diz respeito às especificações dos veículos para transporte de animais vivos, a legislação brasileira está adequada aos requisitos necessários para o bem-estar dos bovinos. Entretanto, existem problemas ligados a fiscalização e punição de infrações, visto que há falta de fiscais e melhor capacitação dos inspetores rodoviários, para reconhecer condições de maus tratos e situações inadequadas de transporte. Outro aspecto válido, é que os postos de fiscalização rodoviária trabalham com horários de funcionamento pré-determinados, o que possibilita o planejamento da viagem visando não passar na fiscalização.

Pensando em formas de melhorar o desempenho dos bovinos, Urban-Chmial et al. (2009) e Aktas et al. (2011), propõem o uso de antioxidantes e vitaminas na dieta de bezerros recém-desmamados para o equilíbrio da imunidade, visto que esta cai em decorrência do estresse da desmama e do transporte. Essa é uma boa estratégia para melhorar a saúde e bem-estar dos bezerros, bem como diminuir a mortalidade por doenças respiratórias, porém encontra barreiras em sua aplicação.

Considerando que nem sempre uma propriedade realiza a produção de ciclo completo, sendo cada fase atribuída a um produtor, o responsável pela fase de cria que tem como produto o bezerro, não possui participação nos lucros obtidos nas fases seguintes, não existindo estímulo financeiro para investir no pré-condicionamento nutricional dos bezerros, o que poderia diminuir o estresse no transporte, seguido de um melhor desempenho na fase de recria (CEZAR, 2005). Tal situação também vale para animais confinados, pois adotar boas práticas de manejo antes da fase de terminação influencia no desempenho dos bovinos em confinamento (COOKE, 2017).

A menor concorrência dentre as fases de produção da carne bovina, favoreceria o investimento na manutenção da saúde dos animais, podendo tomar como estratégia a adesão dos produtores aos programas de certificação, visto que estes monitoram todo o ciclo produtivo, bonificando financeiramente o produtor pela adesão de práticas de bem-estar animal (HUMANE FARM ANIMAL CARE, 2014).

Podemos observar pelo estudo de Polizel Neto et al. (2015) que as injúrias causadas nos animais durante o transporte, diminuem o lucro dos frigoríficos. Nesta pesquisa, sugere-se pagar mais aos produtores que entregam animais com baixas taxas de hematomas, sendo essa prática recorrente em frigoríficos de grande porte.

A WSPA – Sociedade Mundial de Proteção Animal (World Society for the Protection of Animals) e a Coordenação de Boas Práticas e Bem Estar Animal (BEA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), criaram o programa “Steps”, que consiste na divulgação de materiais informativos e aplicação de treinamentos voltados aos colaboradores da indústria frigorífica. O objetivo do programa é melhorar a qualidade da carne, diminuir a incidência de hematomas, contusões e lesões, melhorar o bem-estar animal e o ambiente de trabalho, bem como aumentar a produtividade da indústria frigorífica (LUDTKE et al., 2012). Há falta de estudos referentes ao programa “Steps” e seu impacto na produção de carne bovina.

Pérez-Linares et al. (2015) analisaram os fatores estressores na planta frigorífica no pré-abate dos bovinos, e sua influência na qualidade da carne.

Constataram que o estresse pelo calor teve influência no resultado de carnes DFD – Escura, Dura e Seca (Dark, Firm, Dry), indicando a importância de as instalações favorecerem a aclimatação dos bovinos no pré-abate, bem como transportar os animais em horários de temperatura mais amena. Quando o transporte é de responsabilidade do produtor, os frigoríficos deveriam ter controle da condição do mesmo, pois este impacta na qualidade da carne, interessando ao frigorífico comercializar produtos de maior aceitação pelo consumidor.

4. Conclusão

A partir desta revisão de literatura, conclui-se que existem diversos fatores que interferem no transporte de bovinos de corte, sendo o manejo de embarque, o treinamento dos funcionários e o tipo de veículo utilizado, de grande impacto no bem-estar dos animais, além de refletir no desempenho e na produção de carne. Medidas ligadas ao planejamento do embarque e viagem, ajuste de densidade da carga animal, forma que o manejo é conduzido, nutrição e adesão à programas certificadores, são algumas alternativas para melhorar o bem-estar dos bovinos de corte visando a rentabilidade da produção.

Referências

- AKTAS, M. F. et al. Efficacy of vitamin E + selenium and vitamin A + D + E combinations on oxidative stress induced by long-term transportation in Holstein dairy cows. **Livestock Science**, Suwon, v. 141, p. 76-79, Oct. 2011.
- BEHREND, S. et al. Evaluation of the stress response of heifers during transportation. **Journal of Animal Science**, Montreal, v. 87, p. 12-16, July 2009.
- BERTOLONI, W. et al. Bem-estar e taxa de hematomas de bovinos transportados em diferentes distâncias e modelos de carroceria no estado do Mato Grosso – Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 850-859, 2012.
- BRASIL. Lei nº 9.503, resolução n. 674, de 21 de junho de 2017. Dispõe sobre o transporte de animais de produção ou interesse econômico, esporte, lazer e exposição. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de jun. 2017.

Disponível em:
<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=53&data=26/06/2017>> Acesso em: 13 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. **Instrução Normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008**. Brasília, DF, 6 de nov. de 2008. Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-56-de-2008.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. **Trânsito nacional** - manual de preenchimento para emissão de guia de trânsito animal de bovinos e bubalinos versão 23.0. Brasília, DF, 25 de jun. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/transito-animal/arquivos-transito-internacional/ManualGTABovinosububalinos23.0.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

BRUNEL, H. S. S. et al. Hemato-biochemical profile of meat cattle submitted to different types of pre-loading handling and transport times. **International Journal of Veterinary Sciences and Medicine**, Cairo, v. 6, p. 90–96, Apr. 2018.

BURDICK, N. C. et al. Relationships between temperament and transportation with rectal temperature and serum concentrations of cortisol and epinephrine in bulls. **Livestock Science**, Suwon, v. 129, p. 166-72, Apr. 2010.

CEBALLOS, M. C. et al. Impact of good practices of handling training on beef cattle welfare and stockpeople attitudes and behaviors. **Livestock Science**, Suwon, v. 216, p. 24-31, Oct. 2018.

CEZAR, I. M. et al. **Sistema de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005, 40 p.

COOKE, R. F. Nutritional and management considerations for beef cattle experiencing stress-induced inflammation. **American Registry of Professional Animal Scientists**, Burns, v. 33, p. 1-11, Feb. 2017.

DALLA VILLA, P. et al. Quality management for the road transportation of livestock. **Veterinaria italiana**, Teramo, v. 44, p. 187-200, Mar. 2008.

GRANDIN, T. Progress and challenges in animal handling and slaughter in the U.S. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.100, p. 129-139, 2006.

HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Bovinos de Corte**: janeiro de 2014. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/22943/1535989186HFAC_BovinosCorte14v1.pdf>. Acesso em: 1 de abr. 2019.

LEME, T. M. da Cunha; Titto, E. A. L.; Titto, C. G.; Amadeu, C. C. B.; Fantinato Neto, P.; VILELA, R. A.; PEREIRA, A. M. F.. Influence of transportation methods and pre-slaughter rest periods on cortisol level in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 107, p. 8-11, 2012.

LOMBORG, S. R. et al. Acute phase proteins in cattle after exposure to complex stress. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 32, n. 7, p. 575-582, Oct. 2008.

LUDTKE, C. B. et al. **Abate humanitário de bovinos**. Rio de Janeiro: WSPA Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/programa-steps-2013-abate-humanitario-de-bovinos.pdf>>. Acesso em: 1 de abr. 2019.

MATHIAS, J. F. C. M. A clandestinidade na produção de carne bovina no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, 2008.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; QUINTILIANO, M. H.; TSEIMAZIDES, S. P. **Boas práticas de manejo**: transporte. Jaboticabal: Funep, 2012. 56 p.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; SPIRONELLI, A. L. G.; QUINTILIANO, M. H. **Boas práticas de manejo**: embarque. Jaboticabal: Funep, 2008. 35 p.

PÉREZ-LINÁRES, C. et al. The effect of changing the pre-slaughter handling on bovine cattle DFD meat. **Revista MVZ**, Cordoba, v. 20, n. 3, p. 4688-4697, 2015.

POLIZEL NETO, A. et al. Perdas econômicas ocasionadas por lesões em carcaças de bovinos abatidos em matadouro-frigorífico do norte de Mato Grosso. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 4, p. 324-328, Apr. 2015.

SÁ, M. E. S.; MELO, C. B. Disseminação de enfermidades por meio do comércio internacional e o papel dos serviços veterinários de fronteira no Brasil. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 7-12, Jan/Mar. 2016.

STRAPPINI, A. C. et al. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. **Animal**, Cambridge, v. 3, p. 728-736, May 2009.

URBAN-CHMIAL, R. et al. The influence of different doses of α -tocopherol and ascorbic acid on selected oxidative stress parameters in *in vitro* culture

of leukocytes isolated from transported calves. **Livestock Science**, Suwon, v. 124, p. 89-92, Sept. 2009.

VALLE, E. R. **Boas práticas agropecuárias: bovinos de corte**. 2. ed. res. ampl. Campo Grande: Embrapa, 2011. 69 p.

WAMBUI, J. M. et al. Design of trucks for long distance transportation of cattle in kenya and its effects on cattle deaths. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, South Western, v. 16, n. 4, p. 1-15, Nov. 2016.

O Bem-Estar do Equino na Interação Humano-Cavalo

The Equine Welfare in Human-Horse Interaction

Laura Alves Brandi, Profa. Dra. Roberta Ariboni Brandi

1. Introdução

Equinos acompanham o ser humano a mais de 6000 anos. De acordo com a história, equinos foram domesticados com a finalidade de aperfeiçoar a locomoção do homem, e atualmente vem sendo utilizado como ferramenta de trabalho, esporte, lazer e como fins terapêuticos para humanos. Ainda que a domesticação dos equinos tenha ocorrido há muito tempo, esses até hoje continuam a exibir as principais características dos equídeos ancestrais: são animais de grupo, alertas à presença de predadores, que se sentem inseguros quando isolados do grupo social e que passam grande parte do dia andando e pastejando.

Por serem animais gregários, os equinos possuem diversas maneiras de se comunicarem por linguagem corporal, como a movimentação de olhos, orelhas e cabeça, favorecendo sua sobrevivência. Essa propensão à comunicação dos equinos foi um fator importante para o desenvolvimento da interação humano e cavalo. Assim, o conhecimento adquirido pelos humanos quanto a mentalidade dos equinos, bem como, a maneira de como os sinais físicos são transmitidos pelo cavalo influenciam na interação do conjunto.

Profissionais que punem inapropriadamente o animal ou não percebem um comportamento anormal do cavalo em particular, podem causar alterações emotivas no animal como a frustração e o nervosismo, e causar reações negativas do cavalo frente ao humano. A reatividade excessiva ao humano dificulta o manejo e pode causar riscos à segurança do animal e do homem. Para um melhor entendimento sobre as reações do cavalo frente ao humano e melhor compreensão da interação humano e cavalo, testes comportamentais (objeto desconhecido, humano passivo e ativo e medidas fisiológicas), é utilizado em pesquisas para promover maior conhecimento.

Os testes comportamentais avaliam as situações de contato do equino com o homem, por meio do aspecto da “reatividade para o ser humano”. A variabilidade da frequência cardíaca e a frequência cárdia são usadas para quantificar aspectos específicos do temperamento do cavalo e como medidas de percepção dos cavalos sobre o estado psicológico e fisiológico humano. A frequência cardíaca do cavalo é maior quando percebe à aproximação do ser humano nervoso do que calmo.

A interação entre humano e cavalo é de extrema importância para a promoção de bem-estar e segurança ao conjunto; possibilitando a aplicação de formas de manejo e treinamento mais eficientes. Apesar da importância da interação homem-cavalo há relativamente poucas pesquisas sobre o tema. O objetivo do trabalho foi fazer uma revisão literária sobre o bem-estar do equino na interação humano-cavalo.

2. Desenvolvimento

Esta foi uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do bem-estar do equino na interação humano-cavalo com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. A revisão é considerada temporal com cobertura do tema em um período de 2008 a 2018, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações indexadas, ScienceDirect, Elsevier, Google Academico e PubMed.

2.1 Etologia do cavalo

Equinos são animais herbívoros, predados, gregário e de vida livre, o que pode ter favorecido sua sobrevivência da espécie. São animais seletivos, pastejam de 12 a 16 horas e ingerem 26 a 60 litros de água por dia, quando não estão pastejando, ficam em estado de vigia, brincando ou descansando (DITTRICH et al., 2010; FRASER, 2010). A comunicação entre os equinos abrange desde as ordens hierárquicas dentro do grupo, até a determinação do momento de fugir de uma ameaça, e/ou quando já não há mais perigo (SCHMIDEK, 2018).

Os cavalos se comunicam principalmente visualmente, por meio dos movimentos das orelhas, dos olhos e da cabeça (MALAVASI; HUBER, 2016). A movimentação excessiva dos olhos é uma indicação de estado de ansiedade, e quando possuem orelhas “baixas” e/ou “assimétricas”, uma aparência angular dos olhos, um olhar retraído e/ou tenso, narinas dilatadas medi lateralmente e tensão dos lábios, pode indicar estado de desconforto (COSTA et al., 2014; LINDEGAARD; ANDERSEN; GLEERUP, 2015). O olfato é utilizado para comportamento sexual, para a detecção de cio das fêmeas, comportamento materno-neonatal, reconhecimento mãe-potro e comportamento exploratório, reconhecimento do ambiente e busca de identificação de objetos ou indivíduos desconhecidos frente ao cavalo (FRASER, 2010).

Esta propensão à comunicação possivelmente permitiu o desenvolvimento da interação entre humanos e equinos, em que a variabilidade comportamental entre grupos de equídeos foi um dos fatores fundamentais para possibilitar a domesticação (SCHMIDEK, 2018).

A falta de conhecimento sobre o cavalo faz com que haja falhas em atender algumas das suas expressões do comportamento natural (BRUBAKER; UDELL, 2016). Equinos que são mantidos o dia todo em uma baia pequena, sendo limitados de expressar seu comportamento natural de movimentação e/ ou interagir com um grupo social, podendo se sentir ameaçados por estarem isolados (WERHAHN et al., 2012).

2.2. Evolução e Domesticação do cavalo

Originalmente, o equino foi domesticado nas estepes da Ásia central, e desde então, se expandiu para a China, Índia, Ásia Ocidental e Europa. Quando foram introduzidos nessas áreas periféricas, os cavalos eram utilizados exclusivamente para tração e montaria durante a guerra (LAW, 2018).

Evidências arqueológicas indicam que os cavalos foram montados na Ucrânia há cerca de 6000 anos, mais cedo do que quando foram usados como animais de tração no norte da África. A principal evidência da intervenção humana é o desgaste dentário encontrado em crânios de cavalos em campos

arqueológicos que podem ser comparáveis aos cavalos montados com embocadura na atualidade (GOODWIN et al., 2009).

A interação homem-cavalo vem sendo abordados desde os tempos antigos. 1000 A.C, treinadores de cavalos persas defendiam fortemente o uso de peias para conter os cavalos e impedi-los de se desviarem, além de focinheiras para evitar que mordessem, tendo o animal sobre controle por meio de punição. Em 350 A.C, Xenofonte, um oficial de cavalaria e filósofo grego, escreveu "*A Arte da Equitação*" em que reconhece a importância de uma boa relação cavaleiro-cavalo, em que um equino deveria ser recompensado com gentileza por realizar o que o treinador desejava (GOODWIN et al., 2009).

O relacionamento homem-cavalo tem uma história longa e variada. Embora a utilização do cavalo como meio de transporte tenha sido a primeira motivação para a domesticação, os cavalos se tornaram promissores como ferramentas terapêuticas para o humano, esporte e, como outros animais domésticos, são cada vez mais usados como animais de companhia (HAUSBERGER et al., 2008).

2.3 Interação humano-cavalo

A interação entre homem e cavalo pode ser observada a partir das interações ocasionais curtas (exame veterinário) ao vínculo realmente de longo prazo que aparece entre um proprietário e seu cavalo (BIRKE et al., 2011; HAUSBERGER et al., 2008).

Segundo Hausberger et al. (2008), acidentes com os equinos estão relacionados ao grau de interação entre humanos e cavalos, sendo mais propensos a se acidentarem aqueles que exercem atividades em que o contato humano-animal se dá de forma mais íntima e prolongada, como também tratadores e treinadores. Os riscos tendem a serem maiores em atividades com o cavalo quando o homem trabalha no chão como casqueamento, limpeza de estábulo, aplicação de medicamentos e reprodução, enquanto a montaria apresenta um menor potencial de gerar acidentes envolvendo humanos.

A comunicação entre o cavaleiro e o cavalo é afetada pela capacidade do humano de fornecer, e ler, os sinais físicos corretos no momento apropriado. Essa comunicação também é influenciada pela compreensão do cavaleiro e a mentalidade do cavalo, como também, habilidades de montaria do cavaleiro, favorecendo o grau de relação entre cavalo e homem (MCLEAN; MCGREEVY, 2010; MUNSTERS et al., 2012; VISSER et al., 2008).

O conhecimento do comportamento do equino pode auxiliar na investigação de como o cavalo está se sentindo, e como poderá reagir a situações e ambientes novos ou estímulos aversivos (MCLEAN; MCGREEVY, 2010). Assim, os profissionais poderão atuar no manejo ou treinamento apropriado para o cavalo, sem comprometer sua segurança e bem-estar do animal (LEINER; FENDT, 2011).

Em cavalos, o uso de punição inadequada e de ordens contraditórias, pode levar ao aumento da emotividade, ou mesmo a comportamentos patológicos (HAUSBERGER et al., 2009; HAUSBERGER; MULLER; LUNEL, 2011; VON BORSTEL et al., 2009). Sinais conflitantes dados pelo cavaleiro (impulso para frente com as pernas e restrição da boca) podem levar o animal à frustração e neurose (HAUSBERGER et al., 2009).

2.4 Formas de avaliar a interação humano-cavalo

A interação humano-cavalo é possível ser avaliada por testes comportamentais e medidas fisiológicas (HAUSBERGER et al., 2008; MUNSTERS et al., 2012; VISSER et al., 2008). Os testes comportamentais avaliam as situações de contato do equino com o homem, por meio do aspecto da “reatividade para o ser humano”, em teste sobre a presença de um humano passivo ou ativo (GÓRECKA-BRUZDA et al., 2011; SØNDERGAARD; JAGO, 2010), ou por meio do “teste de ponte” que consiste em um humano conduzir o animal sobre uma superfície desconhecida (LESIMPLE et al., 2011; VON BORSTEL et al., 2010).

Os testes de interação humana têm como principal objetivo avaliar as reações comportamentais do equino frente ao humano, que foram propostas como medida de medo, aversão ou simpatia em relação aos humanos,

incorporam avaliações breves do afastamento e outras respostas dos animais quando um humano se aproxima e sua aceitação do contato humano (BURN; DENNISON; WHAY, 2010; HAUSBERGER et al., 2008). No teste de humano ativo é avaliado o tempo que um humano leva para tocar alguma região do cavalo, e no humano passivo é avaliado o tempo que o animal leva para se aproximar e tocar o humano imóvel, considerando toda a análise do comportamento do animal perante o homem (GÓRECKA-BRUZDA et al., 2011).

No teste da ponte, o objetivo é verificar o tempo que um manipulador leva para conduzir o cavalo sobre uma superfície desconhecida como, ponte de espuma coberta com um pano xadrez nas cores azul e branca, avaliando o comportamento do animal durante todo o processo (LESIMPLE et al., 2011). O efeito do temperamento do humano e sua capacidade de conduzir e controlar o equino frente a superfície desconhecida também são avaliados neste teste para a análise da interação humano e cavalo (HAUSBERGER et al., 2008).

Medidas fisiológicas como frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca, liberação de cortisol e o aumento da glicose foram avaliadas em estudos como parâmetros para medir a interação homem-cavalo junto com os testes comportamentais (MERKIES et al., 2014; MERKIES; MCKECHNIE; ZAKRAJSEK, 2018; VON LEWINSKI et al., 2013).

2.5 Avaliação da frequência cardíaca na interação humano-cavalo

A variabilidade da frequência cardíaca é uma medida das mudanças nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos e, em humanos, é usada para avaliar mudanças no controle simpático e parassimpático da função cardíaca em indivíduos sob estresse. Essa correlação entre a variabilidade da frequência cardíaca e o estresse foi relatada em equinos (HAUSBERGER et al., 2008; MUNSTERS et al., 2012). A variabilidade da frequência cardíaca e a frequência cardíaca são usados para quantificar aspectos específicos do temperamento do cavalo e medir interação entre o humano-cavalo (GUIDI et al., 2016).

Fureix et al. (2009) utilizaram a frequência cardíaca como medida de percepção dos cavalos sobre o estado psicológico e fisiológico humano, observando um comportamento mais relaxado nos equinos com relação a aproximação de humanos que mostraram atitudes positivas, enquanto houve um aumento da frequência cardíaca equina quando os humanos apresentavam pensamentos negativos.

Um dos fatores que afetam a comunicação entre o cavalo e o cavaleiro é a habilidade do cavaleiro de se comunicar com o equino durante situações desconhecidas, e o grau de correspondência entre eles (MCLEAN; MCGREEVY, 2010; VISSER et al., 2008). Em estudo realizado por Munsters et al. (2012), foi avaliado a compatibilidade do cavaleiro com o equino diante de objetos desconhecido medindo a frequência cardíaca em ambos, observou-se que cavalos que haviam uma boa formação do conjunto com o cavaleiro, apresentaram menor frequência cardíaca comparado com aqueles que não correspondiam ao cavaleiro, sofrendo menos estresse e revelando que a medição da frequência cardíaca do cavalo é uma ferramenta valiosa na avaliação da formação do cavaleiro e do grau de complacência dos cavalos que, por sua vez, contribuirão para o bem-estar do animal montado.

3. Discussão

A interação humano e cavalo, apesar de sua importância, ainda é pouco estudada. No entanto, dentre os trabalhos analisados, foram encontradas vertentes entre os resultados sobre a influência do ser humano sobre o cavalo. Em pesquisas como de Keeling et al. (2009), König Von Borstel et al. (2011) e Munsters et al. (2012), utilizaram os testes comportamentais do objeto desconhecido e da ponte para avaliar a reatividade do cavalo e em conjunto a avaliação da frequência cardíaca do animal, para medir a influência do humano.

Keeling et al. (2009) observaram que cavalos conduzidos e montados por humanos nervosos ou ansiosos tiveram aumento na frequência cardíaca e maior dificuldade de manter a conduta do cavalo. Assim, é possível observar a importância de analisar os pequenos sinais que um humano nervoso pode

transmitir para o cavalo e sua resposta a estes, que poderiam ajudar a reduzir acidentes durante o manejo com o cavalo. O método de avaliação da frequência cardíaca do humano e do cavalo tem potencial para a análise da interação homem e equino em que é uma medida fisiológica utilizada para a avaliação da resposta fisiológica sobre o estresse (HAUSBERGER et al., 2008; MUNSTERS et al., 2012).

Konig Von Borstel et al. (2011) e Munsters et al. (2012, 2013), observaram que os cavalos apresentavam menor frequência cardíaca durante o teste do objeto desconhecido quando montados por um profissional experiente e que conseguia controlar o medo do animal. Visser et al. (2008) e Munsters et al. (2012) relacionaram a capacidade do cavaleiro de manter a conduta com a compatibilidade do conjunto (cavalo e cavaleiro), em que os equinos apresentaram uma menor frequência cardíaca quando compatíveis com os cavaleiros.

A avaliação da frequência cardíaca junto com o teste de comportamento pode ser uma ferramenta valiosa para avaliar a habilidade de equitação do cavaleiro e a compatibilidade do conjunto, em que ao serem expostos a uma situação estressante, os cavalos compatíveis respondem ao desafio com menor estresse do que os não compatíveis, observando que a compatibilidade entre o humano e o animal é um fator importante para a contribuição do bem-estar no animal (MUNSTERS et al., 2012; VISSER et al., 2008).

Diferentemente dos resultados apresentados anteriormente, Von Lewinski et al. (2013) e Ijichi et al. (2018) não encontraram efeito da interação humano e cavalo ao realizarem as medidas fisiológicas durante a rotina do cavalo e cavaleiro.

Von Lewinski et al. (2013), avaliaram a frequência cardíaca e a variabilidade da frequência cardíaca do humano e do cavalo durante o treinamento e apresentação de adestramento e observaram que houve aumento na frequência cardíaca do cavaleiro e do cavalo durante o treinamento e a apresentação, sendo que a frequência cardíaca do cavaleiro foi maior na apresentação, e a variabilidade foi menor durante a apresentação para o homem, e se manteve igual para o cavalo. A variabilidade da

frequência cardíaca é usada para avaliar mudanças no controle simpático e parassimpático da função cardíaca em indivíduos sob estresse (HAUSBERGER et al., 2008; MUNSTERS et al., 2012), assim, a apresentação de adestramento foi mais estressante para o cavaleiro do que para o cavalo, e o estresse do humano não teve influência sobre o equino.

Os mesmos resultados foram encontrados por Ijichi et al., 2018, que avaliaram a frequência cardíaca e a variabilidade da frequência cardíaca do cavalo sobre a manipulação do cavaleiro conhecido (seu dono) e um desconhecido, em que o desconhecido manipulou o animal de maneira semelhante ao dono, não observaram efeito do humano tanto conhecido como desconhecido sobre o cavalo. Com base nesse resultado, observou-se que o cavalo de maneira geral pode ser manuseado sem alterações comportamentais e com a mesma eficiência do que com seu dono por uma pessoa desconhecida, sugerindo-se que talvez a atribuição de um manejo adequado tenha maior efeito sobre o comportamento do animal do que o vínculo com humano (HAUSBERGER et al., 2008).

Mesmo não havendo influência do humano sobre o cavalo nos estudos de Von Lewinski et al. (2013) e Ijichi et al. (2018), pode-se observar que com base nos resultados obtidos por de Keeling et al. (2009), König Von Borstel et al. (2011) e Munsters et al. (2012, 2013), a utilização dos testes comportamentais juntamente com a avaliação a frequência cardíaca, se tornam uma ferramenta promissoras para a avaliação da interação humano e cavalo. Porém, ao comparar estes métodos com o teste do humano ativo e passivo, são encontradas grandes divergências entre os resultados para a avaliação da interação.

Em pesquisa realizada por Merkies et al. (2014), utilizando o teste do humano passivo observaram que os equinos apresentaram menor frequência cardíaca frente a humanos que tinham medo do animal, do que não tinham medo, e os humanos que tinham medo de cavalo apresentaram uma diminuição da frequência cardíaca ao longo do teste. Assim, pode-se sugerir que quando o cavalo percebe a existência de medo do ser humano, permanece mais calmo a fim de não representar risco ao homem, podendo transmitir

segurança e reduzir o medo. Ao realizar outra pesquisa sobre a interação humana e cavalo, Merkies et al. (2018) observaram que não houve correlação entre a frequência cardíaca do humano e cavalo, porém a frequência cardíaca do equino permaneceu mais baixa frente a humanos inexperientes, e mais alta com cavaleiros experientes. Com isso, os equinos tentem a serem mais calmos frente a pessoas inexperientes e inseguras, porém isso contradiz com os resultados já discutido por König Von Borstel et al. (2011) e Munster et al. (2012, 2013) em que os cavalos permaneceram mais calmos quando manejados por cavaleiros experientes.

A diferença de resultados pode ter sido influenciada pelo tipo de teste, em que o humano possui diferentes tipos de contatos com o animal. No teste do objeto desconhecido ele pode estar montado ou a pé, e no teste do humano ativo e passivo todo o protocolo é realizado com o humano no chão (GÓRECKA-BRUZDA et al., 2011; LESIMPLE et al., 2011). Os tipos de gestos e sinais transmitidos do ser humano para o cavalo são diferentes quando montado no cavalo ou guiando no chão, e isso pode desencadear diferentes respostas interpretadas pelo cavalo (HAUBERGER et al., 2008).

Segundo pesquisa de Guidi et al. (2016) o teste do humano passivo e ativo foi dividido em três fases, a primeira o humano permaneceu isolado na baia ao lado do cavalo sem contato físico ou visual, a segunda o humano e o cavalo permaneceram no mesmo ambiente mas somente com contato visual e olfativo, na terceira houve contato físico, e com a avaliação de variabilidade da frequência cardíaca, observaram que a similaridade da variação entre o conjunto foi diminuindo conforme a aproximação entre eles, sendo menor na terceira fase, devido ao maior contato físico. Ao observar diferenças de resultados entre testes diferentes, pode-se constatar, que o mesmo se aplica para testes iguais, porém realizados com métodos diferentes como nas pesquisas de Merkies et al. (2014) e Guidi et al. (2016), havendo necessidade de mais estudos sobre as metodologias e suas variáveis para avaliar a interação humano e cavalo.

4. Conclusão

O bem-estar do equino é influenciado pela interação humano e cavalo. A utilização da frequência cardíaca e a variabilidade da frequência cardíaca são medidas fisiológicas que analisam a interação humano e cavalo. Estas variáveis avaliam a compatibilidade entre o conjunto (homem e o equino). A variabilidade e a frequência cardíaca do cavalo são menores quando ha compatibilidade entre o conjunto. As emoções do cavaleiro influenciam na frequência cardíaca do animal, humanos nervosos aumentam a frequência cardíaca do cavalo. No entanto são poucas as pesquisas sobre a interação humano e cavalo e sua metodologia de avaliação fisiológica, sendo necessários mais estudos sobre o assunto, a fim de melhorar a relação entre homem e equino e o bem-estar do cavalo.

Referências

BIRKE, L. et al. Horses' responses to variation in human approach. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 134, n. 1-2, p. 56-63, 2011.

BRUBAKER, L.; UDELL, M. A. R. Cognition and learning in horses (*Equus caballus*): what we know and why we should ask more. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 126, p. 121-131, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2016.03.017>>. Acesso em: 12 set. 2018.

BURN, C. C.; DENNISON, T. L.; WHAY, H. R. Relationships between behaviour and health in working horses, donkeys, and mules in developing countries. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 126, n. 3-4, p. 109–118, 2010.

COSTA, E. D. et al. Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. **Plos One**, San Francisco, v. 9, n. 3, e92281, p. 1–10, 2014.

DITTRICH, J. R. et al. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 130–137, 2010.

FRASER, A. F. **The behaviour and welfare of the horse**. Oxfordshire: CABI, 2010.

FUREIX, C. et al. A preliminary study of the effects of handling type on horses' emotional reactivity and the human-horse relationship. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 202–210, 2009.

GOODWIN, D. et al. How equitation science can elucidate and refine

horsemanship techniques. **Veterinary Journal**, London, v. 181, n. 1, p. 5–11, 2009.

GÓRECKA-BRUZDA, A. et al. Reactivity to humans and fearfulness tests: field validation in Polish Cold Blood Horses. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 133, n. 3–4, p. 207–215, 2011.

GUIDI, A. et al. A wearable system for the evaluation of the human-horse interaction: a preliminary study. **Electronics**, Basel, v. 5, n. 4, p. 63, 2016.

HAUSBERGER, M.; MULLER, C.; LUNEL, C. Does work affect personality? A study in horses. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 6, n. 2, 2011.

HAUSBERGER, M. et al. A review of the human-horse relationship. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 109, n. 1, p. 1–24, 2008.

HAUSBERGER, M. et al. Could work be a source of behavioural disorders? A study in horses. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 4, n. 10, p. 2–8, 2009.

IJICHI, C. et al. Stranger danger? An investigation into the influence of human-horse bond on stress and behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 206, p. 59–63, 2018.

KEELING, L. J.; JONARE, L.; LANNEBORN, L. Investigating horse-human interactions: The effect of a nervous human. **Veterinary Journal**, v. 181, n. 1, p. 70–71, 2009.

KÖNIG VON BORSTEL, U. et al. Equine behaviour and heart rate in temperament tests with or without rider or handler. **Physiology and Behavior**, v. 104, n. 3, p. 454–463, 2011.

LAW, R. **The horse in West African history: the role of the horse in the societies of pre-colonial West Africa**. Oxford: Routledge, 2018.

LEINER, L.; FENDT, M. Behavioural fear and heart rate responses of horses after exposure to novel objects: effects of habituation. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 131, n. 3–4, p. 104–109, 2011.

LESIMPLE, C. et al. Housing conditions and breed are associated with emotionality and cognitive abilities in riding school horses. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 129, n. 2–4, p. 92–99, 2011.

LINDEGAARD, C.; ANDERSEN, P. H.; GLEERUP, K. B. An equine pain face. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Oxford, v. 42, n. 1, p. 103–114, 2015.

MALAVASI, R.; HUBER, L. Evidence of heterospecific referential communication from domestic horses (*Equus caballus*) to humans. **Animal**

Cognition, Berlin, v. 19, n. 5, p. 899–909, 2016.

MERKIES, K. et al. Preliminary results suggest an influence of psychological and physiological stress in humans on horse heart rate and behavior. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, Amsterdam, v. 9, n. 5, p. 242–247, 2014.

MERKIES, K.; MCKECHNIE, M. J.; ZAKRAJSEK, E. Behavioural and physiological responses of therapy horses to mentally traumatized humans. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 205, p. 61–67, 2018.

MCLEAN, A. N.; MCGREEVY, P. D. Horse-training techniques that may defy the principles of learning theory and compromise welfare. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, v. 5, n. 4, p. 187–195, 2010.

MUNSTERS, C. C. B. M. et al. The effects of transport, riot control training and night patrols on the workload and stress of mounted police horses. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 143, n. 1, p. 52–60, 2013.

MUNSTERS, C. C. B. M. et al. The influence of challenging objects and horse-rider matching on heart rate, heart rate variability and behavioural score in riding horses. **Veterinary Journal**, London, v. 192, n. 1, p. 75–80, 2012.

SCHMIDEK, A. Otimizando o desempenho e o bem-estar de equinos em atividades esportivas. v. 19, n. 2, p. 227–248, 2018.

SØNDERGAARD, E.; JAGO, J. The effect of early handling of foals on their reaction to handling, humans and novelty, and the foal-mare relationship. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 123, n. 3–4, p. 93–100, 2010.

VISSER, E. K. et al. Does horse temperament influence horse-rider cooperation? **Journal of Applied Animal Welfare Science**, United States, v. 11, n. 3, p. 267–284, 2008.

VON BORSTEL, U. U. et al. Impact of riding in a coercively obtained Rollkur posture on welfare and fear of performance horses. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 116, n. 2–4, p. 228–236, 2009.

VON BORSTEL, U. U. K. et al. Fear reactions in trained and untrained horses from dressage and show-jumping breeding lines. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 125, n. 3–4, p. 124–131, 2010.

VON LEWINSKI, M. et al. Cortisol release, heart rate and heart rate variability in the horse and its rider: different responses to training and performance. **Veterinary Journal**, London, v. 197, n. 2, p. 229–232, 2013.

WERHAHN, H; HESSEL, E, F.; VAN DEN WEGHE, H, FA. Competition horses housed in single stalls (II): effects of free exercise on the behavior in the stable, the behavior during training, and the degree of stress. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 32, n. 1, p. 22-31, 2012.

Seleção genética de aves adaptadas a sistemas alternativos de produção

Genetic selection of poultry adapted to alternative production systems

Leonardo Mazzero, Profa. Dra. Rachel Santos Bueno Carvalho

1. Introdução

Atualmente o Brasil é destaque econômico e tecnológico no setor avícola no mundo todo, tendo em vista que a produção de aves para consumo, seja ela de ovos, carne e outros produtos secundários, em quantidade e demanda para atender o mercado consumidor, é cada vez mais crescente.

Tendo em vista a produção intensiva, a avicultura nas últimas décadas tem sido altamente tecnificada e industrializada, perdendo em sua constituição medidas de bem-estar, e diversidade genética pela busca de produtos mais homogêneos. No entanto, ocorre uma mudança do mercado consumidor brasileiro, principalmente pela pressão do mercado europeu, fazendo com que a preocupação com o bem-estar animal e qualidade dos produtos oferecidos surgisse e criasse um nicho de mercado, retomando práticas de produção menos intensivas, denominadas de “avicultura alternativa”.

Ainda que seja um nicho de mercado, a avicultura alternativa vem quebrando barreiras de inserção dos produtos através de marketing e outros meios, bem como barreiras sanitárias, mas esbarrando em outras como a falta de material genético adaptado aos novos sistemas que contam com a criação de aves soltas, principalmente, em ambientes não climatizados.

Com a dependência na importação de linhagens pouco adaptadas, principalmente ao clima e condições sanitárias dos sistemas alternativos, faz-se necessário o desenvolvimento de programas de seleção de aves adaptadas às nossas condições, ainda pouco explorados em escassos estudos de instituições públicas e privadas, que apesar de ainda pouco competitivas em

relação às linhagens industriais, possuem grande potencial de serem inseridas nesse novo contexto de produção, abordados nesta revisão.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da seleção de aves adaptadas à sistemas alternativos no Brasil com suas peculiaridades, realizações e dificuldades. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2008 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações: indexadas no Google Acadêmico e SciELO; Revistas científicas; sites governamentais; sites de empresas; e livros.

As palavras chave “Avicultura Alternativa” tiveram aproximadamente 21.600 resultados na plataforma Google Acadêmico dos quais foram utilizados cinco artigos, considerados pertinentes sobre o assunto buscado. Na mesma plataforma as palavras “melhoramento genético de aves” tiveram aproximadamente 13.100 resultados dos quais foram utilizados um livro e um artigo. As demais palavras-chave “aves caipiras/coloniais; codornas; linhagens; seleção” foram utilizadas de modo a complementar as buscas desses dois temas.

Temas específicos como manuais de linhagem foram buscados diretamente de sites de empresas de genética e a definição de termos técnicos utilizados e de alguns sistemas foram buscadas em sites governamentais.

Foram utilizadas algumas referências datadas de 1999 e 2007 consideradas essenciais para a elaboração dos temas em que estão inseridas.

Alguns materiais impressos foram consultados na Biblioteca Central da FZEA-USP (Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo) para elaboração do texto e definição de alguns dos sistemas comentados.

2.1 Caracterização dos Sistemas Alternativos Avícolas

O grande apelo mundial para com as questões que envolvem a crescente degradação do meio ambiente pela ação humana, tem aumentado

desde os anos 90 (ARENALES et al., 2008). Essas demandas de produções sustentáveis de alimentos, ao mesmo tempo em que se intensificaram os debates sobre o papel da agricultura devido aos impactos ambientais e de bem-estar animal foram precursores do surgimento dos sistemas alternativos de produção de aves.

“A definição dos sistemas alternativos varia de acordo com as diferentes regiões geográficas e formas de criação das aves, das inúmeras instalações, técnicas de manejo, ambiência, nutrição, linhagens, medidas profiláticas, aspectos sanitários, planejamento da produção e capacidade de investimentos na atividade. De forma geral, a avicultura alternativa se caracteriza por produzir carne e ovos de forma mais natural e menos estressante para o animal” (SANTOS et al., 2012).

No Brasil existem leis e regulamentações estabelecidas para a produção de aves em sistemas alternativos, devido ao aumento da demanda desses produtos em redes varejistas e outros tipos de comércio (DEMATTÊ FILHO; MARQUES, 2011), as duas principais normativas existentes são:

- *“Caipira, Colonial ou Capoeira: regulamentada pelo Ofício Circular da Divisão de Operações Industriais/Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DOI/ DIPOA) n. 007/99 de 19/05/1999 como sistema de criação de aves destinadas à produção de carne, através de linhagens especializadas de crescimento lento e à produção de ovos, através de raças e linhagens selecionadas para postura que ao final de seu ciclo de postura, sejam destinadas ao abate para a produção de carne e miúdos. Todas as aves têm acesso às áreas livres para pastejo em sistema extensivo ou semi-extensivo e recebem ração isenta de melhoradores de desempenho de base antibiótica. Antibióticos e anticoccidianos não poderão ser usados preventivamente” (BRASIL, 1999).*
- *“Orgânico: é o sistema de produção de aves definido pela lei nº 10.831, de 23/12/2003 e regulamentado principalmente pela IN nº46 de 06/10/11 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e*

Abastecimento), nas quais se faz referência aos produtos obtidos pelo sistema orgânico, ecológico, biológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo e agroecológico, sendo as principais exigências para sua produção: linhagem de crescimento lento, piquetes de pastoreio, ração orgânica, manejo que reduzam a incidência de doenças, tratamentos sanitários a base de medicação fitoterápica e homeopática e abate aos 85 dias de idade” (BRASIL, 2011).

Ambas as normativas utilizam o sistema de criação “*free range*” que segundo Santos et al. (2012) é a definição internacional para o a criação de aves que possuem o acesso ao pastejo ou área externa do galpão. Os galpões podem ser portáteis ou fixos, de modo que possibilitem o uso de pastejo rotacionado, movendo as aves e o galpão de acordo com a disponibilidade de forragem, sendo o acesso feito por portas laterais que são abertas durante o dia. A área exterior pode ser cercada com cerca elétrica de baixa voltagem e coberta por telas para proteger as aves de predadores.

2.3 Sanidade Avícola em Sistemas Alternativos

Os sistemas alternativos vêm surgindo como um novo conceito em produção e junto a ele somam-se os desafios principalmente relacionados ao contato das aves com o chão e às fezes e o baixo uso de medicamentos pelas determinações legislativas, além de exposição à agentes patogênicos trazidos pelo acesso ao ambiente externo, onde habitam aves silvestres e outros animais, que podem transmitir patógenos (AVILA E SOARES, 2010).

Em sistemas alternativos, pela maior exposição das aves ao ambiente externo, as aves podem estar propensas a contaminação de algumas doenças virais, como por exemplo, Marek, Newcastle, Bronquite Infeciosa, Buba Aviária e Gumboro. Assim como há outras doenças que afetam diretamente a produtividade do sistema como a coccidiose, ascite, doenças respiratórias, mitoxixoses e salmoneloses nos mais variados sistemas de produção (BARBOSA et al., 2007).

Perdoncini et al. (2014) verificaram em seus estudos sem diversos sistemas avícolas, que a produção de ovos em sistema alternativo está predisposta à contaminação por *Salmonella spp*, responsáveis por toxinfecções alimentares. É necessário realizar o controle da salmonelose em qualquer sistema de produção. A *Salmonella spp* também pode ser transmitida ao ser humano por meio do consumo da carne e ovos, levando a uma maior preocupação de controle sanitário que pode ser feito através de programas de biosseguridade.

Segundo Avila e Soares (2010) nos programas de biosseguridade são essenciais os procedimentos de imunoprofilaxia, e o monitoramento das condições de instalações e higienização a serem adotadas em todas as etapas da criação.

Para comercialização, os produtos devem ser acompanhados pelo Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) do MAPA, tendo como principais exigências o programa de vacinação contra os patógenos endêmicos da região, sendo obrigatória a vacinação contra a doença de Marek, isolamento e controle de entrada e saída de animais, veículos e pessoas, além do uso de tela de proteção contra a entrada de aves silvestres nos locais de fornecimento de ração.

O sistema imunológico das aves é um dos fatores mais importantes na saúde e prevenção das doenças, sendo resultado de fatores genéticos, determinando a capacidade do organismo de combater os agentes patogênicos, e ambientais, como a nutrição, instalações e manejo que influenciam a eficiência da resposta imune. Assim sendo, deve-se ressaltar que, não basta selecionar, buscando-se indivíduos mais resistentes a doenças, deve-se buscar fornecer ambientes favoráveis à expressão dos melhores genótipos (PEREIRA, 1999).

A higiene pessoal da mão-de-obra utilizada no manejo das aves, desinfecção e higiene de equipamentos e instalações, controle de qualidade e cuidado no processamento dos componentes da dieta, imunoprofilaxia, correta manipulação de produtos, controle de roedores e insetos, descarte de aves doentes e controle de resíduos de cama, ração e aves mortas, são medidas

importantes à serem consideradas no programa de biosseguridade. Os programas de vacinação e aplicação de vermífugo devem ser previamente estabelecidos e implementados de acordo com a região (BARBOSA et al., 2007).

2.4 Ambiência em Sistemas Alternativos

O grande desenvolvimento na avicultura devido ao melhoramento genético das aves para rápido crescimento e grande produção de ovos, associado com avanços na nutrição, sanidade, manejo e ambiência permitiu a intensificação e industrialização da atividade.

A intensificação da avicultura levou a cada vez mais altas taxas de lotação e manejos que comprometem o bem-estar das aves (ROCHA; LARA; BAIÃO, 2008). Neste sentido, a avicultura de postura é a que recebe mais críticas em relação ao bem-estar das aves devido ao alojamento das galinhas em gaiola e práticas de debicagem.

A princípio a grande discussão foi relacionada ao espaço físico de cada gaiola por não fornecer espaço suficiente para o animal expressar seus movimentos, comportamentos naturais e exercitar-se, promovendo dessa forma, maior susceptibilidade a fraturas. Na avicultura de corte a alta taxa de densidade e o manejo pré-abate são fatores muito relacionados com os problemas de bem-estar dos frangos (ROCHA; LARA; BAIÃO, 2008).

Essa discussão levou à criação das instalações alternativas, como gaiolas enriquecidas, criação fora de gaiola (*cage-free*) e criação semi-extensiva (*free-range*), ambas preocupadas com a questão de espaço para as aves, mas pouco efetivas sobre a questão de estresse térmico das aves, causador de grandes perdas na produção (MAZZUCO; SILVA; ABREU, 2019), uma vez que se utilizam poedeiras de linhagens comerciais industriais, selecionadas em ambientes controlados, para este fim.

Aves submetidas a ambientes de estresse calórico apresentam depreciação de consumo e comportamento físico característico, como respiração ofegante e asas abertas, gerando maior gasto energético para a perda de calor (AMARAL et al., 2011; CASSUCE et al., 2013).

Um experimento realizado por Cordeiro et al. (2014), comparando duas linhagens comerciais de frangos de corte tipo caipira sob estresse térmico no estado do Acre, uma totalmente plumada (Pesadão) e outra parcialmente plumada (Pescoço-pelado), revelou que não houveram prejuízos de produtividade em ambas linhagens, embora a frequência respiratória na linhagem parcialmente plumada tenha sido significativamente menor, devido ao menor estresse térmico relacionado à menor cobertura de penas e maior áreas de perda de calor. Portanto, é possível ressaltar que a combinação genética-ambiente, nesse caso linhagem-sistema, é essencial para o bem-estar das aves no que se diz respeito ao estresse térmico.

2.5 Características de Desempenho para Linhagens nos Sistemas Alternativos

Assim como em sistemas produtivos tradicionais, as características relacionadas ao desempenho produtivo, rendimento de cortes, qualidade da carcaça e taxa de postura se tornam essenciais em sistemas alternativos para selecionar aves competitivas no nível de mercado. Para tanto, faz-se necessário o estudo de tais características de seleção no favorecimento da adequação de estratégias utilizadas nos programas de seleção (DOURADO et al., 2009; MADEIRA et al., 2010).

Essas características variam pelo tipo de produto buscado, no caso de corte pode haver a procura de linhagens de crescimento rápido com boa adaptabilidade para criação semi-intensiva a pasto e boa conversão alimentar, com um retorno financeiro mais rápido ao produtor, mas também há a demanda de uma ave mais tardia, adaptada a criação semi-intensiva a pasto, que terá uma carne mais tenra, escura e de sabor acentuado, trazendo retorno ao produtor através de um produto com maior valor agregado e demandado por determinados nichos de mercado (SAVINO et al., 2007; COELHO et al., 2008).

Em poedeiras além das questões organolépticas dos ovos, por apresentarem gema mais avermelhada e sabor acentuado, que são muito importantes, a cor da casca é forte atrativo de mercado, pois passam ao

consumidor a mensagem de que os ovos não advêm de produção industrial, popularmente chamado de “ovos de granja”, por não possuírem padrões definidos de coloração.

A taxa de postura, o ganho de peso e a conversão alimentar são também são de suma importância para as poedeiras, pois tornam a produção competitiva, lucrativa, e há a utilização da dupla aptidão das aves, com a destinação dos machos e galinhas de descarte para o abate (SAVINO et al., 2007; COELHO et al., 2008).

Portanto, a seleção de aves para sistemas alternativos deve levar em conta melhores resultados que sejam fruto da interação genótipo-ambiente, ou seja, que as aves tenham melhor desempenho para o sistema utilizado, adaptadas aos diferentes climas brasileiros, com melhora da conversão alimentar, ganho de peso, precocidade até 85 dias, rendimento de cortes nobres (peito, coxa, asa), boa produtividade de ovos, peso de ovos, fertilidade, eclodibilidade, viabilidade e resistência às doenças, de modo a tornar o sistema produtivo, lucrativo e atraente não só do ponto de vista interno como externo (SAVINO et al., 2007; MORAES; CAPANEMA, 2012).

2.6 Melhoramento Genético de Aves Alternativas

A indústria de desenvolvimento da genética de frangos está concentrada atualmente em três empresas europeias e norte-americanas que dominam o fornecimento do material genético para todo o mundo, são elas: *Aviagen, Cobb-Vantress e Hubbard*.

Este cenário traz a discussão qual seria a viabilidade de investimentos em pesquisas para o desenvolvimento de material genético nacional. Do ponto de vista estratégico, para o Brasil, a criação de materiais genéticos nacionais traria na diminuição do risco de contaminação do plantel nacional com doenças exóticas, podendo ser carregadas pelos materiais genéticos importados, e no ponto de vista tecnológico, a geração de linhagens nacionais com competitividade de mercado e potencialidade de exportação, e ainda, o desenvolvimento de linhas genéticas, adaptadas as condições de criação alternativas.

Um estudo feito por Barbosa et al. (2007) a partir da coleta de material genético de galinhas caipiras de pequenos produtores regionais, revelou um grande nível de polimorfismo genético nessas populações e, portanto, tal material teria grande valor na seleção genética para linhagens com maior tolerância a altas temperaturas e resistência a doenças, além de características de desempenho de dupla aptidão.

As aves caipiras atuais se assemelham com as principais raças que as originaram (*Andalusian, Buff Plymouth Rock, Silver-Spangled Hamburgs, Australorp, Columbian Wyandottes, Assel, Partridge Plymouth Rock e Brown Leghorn*). As semelhanças se refletem não somente em termos de plumagem e porte, mas também em características de carcaça.

O estudo do melhoramento genético de aves caipiras foi utilizado pela ESALQ/USP para desenvolver um programa de melhoramento genético de amplo polimorfismo genético, através da coleta de ovos férteis de fenótipos variados na região de Piracicaba, criando algumas linhagens caipiras/coloniais de corte: Caipirão da ESALQ, 7P (Pinto Preto Pesado de Pasto de Pescoço Pelado de Piracicaba); e de dupla aptidão: Caipirinha da ESALQ, Carijó Barbada.

A Fazenda Aves do Paraíso também realizou trabalhos de melhoramento genético no frango caipira brasileiro, chegando às linhagens Paraíso Pedrez, Poedeira Caipira Rubro Negra. Além disso, a Empresa Globoaves introduziu a linhagem francesa de pescoço pelado *Label Rouge* no país, muito utilizada em sistemas alternativos e a Embrapa realizou a criação de linhagens de corte e postura (COELHO; SAVINO; ROSÁRIO, 2008), representadas hoje principalmente pela linhagem de postura Embrapa 051 e corte Embrapa 041 (ÁVILA; SOARES, 2010).

A Avifran – Avicultura Francesa Ltda. importou da França linhagens caipiras já consolidadas o que impulsionou a avicultura alternativa e o melhoramento genético dando origem à diversas outras linhagens, despertando até mesmo o interesse da avicultura industrial (AVIFRAN, 2018).

O baixo apoio político fez com que a sustentação de programas nacionais de melhoramento de aves perdesse estabilidade, levando a extinção de muitos programas propostos por instituições públicas brasileiras (PEREIRA,1999).

O surgimento de alguns programas que se encontram em forma preliminar de estudos, destinados a atender as demandas de aves que se adaptem aos sistemas alternativos em ascensão, deverão ser capazes, por meio de seleção e de cruzamento, de ofertar ao público brasileiro produtos capazes de atender as novas expectativas de mercado (SILVA, 2009).

3. Discussão

A criação alternativa de aves vem ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro devido à preocupação do mercado consumidor com questões de bem-estar-animal e sustentabilidade, como relatado por Arenales et al. (2008), Demattê Filho e Marques (2011) e Santos et al. (2012). Sendo assim muitas questões vêm à tona, desde a nutrição, instalações e qualidade dos produtos até a utilização e criação de materiais genéticos que melhor se adaptem a esses sistemas.

Como ressaltado por alguns autores, os sistemas alternativos exigem das aves maior rusticidade à enfermidades e condições de estresse térmico (MAZZUCO; SILVA; ABREU, 2019), bem como características específicas do produto que o torne um atrativo de mercado diferenciado (SAVINO et al., 2007; DOURADO et al., 2009; MADEIRA et al., 2010; MORAES; CAPANEMA, 2012).

Para que se atendam tais demandas faz-se necessário o uso de materiais genéticos que se adaptem às expectativas, em conjunto com medidas de controle ambiental para que expressem seu maior potencial, como medidas de sanidade (ÁVILA; SOARES, 2010), como o uso de medidas de biossegurança e imunoprofilaxia descritas por Barbosa et al. (2007), além de uma nutrição adequada para cada fase e linhagem.

A dependência de linhagens importadas, altamente produtivas e competitivas, utilizadas em sistemas industriais, fez que pouco se

desenvolvesse em genética nacional, principalmente de aves adaptadas aos nossos sistemas, levando à utilização de linhagens industriais também em sistemas alternativos, principalmente na produção de ovos (MAZZUCO; SILVA; ABREU, 2019), as quais têm sua produção e bem-estar afetados pelos desafios desse sistema como maior exposição ao estresse térmico e enfermidades.

Alguns programas de seleção de linhagens adaptadas à sistemas alternativos surgiram e desapareceram com o tempo por não se estabelecerem no mercado, frente a competitividade de linhagens industriais de crescimento rápido.

Com o objetivo de avaliar a interação linhagem-sistema um experimento realizado por Madeira et al. (2010), avaliou as linhagens tipo comercial: Ross 308, Máster Griss, e as linhagens tipo caipira: Label Rouge e Vermelhão Pesado nos sistemas semi-confinado e confinado, e verificaram que não houve efeito de interação significativa para linhagem x sistema de criação para as características de desempenho, rendimento de carcaça, partes, gordura abdominal e cortes do peito e coxa avaliadas, porém houveram diferenças significativas entre as linhagens no ganho de peso, sendo que aves da linhagem Ross (crescimento rápido) apresentaram maior ganho de peso se comparadas às linhagens Máster Griss e Vermelhão Pesado e Label Rouge (crescimento Lento), demonstrando que mesmo sendo mais adaptadas, pelo pouco tempo de seleção, as linhagens alternativas ainda são pouco produtivas se comparadas às tradicionais no mesmo sistema.

Algumas linhagens alternativas, já existentes por décadas no mercado como a poedeira Embrapa 051, Paraíso Pedrês, Pescoço Pelado Vermelho, entre outras, vêm ganhando destaque e espaço, através dessa nova realidade de produção em sistemas alternativos e preocupação com bem-estar e sustentabilidade, enquanto alguns programas de seleção, como o da ESALQ-USP se encontram em reestruturação.

Um contínuo e forte trabalho em melhoramento genético ainda é preciso para que torne produtivas e competitivas as linhagens alternativas, tal como as linhagens industriais, à nível nacional e internacional. Para tal,

faz necessário o incentivo à pesquisa nas instituições públicas e privadas, capacitação de profissionais, bem como a abertura e mudança na legislação sanitária, que torne o sistema seguro e viável do ponto de vista de manejo e instalações, e maior investimento em marketing, atraindo um maior mercado consumidor, para o fornecimento de produtos com alta qualidade, sustentabilidade e segurança alimentar.

4. Conclusão

As mudanças na avicultura, com a introdução de métodos alternativos de criação, demandam de evolução no que se diz respeito a tecnologias de manejo, nutrição e genética para o aumento de produtividade. Isso se faz com o uso e melhoramento genético de linhagens adaptadas a cada sistema para se tornarem produtivas e lucrativas, e ganharem destaque no mercado, ao mesmo tempo gerando produtos de qualidade e atributos diferenciados.

Referências

- AMARAL, A. G. et al. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 649-658, 2011.
- ARENALES, M. D. C. et al. **Criação orgânica de frangos de corte e aves de postura**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008.
- AVICULTURA FRANCESA Ltda. – AVIFRAN. **Raças**. Disponível em: <<http://www.avifran.com.br/portifolio.php>>. Acesso em: 13 out. 2018.
- AVILA, V. S.; SOARES, J. P. G. (Ed.) **Produção de ovos em sistema orgânico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010.
- BARBOSA, F. J. V. et al. Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras. **Sistemas de Produção**, Teresina, n. 4, nov. 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/SistemaAlternativoCriacaoGalinhaCaipira/Introducao.htm>>. Acesso em: 29 out. 2018
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Ofício circular DOI/DIPOA n. 007/99. Registro do produto “frango caipira ou frango colonial” ou “frango tipo ou estilo caipira” ou “tipo ou estilo colonial”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de maio de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 46 de 06 de outubro de 2011 (Produção vegetal e animal) - Regulada pela IN 17-2014**. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>>. Acesso em: 10 out. 2018.

CASSUCE, D. C. et al. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 28-36, 2013

COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; ROSÁRIO, M. F. **Frango feliz: caminhos para a avicultura alternativa**. Piracicaba: FEALQ, 2008.

CORDEIRO, M. B. et al. Avaliação do estresse térmico em frangos caipiras criados em condições climáticas do Estado do Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, p. 358-365, 2014.

DEMATTE FILHO, L. C.; MARQUES, P. E. M. Dinâmica tecnológica da cadeia industrial da avicultura alternativa: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 1-11, 2011.

DOURADO, L. R. B. et al. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 875-881, 2009.

MADEIRA, L. A. et al. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MAZZUCO, H.; SILVA, I. J. O. D.; ABREU, P. G. D. Não basta mudar os sistemas de produção se as poedeiras morrem de calor. **Avinews - Manejo e Bem-estar**, 25 mar. 2019. Disponível em: <<https://avicultura.info/ptbr/poedeiras-sistemas-de-producao-ambiencia-bem-estar-animal/?fbclid=IwAR1dqSai6TG1JVqnuptOxHCovXMI4LH3SD4Y8dWblfoUC5xd5LQVjm4X4>>. Acesso em: 07 abr. 2019

MORAES, Victor Emanuel Gomes de; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. A genética de frangos e suínos: a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil. **BNDES Setorial**, n. 35, mar. 2012, p. 119–154, 2012.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte: J. C. C. Pereira, 1999. 493 p.

PERDONCINI, G. et al. Salmonella spp. em ovos produzidos em sistema agroecológico. **Revista Agrocientífica**, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 33-42, 2014.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C. Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2008.

SANTOS, F. R. et al. Sistemas alternativos de produção para frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 6, ed. 193, art. 1300, 2012.

SAVINO, V. J. M et al. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 578-583, 2007.

SILVA, M. A. Evolução do melhoramento genético de aves no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 437-775, 2009.

Efeitos do manejo pré-abate na qualidade da carne de bovinos de corte

Effects of pre-slaughter handling on meat quality of beef cattle

Marina Provasi Grando, Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

1. Introdução

A pecuária de corte brasileira é uma atividade de grande relevância econômica, possuindo um rebanho de 221,81 milhões de cabeças, no qual resultaram em 39,2 milhões de cabeças abatidas e 9,71 toneladas equivalentes de carcaça em 2017 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC, 2018). De acordo com as projeções futuras do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) haverá um crescimento na produção, consumo e exportação de carne bovina, indicando que o setor ainda se encontra em expansão (BRASIL, 2017).

Juntamente com o crescimento da produção, tem ocorrido um aumento das exigências dos consumidores com a qualidade da carne e também com as práticas produtivas, que incluem aspectos relacionados à forma como os animais são tratados desde seu nascimento, quando necessitam serem transportados e até finalmente serem abatidos.

O período pré-abate, que engloba o período entre a saída da fazenda até o abate efetivamente, é uma das fases mais estressantes na vida dos animais e desencadeiam reações fisiológicas que podem interferir na qualidade do produto final. Entre os efeitos mais comuns de um manejo pré-abate inadequado, pode-se citar um elevado pH final da carne, em função do gasto das reservas energéticas (glicogênio muscular) antes do abate e/ou a ocorrência de lesões nas carcaças causadas por contusões que devem ser removidas através de toaletes, prejudicando economicamente a cadeia da carne. Portanto, as etapas do manejo pré-abate são muito importantes, visando minimizar o estresse e sofrimento dos animais, bem como melhorar a qualidade da carne.

Frente ao exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar uma revisão bibliográfica, analítica, temporal e de atualização sobre as alterações na qualidade da carne de bovinos de corte causadas por diferentes fatores relacionados ao manejo pré-abate.

2. Desenvolvimento

Esta revisão de literatura foi realizada para fornecer um panorama geral do desenvolvimento da qualidade da carne de bovinos de corte com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2008 a 2018, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações em livros e artigos em periódicos indexados nas bases de dados Web of Science e Scopus pesquisados pelos seguintes descritores *handl and cattle and meat and pre-slaughter* e a partir de buscas manuais nas referências bibliográficas dos artigos encontrados.

2.1 Qualidade da Carne

A compreensão de qualidade da carne pode ser abordada em três âmbitos: aspectos intrínsecos, éticos e visão pelo consumidor (LUDTKE et al., 2012; PROBST et al., 2012). A qualidade intrínseca engloba “aparência, palatabilidade, rendimento, composição nutricional, segurança alimentar e entre outros atributos”. A abordagem ética considera a sustentabilidade e o bem-estar dos animais e quais cuidados receberam em todos os períodos de suas vidas (LUDTKE et al., 2012). Em relação à visão do consumidor, são levados em consideração atributos extrínsecos como preço, certificação, marcas, rótulos e informações, e atributos intrínsecos como gordura visível, cor da carne e aparência (HENCHION; MCCARTHY; RESCONI, 2017). Vários fatores interferem na qualidade da carne, entre os quais pode-se citar o animal, o ambiente, a nutrição, a sanidade, o manejo e a insensibilização. Um manejo pré-abate inadequado pode impactar negativamente na qualidade da carne por conta das alterações fisiológicas que os bovinos podem manifestar no metabolismo celular. Estes fatores interferem em características como a capacidade de retenção de água, a cor e o pH, os quais,

por consequência, reduzem a vida útil da carne, o rendimento de carcaça e a qualidade de produtos e derivados (LUDTKE et al., 2012; SORNAS; ROSSI JUNIOR; MOIZES, 2016).

Alguns dos aspectos intrínsecos mais importantes para avaliação de qualidade podem ser o pH, cor, maciez e perda por cocção.

1.1.1 pH

No momento do abate, o músculo apresenta pH em torno de 7. Durante o processo de transformação do músculo em carne, a glicose é utilizada para formação de energia, através do processo anaeróbico, resultando no acúmulo de ácido láctico e íons H^+ , levando a uma redução do pH para valores ao redor de 5,5 a 5,8 (WILSON, 2009).

Quando o bovino é submetido a situações estressantes, por exemplo, as reservas de glicogênio muscular são exauridas e não há tempo hábil para que as mesmas sejam recuperadas antes do abate. Por consequência, após o animal ser abatido, a falta de glicogênio faz com que a glicólise seja breve e a carne se torna pouco acidificada. Nessa condição, decorridas 24 horas após o abate, o pH permanece em níveis superiores a 6, resultando em uma carne com aparência escura, firme e seca, conhecida como DFD, sendo considerado um defeito, pois essas características não são atrativas para o consumidor, além de torná-la mais susceptível a deterioração, reduzindo o tempo de prateleira, devido ao seu alto pH (RAMOS; GOMIDE, 2007).

1.1.2 Cor

A cor da carne é o aspecto que causa o primeiro impacto no consumidor, sendo um dos aspectos mais importantes na percepção de qualidade (RAMOS; GOMIDE, 2007). Esta coloração é dada 90% pelo pigmento chamado mioglobina, que é responsável pelo transporte do oxigênio para os músculos (ABERLE et al., 2001).

A cor da carne é afetada quando o pH final é elevado, pois oferece um aspecto visual mais escuro ao produto. Como a capacidade de retenção de água é elevada neste caso e a água se mantém associada a proteínas

miofibrilares a luz incidente é pouco refletida, resultando em uma aparência escura à carne (LUDTKE et al., 2012; RAMOS; GOMIDE, 2007).

A carne de coloração vermelho-cereja é considerada uma das mais apreciadas pelo consumidor (FERNANDES et al, 2008). Uma carne de coloração mais escura possui menor preferência para o consumidor, pois estes a associam como uma carne possivelmente deteriorada (MISSIO et al, 2010).

1.1.3 Maciez

A maciez da carne é um dos aspectos mais importantes na visão do consumidor (LAWRIE, 2005, cap 10).

A queda do pH muscular após o abate é importante para promover a maciez da carne, pois favorece a liberação de cálcio que ativa enzimas (calpaínas e calpastatinas) atuantes na maturação da carne (LUDTKE et al., 2012).

A maciez da carne pode ser medida pela força de cisalhamento, que consiste na força máxima que uma lâmina necessita para cisalhar uma amostra de carne (RAMOS; GOMIDE, 2007). Destefanis et al. (2008) classificaram a força de cisalhamento como: muito firme (>6,38kg), firme (5,38-6,38kg), intermediária (4,37-5,37kg), macia (4,36-3,36kg) e muito macia (<3,36kg).

2.1.4 Perdas por cocção

As perdas por cocção são relacionadas com a capacidade de retenção de água (MACIEL et al., 2011).

A capacidade de retenção de água (CRA) é conhecida como a propriedade que a carne possui em relação à retenção de água, seja naturalmente ou por adição de forças externas, seja cozimento, corte, moagem ou esmagamento. Quando aplicado algum tratamento, o mais brande que seja, a carne perde parte do conteúdo de água por conta da presença de água na forma livre (ABERLE et al., 2001).

Perdas na CRA resultam na redução da água intracelular e conseqüentemente aumento da resistência das fibras, o que torna a carne

menos macia. Na carne DFD, a capacidade de retenção de água é muito grande e a água mantém-se dentro da célula, associada a proteínas miofibrilares (RAMOS; GOMIDE, 2007).

2.2 Manejo pré-abate

O manejo, embarque, transporte e desembarque dos bovinos podem exercer efeitos significativos sobre o bem-estar dos bovinos (BROOM; FRASER, 2010, cap. 21). De acordo com Andrade et al. (2008), durante o manejo pré-abate os animais são removidos do ambiente no qual estão habituados, embarcados e desembarcados em veículos de transporte, expostos a agentes estressores “como barulho, privação de alimento e água, vibrações, e mudanças de aceleração temperaturas extremas, entre outros”, que podem favorecer para um aumento no número de contusões e diminuição na qualidade da carcaça.

Durante o embarque e o desembarque, os bovinos estão sujeitos a uma série de agentes estressores: exercício físico ao subir rampas, local desconhecido, contato com seres humanos e dor caso sejam utilizados bastões de choque ou vara para cutucar os animais. Para que problemas sejam minimizados, o design de currais de manejo e de instalações dos abatedouros deve ser eficiente a fim de evitar escorregões, esforço físico desnecessário e estresse. É importante que os funcionários sejam treinados para conduzir os animais da melhor forma, evitando agitação e quedas desses (APPLEBY, 2008; BROOM; FRASER, 2010, cap. 21; ROMERO et al., 2013, 2017).

A etapa do transporte é considerada um estressor inevitável para os animais tendo em vista que, em função da movimentação do caminhão, o ambiente está em constante mudança (HOFFMAN; LÜHL, 2012). Para que maiores problemas sejam evitados, é importante que seja oferecido tempo de descanso para os animais, tempo de viagem limitado, a viagem seja feita nos horários de menor temperatura do dia, a densidade animal seja adequada, que sejam evitadas paradas desnecessárias, que o caminhão esteja em boas condições e que os motoristas sejam treinados (APPLEBY, 2008; HOFFMAN; LÜHL, 2012; PÉREZ-LINARES et al., 2015; ROMERO et al., 2013).

O período de descanso pré-abate permite que o animal se recupere do estresse causado no transporte (PÉREZ-LINARES et al., 2015). Segundo Frimpong et al. (2014), não dar tempo de descanso causa exaustão nos animais podendo levar à depleção de reservas de glicogênio muscular e conseqüentemente à incidência de DFD.

O ambiente de descanso deve ser calmo, com manejo adequado, oferecer conforto térmico, e garantir acesso livre à água, além de espaço suficiente para que os bovinos expressem comportamentos básicos de forma a minimizar as condições de estresse (LUDTKE et al., 2012; PÉREZ-LINARES et al., 2015).

O jejum não deve ultrapassar 12 horas, pois pode levar a estresse relacionado à fome, conduzindo o animal a reatividade e agressividade, o que gera lesões e comprometimento no rendimento da carcaça (LUDTKE et al., 2012; ROMERO et al., 2013).

Para evitar sofrimento durante sua morte, o animal deve estar inconsciente. Para isso, os animais devem ser insensibilizados antes de seu abate para que sofram o mínimo possível (RUSHEN et al., 2008, cap. 5). Segundo Grandin (2010), os maiores problemas desta etapa podem ocorrer pela falta de manutenção e calibração da pistola, falta de treinamento de funcionários e animais agitados.

3. Discussão

Abaixo serão discutidos os aspectos encontrados com maior frequência nos trabalhos analisados.

3.1 pH

Ao avaliar o efeito do animal, transporte e práticas do abatedouro, Mach et al. (2008) analisaram o pH, avaliado 24h após o abate, de 5.494 carcaças de 12 diferentes raças (51% da raça Holandesa), das quais 17,9% apresentaram valores acima de 5,8 e 82,1% apresentaram pH menor que 5,8, o que é considerado normal segundo Wilson (2009).. Os valores de pH maiores que 5,8 foram encontrados com maior frequência em machos, possivelmente

por conta de serem mais reativos, levando a depleção mais rápida de glicogênio muscular. Da mesma forma, pHs maiores foram encontrados em animais com baixa espessura de gordura, pois estes podem possuir menor reserva de glicogênio e em bovinos que passaram mais tempo no abatedouro, provavelmente por terem utilizado mais de suas reservas de glicogênio. Por outro lado, a densidade nos currais de espera, a mistura de animais de diferentes fazendas e gêneros, a estação do ano, gênero e distância/tempo de transporte não afetaram o pH.

Avaliando o efeito do transporte e manejo pré-abate em bovinos, Frimpong et al. (2014) analisaram o pH de 50 carcaças de animais que sofreram o pior manejo (dentre os 200 analisados), por terem recebido manejo agressivo. Destes animais, 100% das carcaças apresentaram $\text{pH}_{24\text{h}}$ maior que 5,8. O manejo agressivo pode ter levado os animais a níveis elevados de estresse, o que resulta na utilização das reservas glicogênio.

Peña et al. (2014) estudaram o efeito de barulhos não familiares em touros jovens e encontraram que 24% das carcaças apresentaram pH entre 5,7 a 5,9, enquanto 76% apresentaram pH menor que 5,7.

Ao avaliar a frequência de alto pH e outros indicadores no abatedouro convencional comparado ao abatedouro moderno, Romero et al. (2017) relataram a ocorrência de 83,1% de alto pH no abatedouro convencional e 56,9% no moderno, respectivamente. O abatedouro moderno possui rampas de desembarque de 45°, enquanto o convencional de 20°, ambos com piso antiderrapante. A área de descanso do abatedouro moderno é coberta e com piso de concreto antiderrapante; os corredores de manejo são curvos e feitos de concreto; o box de insensibilização possui sistema de fixação para a cabeça do animal; o acesso ao box de insensibilização ocorre através de uma porta guilhotina e a saída por uma porta de ferro rotativa. No abatedouro convencional, a área de descanso não possui cobertura e também não possui pisos antiderrapantes; um corredor reto de concreto guia os animais até o box de insensibilização, que não possui sistema para fixar a cabeça do animal; o acesso ao box é feito por uma porta guilhotina e o animal é ejetado para fora do box. A alta incidência de elevado pH em ambos abatedouros foi associada

ao maior tempo de transporte, menor densidade no curral de espera e ineficiente insensibilização. O oferecimento de melhores condições de instalação possivelmente resultou em menor incidência de alto pH no abatedouro moderno. Os pisos antiderrapantes provavelmente reduziram a incidência de escorregões, a cobertura do curral de espera evitou o estresse térmico, além dos corredores de concreto, o que pode ter reduzido a reatividade e a contenção da cabeça no momento do abate pode ter levado à maior precisão no momento da insensibilização.

Pérez-Linares et al. (2015) avaliaram o efeito do manejo pré-abate convencional na incidência de DFD em 572 carcaças. Neste estudo, foram classificadas como normais as carcaças que apresentaram pH de 5,4 a 5,8 e L^* de 40 a 60 e as DFDs foram classificadas como pH maior que 5,8 e L^* menor que 40. Assim, o pH médio da carne normal foi de 5,7, enquanto da carne DFD foi de 6,1. Associando coloração e pH, Pérez-Linares e colaboradores encontraram 39,0% de frequência de DFD.

Estudando o melhor manejo ao pré-abate, entre animais mantidos em grupo ou individualmente, de diferentes categorias animais, Weglarz (2011) não encontrou diferenças significativas para a forma de alojamento em vacas e novilhas, que apresentaram valores médios de pH_{48h} iguais a 5,7 e 5,6, respectivamente. Já os touros e jovens touros mantidos em grupo, tiveram valores de pH acima do ideal, 5,9 em média, comparado a 5,7 dos touros e jovens touros mantidos individualmente. Os valores de pH acima do ideal encontrados em touros e jovens touros alojados em grupo podem ter sido ocasionados pela maior competitividade entre os bovinos.

Ao avaliar o efeito do manejo convencional realizado na indústria, Leite et al. (2015) avaliaram 8 lotes de 40 animais cada e encontraram em apenas um dos lotes pH_{24h} ideal (média de 5,76). Outro lote, que teve problemas na insensibilização, o que pode levar ao maior estresse, apresentou valores médios de pH maiores que 6. O restante dos lotes apresentou pH entre 5,8 e 5,9.

3.2 Cor

Weglarz (2011) encontrou coloração mais clara na carne de novilhas, independentemente se os animais se encontravam alojados individualmente ou em grupos. Diferenças significativas para o tipo de alojamento foram encontradas apenas para touros e touros jovens; estes alojados individualmente apresentaram maiores valores para L^* , a^* , b^* , comparados aos alojados em grupos. Para vacas e novilhas, os parâmetros de coloração relacionados ao tipo de alojamento não foram significativos. Novilhas e touros alojados individualmente tiveram coloração de carne mais clara, possivelmente associada aos menores valores de pH.

Ao avaliar o estresse de bovinos terminados que receberam contato gentil baseado no método *Touch*, no início da vida e bovinos que receberam contato gentil semanas antes do abate, Probst et al. (2012, 2013), respectivamente, encontraram valores não significativos entre os tratamentos para coloração da carne comparados ao grupo controle. Segundo Tellington-Jones⁴ (1999, p. 64 apud PROBST et al. 2012, 2013) método TTtouch consiste em movimentos leves de dedos e mãos de forma circular sobre a pele do animal, nas regiões da cabeça e do pescoço.

Penã et al. (2014) avaliaram efeito do estresse por barulhos não familiares na qualidade da carne. A cor (L^* , a^* , b^*) analisada imediatamente após o abate apresentou valores de (28,26, 15,75, 8,82) e (31,3, 17,53, 9,48) 24 horas após o abate. A luminosidade e o tom de vermelho foram maiores 24 horas post mortem e o tom de amarelo tendeu a diminuir. Neste estudo, as carcaças apresentaram coloração vermelho médio para escuro.

Pérez-Linares et al. (2015) avaliaram o efeito do manejo pré-abate convencional na ocorrência de cortes DFD em 572 carcaças e classificaram como normais as carcaças que apresentaram pH de 5,4 a 5,8 e L^* de 40 a 60 e a DFD foi classificada como pH maior que 5,8 e L^* menor que 40. Assim, a coloração da carne normal foi L^* , a^* , b^* (36,29, 13,37, 6,53) e da carne DFD obteve (34,58, 13,90, 6,47). Associando coloração e pH, Pérez-Linares e

⁴ Tellington-Jones, L., 1999. Improve Your Horse's Well-being: A Step-by-step Guide to TTtouch and TTeam Training, 1st ed. Kenilworth Press Ltd, Addington, Buckingham, p. 64.

colaboradores encontraram 39,0% de frequência de DFD, o que pode ter sido levado pelas altas temperaturas no curral de descanso, pela falta de manutenção da pistola e de equipamentos, por funcionários despreparados realizando a insensibilização. A mistura de lotes de animais e consequentes brigas por dominância também podem ter levado à maior incidência de DFD.

3.3 Maciez

Ao avaliar a força de cisalhamento na carne de 42 animais da raça Charolês, 42 Limousin e 40 Retinta que sofreram estresse por barulhos não familiares durante o período de descanso, Peña et al. (2014) encontraram valor médio de 7,0kg/cm². De acordo com esse valor, a carne cozida pode ser considerada como dura utilizando a escala de Destefanis et al. (2008). Os touros que sofreram estresse ao pré-abate apresentaram valores maiores de força de cisalhamento no músculo *Longissimus thoracis*, comparados ao grupo controle; a tendência foi a mesma para os tempos de maturação 1, 7 e 21 dias. O estresse pode levar à maior utilização das reservas de glicogênio, resultando na menor queda do pH. O pH mais alto pode dificultar a liberação de cálcio e consequentemente a ativação de enzimas atuantes na maturação, resultando em uma carne menos macia. A raça não influenciou na maciez da carne.

Probst et al. (2012) avaliaram o efeito do contato humano ao início da vida em comparação a um grupo controle sobre a maciez da carne e observaram que animais com contato humano apresentaram carne mais macia. O contrário ocorreu no estudo de Probst et al. (2013), que encontrou valores maiores de força de cisalhamento para o grupo que teve contato com humanos semanas antes do abate comparados ao grupo controle.

3.4 Perdas por cocção

Frimpong et al. (2014) e Peña et al. (2014) encontraram correlações negativas entre o pH_{24h} e as perdas por cocção, ou seja, enquanto a porcentagem de perdas por cocção aumentou, o valor de pH diminuiu. O estudo feito por Frimpong et al. (2014) analisou o efeito do transporte e o

manejo pré-abate na qualidade da carne e resultou em 22,51% de perda por cocção, indicando o comprometimento da qualidade da carne.

O estudo realizado por Peña et al. (2014) comparou o grupo que sofreu estresse por barulhos desconhecidos no abatedouro e o grupo controle, em aspectos de qualidade da carne de três raças (Charolês, Limousin e Retinta) em três idades de maturação (1, 7 e 21 dias). O tratamento não influenciou nas perdas por cocção. Entre as raças, a Charolesa teve a maior perda por cocção (26,9%), enquanto a menor perda por cocção foi apresentada pela raça Limousin (25,2%).

Probst et al. (2012) não encontraram diferenças significativas nas perdas por cocção entre os animais que receberam contato humano no início da vida e o grupo controle. Probst et al. (2013) também não encontraram resultados significativos para perdas por cocção ao comparar os grupos que receberam contato humano semanas antes do abate e o grupo controle.

3.5 Prevalência de lesões

Ao analisar as carcaças de 490 fêmeas em um abatedouro no estado do Pará, Melo et al. (2015) encontraram 94,9% de prevalência de lesões, o que pode ser explicado pelas condições precárias de transporte na qual os animais foram submetidos (fluvial, rodoviário e em comitivas), além de terem permanecido em jejum durante o período de transporte, o que pode elevar o estresse. Valores semelhantes foram relatados por Andrade et al. (2008), os quais avaliaram lesões de animais transportados via fluvial no Mato Grosso do Sul, e encontraram 94,3% de predominância de lesões nas carcaças, o que pode ser explicado pelo tipo de transporte (comitiva, fluvial e rodoviário), pela longa distância de transporte (137 a 528km) e pelo alto tempo sem alimento (49 a 74 horas). Na avaliação de um abatedouro na cidade de Kumasi, em Gana, Frimpong et al. (2014) observaram que 60% de 200 carcaças avaliadas, possuíam contusões leves, enquanto 22% apresentavam contusões severas. Em contrapartida, Sornas, Rossi Júnior e Moizes (2016) avaliaram 253.583 carcaças em um abatedouro no estado do Paraná-BR e encontraram 10,3% de prevalência de lesões.

Em seu estudo, Melo et al (2015) quantificou a porção de tecido lesionada e retirada por toailete, resultando em 2,33kg retirados por animal. Sornas, Rossi Júnior e Moizes (2016) obtiveram 4,714 e 5,918kg de perda por macho e fêmea machucado, respectivamente, totalizando 45 toneladas de perdas em um ano no abatedouro analisado.

Ao avaliar as causas de lesões em carcaças durante o manejo e no transporte, Hoffman e Lühl (2012) descreveram que animais da raça Simmental e Brahman apresentaram mais contusões comparadas aos das raças Bonsmara e Simbrah, assim como fêmeas mais que machos. Tiveram mais contusões, bovinos com menor peso-vivo, sem gordura e com espessa gordura subcutânea (comparados aos com intermediária gordura subcutânea), com aparência de desidratados e com chifres. No transporte e na área de descanso, contusões aumentaram à medida que a área disponível por animal diminuiu. Contusões foram maiores onde os animais deitaram durante o transporte e receberam choques no momento do descarregamento o que levou ao maior número de quedas, disparadas e escorregões. Locais onde a rampa de desembarque e o caminhão não eram da mesma altura favoreceram as quedas e escorregões, aumentando as contusões. Quando a temperatura aumentou de 8 para 16°C, aumentou a ocorrência de contusões, possivelmente por conta da vasodilatação, na qual o sangue se encontra mais próximo da superfície da pele.

Melo et al. (2015) avaliaram o impacto econômico da ocorrência de lesões nas carcaças e relataram que o número e ocorrência de lesões, peso e tamanho dos mesmo e tecido descartado foi maior nos animais que viajaram entre 101 e 150km, comparado aos animais que viajaram de 0 a 50 km, 51 a 100 km e mais que 150 km.

4. Conclusão

Os estudos avaliados apresentaram diferentes metodologias, o que dificulta a comparação entre eles. Porém, conclui-se que aspectos de qualidade da carne como pH, maciez, coloração, perda ao cozimento são influenciadas pelo manejo pré-abate, assim como contusões, que devem ser

removidas por toaleta e prejudicam economicamente a atividade. Para minimizar problemas, é necessário que o bovino seja transportado em caminhões com boas condições, tenha o período de jejum respeitado, não sofra manejo agressivo, o tempo de transporte não seja excedido, tenha um ambiente de descanso calmo, seja insensibilizado com pistola de dardo cativo calibrado e que as instalações de manejo sejam adequadas, a fim de evitar o estresse e sofrimento animal e conseqüentemente a redução da qualidade da carne.

Referências

- ABERLE, E. D. et al. **Principles of meat science**. 4. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 2001.
- ANDRADE, E. N. et al. Prevalence of carcass bruising in cattle meat slaughtered in Pantanal, Mato Grosso do Sul state, after fluvial transport. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 28, n. 4, p. 822–829, 2008.
- APPLEBY, M. C. **Long distance transport and welfare of farm animals**. Wallingford: CABI, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. **Perfil da Pecuária no Brasil: relatório anual**. São Paulo: ABIEC, 2018.
- BRASIL. **Projeções do agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28: projeções de longo prazo**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. Manejo, transporte e controle humanitário de animais domésticos. In: _____ (Ed.). . **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4. ed. Barueri: Manoele, 2010. p. 199–215.
- DESTEFANIS, G. et al. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. **Meat Science**, Barking v. 78, n. 3, p. 153–156, 2008.
- FERNANDES, A. R. M. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, p. 139-147, 2008.
- FRIMPONG, S. et al. Effect of transportation and pre-slaughter handling on welfare and meat quality of cattle: case study of Kumasi abattoir, Ghana.

Veterinary Sciences, [S.l.] v. 1, n. 3, p. 174–191, 2014.

GRANDIN, T. Auditing animal welfare at slaughter plants. **Meat Science**, Barking, v. 86, n. 1, p. 56–65, 2010.

HENCHION, M. M.; MCCARTHY, M.; RESCONI, V. C. Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. **Meat Science**, Barking, v. 128, p. 1–7, 2017.

HOFFMAN, L. C.; LÜHL, J. Causes of cattle bruising during handling and transport in Namibia. **Meat Science**, Barking, v. 92, n. 2, p. 115–124, 2012.

LAWRIE, R.A. A qualidade sensorial da carne. In:_____. **Ciência da Carne**. Porto Alegre: Artmed, 2005. cap. 10, p. 249-298.

LEITE, C. R. et al. Influence of handling pre-slaughter cattle industry on the parameters of animal welfare and impacts in pH 24 hours post mortem. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 194–203, 2015.

LUDTKE, C. B. et al. **Abate Humanitário de Bovinos**. Rio de Janeiro: WSPA, 2012.

MACH, N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 3, p. 232–238, 2008.

MACIEL, M. V. et al. Métodos avaliativos das características qualitativas e organolépticas da carne de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 17–24, 2011.

MELO, W. O. et al. Economic impact of the occurrence of lesions in beef carcass slaughtered in the southeast of Pará. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 9, n. 3, p. 243–250, 2015.

MISSIO, R. L. et al. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

PEÑA, F. et al. Effects of stress by unfamiliar sounds on carcass and meat traits in bulls from three continental beef cattle breeds at different ageing times. **Meat Science**, Barking, v. 98, n. 4, p. 718–725, 2014.

PÉREZ-LINARES, C. et al. The effect of changing the pre-slaughter handling on bovine cattle DFD meat. **Revista MVZ Córdoba**, Córdoba, v. 20, n. 3, p. 4688–4697, 2015.

PROBST, J. K. et al. Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stress in beef cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 139, n. 1–2, p. 42–49, 2012.

PROBST, J. K. et al. Influence of gentle touching applied few weeks before slaughter on avoidance distance and slaughter stress in finishing cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 144, n. 1–2, p. 14–21, 2013.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2007.

ROMERO, M. H. et al. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. **Meat Science**, Barking, v. 95, n. 2, p. 256–263, 2013.

ROMERO, M. H. et al. Conventional versus modern abattoirs in Colombia: impacts on welfare indicators and risk factors for high muscle pH in commercial Zebu young bulls. **Meat Science**, Barking, v. 123, p. 173–181, 2017.

RUSHEN, J. et al. Acute or short-term challenges to animal welfare. In: CLIVE, P. (Ed.). **The Welfare of Cattle**. [s.l.] Springer, 2008. p. 115–141.

SORNAS, A. S.; ROSSI JUNIOR, P.; MOIZES, F. F. Losses occasioned by injuries in bovine carcass and its economic reflection in the state of Paraná. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 119–130, 2016.

WEGLARZ, A. Effect of pre-slaughter housing of different cattle categories on beef quality. **Animal Science Papers and Reports**, [S.l.] v. 29, n. 1, p. 43–52, 2011.

WILSON, W. G. Abate de animais. In: ____ (Ed.). **Wilson's inspeção prática da carne**. 7. ed. São Paulo: Editora Roca, 2009. p. 79–86.

Revisão crítica do uso de sensores acoplados a smartphones para o monitoramento de sinais cinéticos de equinos

Critical review of the use of sensors attached to smartphones for the monitoring of equine's kinetic signals

Matheus Biscaro Antunes dos Santos; Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa

1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico tem permitido a criação de ferramentas precisas e práticas, que tornam o dia-a-dia mais fácil. Um exemplo são os smartphones, que evoluíram dos celulares, que faziam apenas ligações e enviavam mensagens simples, para se tornarem completos computadores pessoais que cabem na palma das mãos. Os processadores poderosos possibilitaram a integração de câmeras, acesso à internet e sensores, que podem determinar a velocidade e localização no globo na qual o indivíduo portador do aparelho se encontra, contador de passos, entre muitos outros. Os sensores são utilizados de forma a colher informações do ambiente e transmiti-las, traduzindo para dados que possam ser interpretados, auxiliando na percepção do ambiente e na tomada de decisões que podem influenciar a produção de forma positiva.

Dadas estas circunstâncias, uma nova forma de produção surgiu, que utiliza de ferramentas tecnológicas para auxiliar nas atividades realizadas no campo, possibilitando maior controle dos produtores e trabalhadores sobre o ambiente, os animais e os possíveis fatores limitantes de cada produção, chamada zootecnia de precisão. Um exemplo da zootecnia de precisão, na avicultura, seria a utilização de sensores que detectam e avaliam a concentração de gases nocivos, como a amônia, no galpão. Gases estes que, em excesso, podem causar problemas respiratórios, restringindo o crescimento dos frangos e podendo causar até a morte.

No contexto da equinocultura, o Brasil possui em torno de 5,8 milhões de cavalos, assim sendo o maior rebanho da América Latina e o terceiro maior rebanho mundial, ocupando 500.000 pessoas, não contando os envolvidos

indiretamente no mercado do cavalo, e gerando um faturamento de aproximadamente 7,5 bilhões de reais, anualmente. Sua utilização para trabalho e para o esporte é muito valorizada e conhecida, e cada vez mais estes animais são utilizados por adoradores e aficionados para o lazer. Porém quando exposto a condições não ideais de alimentação e cuidados, pode ter problemas de saúde, que não apenas afetam a habilidade de trabalho do animal e seu desempenho em provas, como pode causar a sua morte. Nestas circunstâncias o prejuízo econômico que a perda de um cavalo de alto valor pode causar para o produtor é imenso, muitas vezes sendo animais insubstituíveis. Sob o ponto de vista emocional, a perda de um animal querido e amado para o dono e sua família pode causar danos emocionais imensuráveis.

O objetivo deste trabalho é analisar de forma prática a utilização de ferramentas tecnológicas, principalmente sensores presentes em smartphones, para a obtenção de dados da movimentação de equinos, e a partir destes dados, interpretá-los, auxiliando na tomada de decisões, e na criação de novas ferramentas, como aplicativos e programas de treinos personalizados.

2. Desenvolvimento

Este trabalho foi uma revisão analítica, temporal, de atualização e bibliográfica. Os artigos utilizados como referência para este trabalho foram colhidos em bases literárias, como Google Acadêmico, Elsevier, Scielo e na revista *Journal of Equine Veterinary Science*.

A revisão analítica implica fornecer o panorama geral do uso de sensores em smartphones para o monitoramento de equinos, seus sucessos e fracassos recolhidos em um período de 10 anos (2008-2018), mostrando os avanços no campo.

2.1. Sensores e seu uso no monitoramento de equinos

Existem diversos tipos de sensores presentes nos smartphones hoje em dia, entre os mais úteis e utilizados tem-se o GPS (*Global Positioning System*).

Este dispositivo recebe sinais de satélites posicionados em órbita, permitindo a visualização da localização do dispositivo no globo através da triangulação de sinais emitidos por 3 ou mais satélites em órbita (THOMPSON, 2017). Hampson et al. (2010) utilizaram um sistema de GPS de baixo peso em colares, em cavalos da raça norte-americana Standardbred, para averiguar a movimentação dos animais em diferentes tamanhos de piquetes. Os dados obtidos foram 100% confiáveis, e os pesquisadores constataram que os animais não sofreram lesões no local do colar, e não houve mudança no comportamento dos animais enquanto utilizavam o colar (HAMPSON et al., 2010). A dificuldade encontrada foi que os animais tiveram que ser recapturados para que a informação nos colares pudesse ser coletada pelos pesquisadores. Neste caso, o colar com GPS desenvolvido por Mann, Radoi e Arvind (2014) é mais eficiente, pois o colar com o sensor possui um sistema criado pelos próprios pesquisadores, que retransmite os dados a cada 15 segundos, não necessitando de um armazenamento interno. Assim que os animais entram no alcance de uma das seis bases coletoras instaladas em seu habitat, os dados são transmitidos. Estas bases, por sua vez, são interconectadas a um servidor ao qual os cientistas possuíam acesso (MANN; RADOI; ARVIND, 2014). Desta forma, não houve necessidade de recaptura dos animais para a coleta de dados, tornando o processo mais fácil de ser executado.

Acelerômetros e giroscópios também são comumente encontrados na maioria dos smartphones disponíveis hoje no mercado, e sua utilização para o monitoramento é abrangente, podendo ser utilizado de diversas maneiras. O acelerômetro é um sensor que mede aceleração linear de um objeto, representa também a variação da velocidade de um objeto em dado tempo. É um sensor tri-axial, medindo a aceleração em três eixos perpendiculares X, Y e Z (VIEIRA; AGUIAR, 2016). O giroscópio, geralmente integrado ao acelerômetro, é um dispositivo que mede a velocidade angular, agindo como uma placa que vibra, mostrando a mudança de direção (VIEIRA; AGUIAR, 2016).

Também presentes, e utilizados em conjunto com o acelerômetro para melhores resultados, existe o Pedômetro, que funciona como um medidor de passos. Burla et al. (2014) utilizaram um pedômetro em conjunto com acelerômetro para tentar determinar tipos de andamentos baseando-se na faixa dos valores individuais de aceleração. Os resultados obtidos foram promissores, conseguiu-se fazer a distinção entre os animais parados, passo, trote e galope. Porém a diferença entre trote e galope não pôde ser medida pois o pedômetro não conseguiu distinguir estes dois andamentos. (BURLA et al., 2014.)

Outro estudo, realizado por Warner, Koch e Pfau (2010) utilizou sensores alocados nas vertebbras das costas dos animais com o intuito de medir a simetria das costas durante o trote, auxiliando no diagnóstico de problemas na coluna de cavalos, visto que um movimento assimétrico pode ser subjetivamente e erroneamente julgado, impedindo um diagnóstico correto. Um movimento simétrico das costas é um sinal de um cavalo saudável (WARNER, KOCH; PFAU, 2010).

Thompson (2017), utilizou de smartphones modelo POSH Micro X S240, um modelo bem simples, com processador Dual Core de 1ghz e 512MB de memória RAM, demonstrando que um modelo simples e barato de smartphone pode realizar as medidas de forma eficiente. A pesquisadora utilizou o acelerômetro acoplado aos smartphones para capturar a limiar da aceleração para os 20 cavalos que foram estudados, com o intuito de determinar qual local de acoplamento é o mais preciso para determinar andaduras.

2.2. Acoplamento dos sensores aos animais

Os locais mais comuns para o acoplamento são cabeça, sobre a ganacha, e nas pernas dianteira e traseira, do lado direito, em caneleiras que ficam um pouco acima dos boletos (THOMPSON, 2017), por serem locais de fácil acesso, que não inibem o comportamento natural dos animais e não dificultam o manejo pelos tratadores. A comparação entre a vídeo análise e a contagem dos passos através dos dados obtidos pelo acelerômetro e processados no

software MATLAB demonstrou que, no geral, os três locais subestimaram a quantidade de passos dados pelos animais. Na perna dianteira direita não diferiu significativamente durante o passo, porém diferiu durante o trote e o cânter. Foi concluído que o local mais apropriado para acoplamento do smartphone foi na perna dianteira direita, pois a discrepância entre a contagem por vídeo e a contagem por acelerômetro foi menor do que a discrepância observada quando os smartphones foram acoplados à cabeça e à perna traseira (THOMPSON, 2017).

Björnsdotter e Maga (2017) alocaram smartphone Sony no dorso dos animais, preso por uma braçadeira na correia da sela, ficando sob a parte de baixo do dorso, na barriga. O porquê do local escolhido foi dito apenas que a correia mantém a sela no lugar, e todos que possuem uma sela também possuem uma correia.

Eckardt e Witte (2017), Burla et al. (2014) alocaram sensores nas pernas dianteiras, similares à Thompson (2017).

Mann, Radoi e Arvind (2014) e Radoi, Mann e Arvind (2015) alocaram um dispositivo GPS no pescoço dos animais, porém o intuito foi de rastrear e monitorar cavalos selvagens, com o uso de um GPS. Para um funcionamento ótimo do GPS, ele deve estar em uma parte mais alta dos animais para que a recepção do sinal seja melhor.

2.3 Aplicações práticas do uso de sensores e suas implicações

A tecnologia portátil pode trazer inúmeros benefícios ao produtor rural ao passo que os smartphones se tornam mais acessíveis, e operadoras aumentam a cobertura de internet 3G e 4G no país, demonstrando um mercado de grande potencial para crescimento.

Apesar de as ferramentas ainda não serem totalmente precisas, como analisado por Thompson (2017), cujo trabalho mostrou uma leve discrepância entre os dados obtidos pela análise de vídeo e pelo cálculo do acelerômetro, e Keegan et al. (2013), que concluíram que a avaliação da locomoção de equinos pode ser auxiliada pela utilização de sensores inertes, porém não pode substituir a avaliação subjetiva por um profissional, pois as duas avaliações

foram correlacionadas significativamente, porém não tiveram forte concordância, tais ferramentas já podem ser utilizadas no auxílio da produção animal. A evolução tecnológica constante aumenta ainda mais a perspectiva de sucesso nos próximos anos.

Por ser um campo relativamente novo, ainda estão sendo pesquisadas as possíveis aplicações práticas e os melhores métodos de aplicação delas. Porém, é notável a tendência da utilização dos sensores para o monitoramento de equinos com a finalidade de garantir maior bem-estar aos animais. É natural, tendo em vista o grande valor agregado e a demanda por desempenho de alto nível atribuído a animais de elite, que seus donos e cavaleiros necessitem que estes animais estejam sempre saudáveis. Em outro espectro, donos de cavalos que são utilizados para o lazer, prezam pela saúde de seus animais, pois atribuem a eles valor emocional inestimável.

Warner, Koch e Pfau (2010) utilizaram sensores alocados nas vertebrae de cavalos com o intuito de ajudar no diagnóstico de problemas de coluna durante a locomoção dos animais. Keegan et al. (2013) avaliaram se sensores podem auxiliar na detecção de manqueira e problemas de locomoção de cavalos, enquanto Khelifi et al. (2017) criaram um sistema de monitoramento de sinais vitais de cavalos utilizando sensores de batimento cardíaco, que levam informações a um aplicativo em um smartphone ou computador pessoal.

Nota-se também uma tendência voltada ao auxílio da detecção de andamentos e quantidade de trabalho exercido pelos animais, para a criação de programas de treinamento mais personalizados e eficientes, como demonstrado por Burla et al. (2014), Björnsdotter e Maga (2017) e Thompson (2017). A hipótese apresentada é de que, devido ao grande sucesso de rastreadores de atividade física para humanos disponíveis em smartphones, o mesmo poderia ser feito de forma a auxiliar na criação de programas de treinamento e no combate à obesidade equina (THOMPSON, 2017).

Dentro deste contexto de treinamentos personalizados, Pagan et al. (2017) utilizaram um sensor de batimentos cardíacos em conexão via Bluetooth com um smartphone, pela aplicação KER Clockit Sport, assim

calculando o tempo e frequência cardíaca média durante o exercício em cada andamento (passo, trote, cânter, galope e galope rápido). Os dados obtidos pelo sensor e transmitidos ao Smartphone foram utilizados para calcular o gasto energético de animais avançados, intermediários, preliminares e iniciantes, em 26 competições diferentes. Gasto energético semanal foi calculado para cada cavalo, assim como as exigências energéticas foram estimadas através do metabolismo basal. Os pesquisadores concluíram que a exigência energética é altamente correlacionada com distância percorrida total e tempo total. A tentativa de estimar o gasto energético através do sensor e do aplicativo no smartphone foi bem-sucedida, através do monitoramento dos exercícios semanais dos animais.

A interação cavalo-cavaleiro também é um ponto de interesse. De acordo com Keeling et al. (2008, apud GUIDI et al., 2016) o humano pode transmitir ao animal nervosismo, principalmente em situações de manejo e montaria. Eckardt e Witte (2017) buscaram avaliar tal interação a partir dos dados obtidos de um acelerômetro acoplado à um equino enquanto este era montado por um humano, que também possuía um acelerômetro, enquanto Guidi et al. (2016) avaliaram a confiabilidade de sistemas wireless para monitorar sinais vitais de equinos, em conjunto com a quantificação da interação cavalo-cavaleiro.

3. Discussão

Apesar de a tecnologia ser promissora, os trabalhos que demonstraram resultados mais coerentes foram os que utilizaram os sensores sozinhos nos animais, como Warner, Koch e Pfau (2010), Hampson et al. (2010) e Olsen, Andersen e Pfau (2012). Os trabalhos nos quais smartphones foram acoplados aos animais, tiveram problemas de discrepância entre os dados obtidos pelo sensor do aparelho, como Thompson (2017) descreve que a contagem por vídeo foi mais precisa que a contagem pelo acelerômetro. A ideia de se utilizar sensores integrados a smartphones para monitorar animais, e futuramente poder distinguir entre andamentos, como propôs Burla et al. (2014) e

Thompson (2017), é promissora, porém a tecnologia ainda deve evoluir mais para que se obtenham dados realmente precisos e aplicáveis na vida real.

Deve-se ter em mente a praticidade que tais ferramentas podem proporcionar a quem as estiver utilizando. Um exemplo bem sucedido pode ser o de Mann, Radoi e Arvind (2014) e de Radoi, Mann e Arvind (2015), no qual os dados obtidos pelo sensor GPS eram armazenados no próprio sistema criado pelos pesquisadores, e enviados ao servidor quando os animais entravam no alcance de uma das bases coletoras dos dados, mostrando-se superior ao sistema de Hampson et al. (2010), no qual os pesquisadores necessitavam pegar o sensor de animal por animal, para realizar a coleta de dados. Nota-se que, tanto para obtenção de dados de animais selvagens, como de animais a pasto, um sistema no qual os dados são enviados a um servidor, caso haja acesso à internet, ou à uma central para coleta futura dos pesquisadores, através de um sistema como Bluetooth, que não necessita de internet para funcionar, são superiores, pois não há necessidade de manejo para recuperação dos dispositivos, e os dados são enviados em tempo real, aumentando a dinamicidade da coleta para os estudos, assim como demonstrado por Pagan et al. (2017), em seu experimento também bem-sucedido de estimar o gasto energético de cavalos atletas durante competições, através de um smartphone com aplicativo KER Clockit Sport e um sensor posicionado nos animais para coletar os dados, enquanto o smartphone servia como a central que recebia tais informações e as traduzia para a leitura.

A praticidade e aplicabilidade no campo devem ser as preocupações centrais quando desenvolvendo tais dispositivos, visto que estes devem contribuir e facilitar o controle, manejo e tomada de decisões para os trabalhadores, donos de haras, cavaleiros. Sistemas muito complexos ou pouco práticos, como o proposto por Björnsdotter e Maga (2017) e Hampson et al. (2010) são bons para pesquisa, porém pouco aplicáveis na vida real. Exemplo disso, os dados, quando armazenados nos próprios dispositivos, os smartphones de Björnsdotter e Maga (2017), poderiam ter sido perdidos por mal funcionamento, ou derrubados do equino, e este poderia ter danificado o

aparelho, causando perda dos dados obtidos. Além disso, os dados obtidos necessitaram de um algoritmo de desenvolvimento dos próprios pesquisadores para que se pudesse ser traduzido para uma linguagem inteligível (BJÖRNSDOTTER; MAGA, 2017), o que é pouco aplicável na vida real, no qual o produtor necessita dos dados já traduzidos e prontos para leitura no momento de sua obtenção.

Tendo isto em vista, este ainda é um campo com muito potencial para desenvolvimento e crescimento, principalmente devido à tecnologia estar em constante evolução. Porém a tecnologia usada no campo, só faz sentido quando de fato facilita o trabalho, sem complicações e complexidades desnecessárias. As ideias de Mann, Radoi e Arvind (2014) e de Pagan et al. (2017) podem ser inspiradoras, utilizando um sistema wireless de monitoramento de animais, ou utilizando uma central de coleta de dados em tempo real via Bluetooth, para coletar os mais diversos tipos de dados, como velocidade, distância percorrida, tempo de duração da atividade, entre outros.

Ferramentas como câmeras de smartphones ainda são pouco utilizadas na produção animal, porém tem um grande potencial. Quando colocado no contexto da equinocultura, pode-se criar um aplicativo que utiliza a câmera para reconhecimento do andamento do animal, sem a necessidade da contagem de passos, como é feito normalmente. Deve-se aliar a necessidade à tecnologia e ao bom-senso, para criar ferramentas que de fato auxiliarão no campo, sempre tendo em vista o bem-estar, o comportamento natural e a anatomia dos animais estudados, a fim de não os comprometer.

Outro nicho promissor é o demonstrado por Khelifi et al. (2017), no qual os pesquisadores criaram um sistema autômato de monitoramento de batimentos cardíacos de equinos.

Percebe-se uma forte tendência da utilização da tecnologia no auxílio de diagnósticos de problemas de saúde, e sistemas que visam o bem-estar dos animais, como monitoramento de sinais vitais (KHELIFI et al., 2017), detecção de problemas de locomoção (LOPES; ELEUTERIO; MIRA, 2018; OLSEN; ANDERSEN; PFAU, 2012; WARNER; KOCH; PFAU, 2010). Há também uma tendência voltada à animais atletas, como determinação de

andamentos (BJÖRNSDOTTER; MAGA, 2017; BURLA et al. 2014; THOMPSON, 2017;), no qual estima-se que tais dados poderão futuramente ser utilizados para conceber programas de treinamento e gasto calórico personalizados para cada animal.

Apesar a interação cavalo-cavaleiro também ter sido estudada, por Eckardt e Witte (2017) e Guidi et al. (2016), os trabalhos não obtiveram resultados palpáveis, pois este é um conceito ainda muito subjetivo para ser traduzido em números e captado por sensores.

4. Conclusão

Analisando estes trabalhos, pode-se concluir que os adventos dos Smartphones, das tecnologias Wireless e da Internet permitiram uma grande gama de possibilidades a serem exploradas no que diz respeito ao seu uso na produção animal, que vem crescendo conforme mais formas de uso são descobertas e pesquisadas. Juntamente com a tecnologia, a preocupação com o bem-estar dos animais também vem crescendo, assim percebe-se uma tendência na utilização da tecnologia visando o bem-estar na produção animal.

Ainda que em estágios iniciais de desenvolvimento, a utilização dos smartphones na produção animal é promissora, e tem muitas possibilidades e campos a serem explorados. Porém, deve-se sempre ter em mente a praticidade e a instintividade que tais ferramentas necessitam apresentar para que seu uso no campo seja bem-sucedido, e por hora, estas ainda não apresentam tais atributos. Discrepâncias com os métodos originais persistem, todavia, a tecnologia evolui de forma rápida, o que leva a acreditar que nos próximos anos ferramentas mais e mais precisas serão desenvolvidas, e auxiliarão no campo conforme o necessário.

Devido a possíveis problemas na coleta de dados, perdas e danos que os equinos podem realizar nos smartphones durante o uso, seria mais interessante que estes aparelhos funcionassem como captadores dos dados obtidos, como uma central, via Bluetooth ou Internet, de preferência em tempo real, sendo a função da captação feita por sensores, que são mais

baratos e compactos, a fim de evitar perdas financeiras que a destruição de um smartphone poderia acarretar, assim como a perda de dados durante a pesquisa, causando contratempos aos pesquisadores e a quem estiver utilizando a tecnologia a trabalho.

O crescimento da utilização da tecnologia no meio rural é iminente, no entanto ela deve ser aliada ao conhecimento e ao bom-senso, para que se tire o maior proveito deste potencial, que realmente ajude a obter melhores resultados, como aumento na produção, avaliações de saúde dos animais ou melhorias no desempenho dos mesmos.

Referências

BJÖRNSDOTTER, S.; MAGA, M. **Development of equine gait recognition algorithm**. 2017. 55 f. Master Thesis (Biomedical Engineering) – Faculty of Engineering, Lund University, 2017.

BURLA, J. B. et al. Gait determination and activity measurement in horses using an accelerometer. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 102, p. 127–133, 2014.

ECKARDT, F.; WITTE, K. Horse–rider interaction: a new method based on inertial measurement units. **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 55, p. 1–8, 2017.

GUIDI, A. et al. A wearable system for the evaluation of the human-horse interaction: a preliminary study. **Electronics**, Basel, v. 5, n. 4, p. 63, 2016.

HAMPSON, B. A. et al. Monitoring distances travelled by horses using GPS tracking collars. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 88, n. 5, p. 176–181, 2010.

KEEGAN, K. G. et al. Comparison of a body-mounted inertial sensor system–based method with subjective evaluation for detection of lameness in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 74, n. 1, p.17-24, 2013.

KHELIFI, A. et al. An automated system for monitoring horses vital signs using heart beat sensors. In: *Palestinian International Conference on Information and Communication Technology - PICICT*, 2017, Gaza. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE, 2017. p. 53–59.

LOPES, M. A. F.; ELEUTERIO, A.; MIRA, M. C. Objective detection and quantification of irregular gait with a portable inertial sensor-based system in horses during an endurance race: a preliminary assessment. **Journal of**

Equine Veterinary Science, Wildomar, v. 70, p. 123–129, 2018.

MANN, J.; RADOI, I. E.; ARVIND, D. K. Prospeckz-5: a wireless sensor platform for tracking and monitoring of wild horses. In: EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN, 17., 2014, Verona. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE, 2014. p. 700–703.

OLSEN, E.; ANDERSEN, P. H.; PFAU, T. Accuracy and precision of equine gait event detection during walking with limb and trunk mounted inertial sensors. **Sensors (Switzerland)**, v. 12, n. 6, p. 8145–8156, 2012.

PAGAN, J. D. et al. Estimating digestible energy requirements of three-day-event horses using KER ClockIt Sport smartphone application. **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 52, p. 90, 2017.

RADOI, I. E.; MANN, J.; ARVIND, D. K. Tracking and monitoring horses in the wild using wireless sensor networks. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS AND MOBILE COMPUTING, NETWORKING AND COMMUNICATIONS – WIMOB, 11., 2015, Abu Dhabi. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE, 2015. p. 732–739.

THOMPSON, C. J. **Sensor placement effects acceleration data for monitoring equine activity**. 2017. 85 f. Thesis (Master Science) – Faculty of the Graduate College, University of Nebraska, Lincoln, 2017.

VIEIRA, L. P.; AGUIAR, C. E. Mecânica com o acelerômetro de smartphones e tablets. **Física na Escola**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 8-14, 2016.

WARNER, S. M.; KOCH, T. O.; PFAU, T. Inertial sensors for assessment of back movement in horses during locomotion over ground. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 42, suppl. 38, p. 417–424, 2010.

Efeito da debicagem no bem-estar de poedeiras
Effect of beak trimming on the welfare of laying hens

Zenaide Martins da Silva, Prof. Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho

1. Introdução

O consumo de ovos faz parte da dieta há anos, por ser um alimento completo e conter boa parte dos nutrientes necessários na alimentação humana. A facilidade em encontrar tal alimento fez com que a comercialização fosse comum em diversas regiões e culturas do globo, e com o passar dos anos as linhagens utilizadas para tal emprego foram especializadas geneticamente para alta produção de ovos.

Os dados apontam um aumento percentual no total de ovos produzidos e consumidos no Brasil, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística) em 2017 a produção de ovos de galinha foi de aproximadamente 3,3 milhões de mil dúzias, 6,7% a mais do que em 2016. Desses ovos, segundo o relatório da ABPA (2018) 99,74% foi destinado ao consumo interno do país, pois o consumo per capita aumenta a cada ano.

A produção de ovos, segundo a FAO (Food and Agriculture Organization) (2015), foi expandida aproximadamente em 276% de 1967 até 2015, e tem projeção de crescimento, aumentando de 70 milhões de toneladas produzidas no mundo em 2015 para até 89 milhões de toneladas no ano de 2030.

Parte desse amplo mercado consumidor exige cada vez mais informações sobre as metodologias adotadas durante o processo de produção animal, e começam a optar mais por produtos que estejam de acordo com as boas práticas de manejo e bem-estar animal.

O sistema de produção em que os animais são mantidos pode influenciar no bem-estar, no comportamento e no desempenho das aves. Apesar do aumento da produção de ovos em sistemas de criação alternativos com aves soltas, ou com mais espaço disponível nas gaiolas, ainda prevalece no Brasil e no mundo, o sistema convencional de alta densidade que é uma

prática para aumentar o número de aves alojadas e maximizar a produção. Existem questionamentos sobre esses tipos de sistemas, e a relação com o bem-estar das aves.

Para ser possível dizer que os animais estão em bem-estar, o mínimo a ser atendido são as cinco liberdades, que englobam a liberdade de fome e sede, de dor e doenças, medo e estresse, desconforto, e ser livre para expressar seu comportamento natural. Para uma boa produção, essas condições devem ser aliadas ao manejo, para assegurar a sanidade e higidez.

Algumas práticas de manejo com poedeiras podem ser estressantes, e quando malfeitas, interferem no bem-estar das aves. Uma dessas é a debicagem, a retirada de uma parte do bico das aves, que tem como função diminuir os danos que eventualmente são causados pela alta densidade do sistema em que são alojadas, como o arranque das penas e o canibalismo. Além disso, também pode favorecer a ingestão uniforme do alimento, por propiciar a seleção de partículas.

Metodologias alternativas e menos invasivas de debicagem, como por exemplo, a de radiação infravermelha, vem sendo utilizadas em granjas de produção de ovos. Diferentemente, da debicagem convencional, não há um corte, e sim uma exposição do bico a um feixe de radiação, fazendo com que ocorra uma queda gradual da região exposta em alguns dias após o procedimento.

Diante do exposto, o objetivo desta revisão será o de estudar o efeito dos diferentes tipos de debicagem e sua relação com o bem-estar de poedeiras comerciais.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral sobre diferentes manejos de debicagem e seus efeitos no bem-estar de poedeiras comerciais com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2008 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em: livros, artigos em periódicos indexados e artigos em eventos científicos.

2.1 Sistemas de criação e bem-estar

Existe uma tendência para que os produtores de ovos ajustem seus manejos utilizados na produção para atendimento do mercado consumidor. Diversos compradores impõem novas regras para o alojamento das poedeiras e, atualmente várias cadeias de restaurantes, hotéis e supermercados se interessam pela mudança dos alojamentos para proporcionar um bem-estar maior (BELZER, 2019).

O que tem grande influência na qualidade de vida das aves são os sistemas de produção. Dentre os sistemas amplamente utilizados na Europa, o mais popular é a gaiola enriquecida, que representa hoje 50% da produção, e se baseia em linhas de gaiolas com espaço aproximado de 800 cm²/ave, além de enriquecimentos diversos como espaço de poleiro, ninhos, e banho de areia. Além disto, próximo de 14% da produção de ovos na Europa é realizada utilizando-se o sistema *free range*, que permite que as aves tenham acesso a áreas externas aos galpões (BELZER, 2019).

No Brasil, predomina a criação de poedeiras em gaiolas tanto em sistema vertical como piramidal. No sistema do tipo “vertical”, há esteiras para coleta de ovos e dejetos e as gaiolas estão dispostas em vários andares com corredores entre elas, e cada gaiola tem um espaço variável, em média de 400 cm², e a densidade de alojamento é também é relativo. Já no sistema tipo piramidal, a coleta dos dejetos não é feita por esteiras, e a coleta dos ovos pode ser manual ou por esteiras (BELZER, 2019).

Esse sistema em baterias de gaiolas (sistema vertical) apresenta algumas vantagens, entre elas um melhor manejo dos excrementos, elevado controle de parasitas e capacidade de abrigar uma alta densidade de animais. Como inconveniente, necessita de um elevado investimento inicial, por conta dos galpões, instrumentos e aparelhos essenciais (ROCHA; LARA; BAIÃO, 2008; ARAÚJO NETTO et al., 2018).

O estresse entre os animais, inclusive nas as aves de postura, pode provocar diversos comportamentos indesejáveis, como remoção de penas com o bico, que podem causar lesões. A característica de um alto nível de bem-estar dentro do sistema de criação é uma boa relação entre conforto, baixo estresse e a liberdade

para a expressão comportamento natural do animal (ARAÚJO NETTO et al., 2018).

2.2 Importância da debicagem

As aves têm um bico capaz de executar diversas funções, entre elas a seleção e ingestão de alimentos, para defesa e para ataque. O instinto de bicar das aves de um plantel, principalmente o das dominantes, pode provocar um estresse crônico nos animais, afetando negativamente o consumo e assim piorando a conversão alimentar, prejudicando índices produtivos e influenciando na qualidade dos ovos, portanto para evitar essas atividades indesejadas, é recomendada a debicagem das aves, principalmente em criações intensivas e/ou com alta densidade de alojamento (GONÇALVES et al., 2010; BAGGIO et al., 2018).

A debicagem é uma prática é comum na produção industrial de poedeiras, com a finalidade de prevenir o canibalismo e lesões associadas às bicadas e arranque de penas entre as aves. O canibalismo pode ocorrer sem qualquer fator predisponente quando, por exemplo, as aves experimentam o sangue devido a presença de alguma lesão. Esta ação também evita um maior desperdício de alimento, o que favorece a conversão alimentar. Uma menor agressividade, melhor taxa de postura, redução na perda dos ovos por bicadas e diminuição na mortalidade das aves vem sendo observada quando a técnica da debicagem é aplicada. (LAGANÁ et al., 2011; BASTOS-LEITE et al., 2016). E mesmo sendo considerada vantajosa, a debicagem as aves a um grande estresse, pela necessidade de manipulação de todos os animais do lote (VIEIRA FILHO et al., 2016). Esse tipo de manejo, que envolve a remoção parcial do bico, deve ser feito de maneira correta, já que sem o uso correto da técnica, os animais podem ser prejudicados e o produtor também, em decorrência da alta mortalidade, especialmente na fase de postura (RIBEIRO; GAMBARO, 2019).

2.3 Debicagem com lâmina quente

A lâmina quente é o método mais convencional utilizado, geralmente o procedimento é feito nos primeiros 10 dias de vida das pintainhas, usando uma lâmina superaquecida por volta dos 750°C, até ficar rubra, que corta e

cauteriza o tecido do bico. Entre 7 e 10 semanas de idade da ave é comum a necessidade de fazer um repasse, ou seja, a segunda debicagem. Atualmente existem outras opções para o processo, mas este manejo de debicagem ainda é comumente utilizado e realizado manualmente. A Figura 1 mostra uma ave com tratamento de bico realizado corretamente (DENNIS; CHENG, 2012).

São feitas algumas recomendações para que a prática seja executada de maneira correta, como o uso de mão-de-obra qualificada para realização do procedimento tais como a limpeza e desinfecção dos equipamentos antes do processo de debicagem, a imobilização apropriada dos animais (segurar a cabeça do pintinho de modo que fique reta, imobilizar as asas e segurar as galinhas pelas pernas e cabeça, a fim de colocar o dedo debaixo do bico para retrain a língua), o uso de pirômetro ou termômetro apropriado para medir a temperatura da lâmina (RIBEIRO; GAMBARO, 2019).

Figura 1 - Exemplo de debicagem com lâmina quente bem-sucedida



Fonte: Ribeiro; Gambaro, 2019

Dois dias antes e dois dias após a realização do procedimento, uma solução de eletrólitos e vitaminas deve ser oferecida, para auxiliar na cicatrização do bico e diminuir o estresse das aves, e não se deve realizar esse manejo em animais ou lotes de aves doentes ou feridas (RIBEIRO; GAMBARO, 2019).

2.4 Debicagens alternativas

Novas formas de debicagem vêm sendo introduzidas na produção de poedeiras. Na técnica realizada através de radiação infravermelha, ao invés do corte, o procedimento é expor o tecido à um feixe de radiação que leva à queda gradual do bico em até 14 dias. Este procedimento é vantajoso pela ausência de sangramento, sendo assim ocorre menor risco de contaminação microbiana (VIEIRA FILHO et al., 2016).

Esse processo de radiação é completamente automatizado, em que as pintainhas de um dia são imobilizadas, e um laser de alta intensidade calorífica penetra através da córnea e impede o crescimento da camada germinativa do bico. Após o procedimento, o tecido córneo permanece intacto, até que comece a se desfazer em até quatorze dias. (MARCHANT-FORDE et al., 2008)

Em um estudo comparativo entre a debicagem com lâmina quente e a infravermelha, os autores Dennis e Cheng (2010) encontraram uma redução no tempo gasto se alimentando, e uma maior massa corporal nas aves que utilizaram o método alternativo em comparação com a lâmina quente.

Os autores Vieira Filho et al. (2016) que estudaram a influência das debicagens à laser e infravermelho em poedeiras, relatam que esta última, quando utilizada na primeira semana de vida, se apresenta viável em relação ao desempenho produtivo das mesmas, e à qualidade dos ovos, que permanecem sem alteração.

Além disto, existe uma nova metodologia sendo utilizada: o corte único em bisel, que é realizado em aves com 10 dias de idade, realizando um corte com uma lâmina incandescente em forma de V, que faz o corte lateralmente rente a narina da ave, que faz com que o bico perca a capacidade de pinçar. Apesar da mortalidade inicial causada pela técnica, a isenção da segunda debicagem a torna atrativa (RIBEIRO; GAMBARO, 2019).

3. Discussão

Segundo Dennis e Cheng (2010), quando se compara o tratamento por radiação infravermelha com a tradicional lâmina quente, em aves da

linhagem Bovans White, constata-se que o método alternativo de debicagem proporciona uma redução na agressividade dos animais e melhora a condição de empenamento. As aves debicadas pela radiação infravermelha além de gastar um tempo menor para ingerir o alimento, também apresentaram maior massa corporal, quando comparadas às aves em que foi feito o procedimento tradicional, mostrando uma melhor eficiência alimentar de um método quando comparado a outro (VIEIRA FILHO et al., 2016).

Em uma comparação do tratamento de bico entre o infravermelho e a lâmina quente, nota-se que a primeira exige um menor tempo para recuperação e a ave volta a consumir normalmente o alimento em menos tempo que no procedimento mais usual (MARCHANT-FORDE, 2008). Em outro estudo, Dennis e Cheng (2010) observaram que o tratamento de bico por radiação infravermelha também proporcionou os mesmos resultados produtivos esperados para o tratamento por lâmina quente, se mostrando uma alternativa viável para a realização de uma primeira debicagem em poedeiras comerciais.

Os autores Vieira Filho et al. (2016) encontraram que a ausência da segunda debicagem, na décima semana de vida da ave, não leva ao canibalismo, e não influencia nos índices que produção estudada, para as linhagens utilizadas. Além disto, não se observou também nenhuma diferença entre a qualidade dos ovos, nem interna nem externa, com ou sem a debicagem na cria e recria.

Os autores Baggio et al. (2018) têm resultados que discordam parcialmente de pesquisas já citadas, encontrando que a apara do bico não foi suficiente para impedir a seleção dos componentes de alimentação das poedeiras, e que o sistema de criação em pisos resultou em maior seletividade pelas aves na fase de cria e recria, e menor seletividade na fase produtiva. Destaca-se que o efeito mostrado é de um sistema de criação, para frações específicas da ração, e que pode ter sofrido influência do tipo de alimentador usado, da presença ou não de camas, da densidade de alojamento, enriquecimento ambiental no piso e diversos fatores não especificados.

Na pesquisa dos autores Vieira Filho et al. (2018) são encontrados resultados indicando que a apara do bico por radiação infravermelha pode ser aplicado nas aves estudadas sem efeitos no desenvolvimento e crescimento delas. Além de afirmar a possibilidade de ser feita apenas uma debicagem, tanto por lâmina quente quanto por radiação, na primeira semana de idade, sem prejuízos.

A prática da debicagem deve ser analisada com critério, já que se a técnica for totalmente excluída do manejo, pode haver um aumento dos índices de mortalidade, assim como ocorreu no experimento comparando aves que não passaram e que passaram pela debicagem apenas uma vez aos nove dias de vida, onde o resultado foi um aumento de 40% de mortes por canibalismo nas aves com o bico inteiro (GUESDON et al., 2006).

4. Conclusão

A debicagem por radiação infravermelha é um método alternativo que pode ser mais atrativo tanto em relação ao bem-estar das aves quanto no que se refere aos índices zootécnicos que também são importantes para uma produção viável.

Referências

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual** 2018. São Paulo. 2018.

ARAÚJO NETTO, D. et al . Production of laying hens in different rearing systems under hot weather. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 40, p. e37677, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86722018000100303&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 6 out. 2018.

BAGGIO, R. A. et al. Feed selectivity of laying hens undergoing different beak trimming in two rearing systems. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 48, n. 10, 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018001000651&lang=pt>. Acesso em: 2 abr. 2019.

BELZER, R. A produção Brasileira de ovos e perspectivas. In: FARIA, D. E. de et al. **Produção e Processamento de Ovos de Poedeiras Comerciais**. Campinas: Facta, 2019. Cap. 1. p. 2-18.

BASTOS-LEITE, S. C. et al. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de debicagem. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró v. 10, n. 2, p. 110-115, 2016. Disponível em: < <https://rbmv.org/index.php/acta/article/view/5484>>. Acesso em: 20 out. 2018.

DENNIS, R.L.; CHENG, H.W. A comparison of infrared and hot blade beak trimming in laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v.9, p.716-719, 2010.

DENNIS, R. L.; CHENG, H. W. Effects of different infrared beak treatment protocols on chicken welfare and physiology. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, n. 7, p. 1499-1505, 2012. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/91/7/1499/1521795>>. Acesso em: 5 out. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Statistical Yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2015.

GUESDON, V. et al. Effect of beak trimming and cage design on laying hens performance and egg quality. **British Poultry Science**, London, v.47, p.1-12, 2006.

GONÇALVES, F. M. et al. Administração de antibiótico em poedeiras semipesadas durante o processo de debicagem. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba , v. 59, n. 226, p. 295-298, jun. 2010 . Disponível em <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922010000200016&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 9 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção de ovos de galinha - POG**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9216-pesquisa-trimestral-da-producao-de-ovos-de-galinha.html?edicao=20521&t=resultados>>. Acesso em: 6 out. 2018.

LAGANÁ, C. et al. Influência de métodos de debicagem e do tipo de bebedouro no desempenho e na qualidade dos ovos de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.1217-1221, 2011.

MARCHANT-FORDE, R. M. et. al. Comparative effects of infrared and one-third hot-blade trimming on beak topography, behavior, and growth. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 8, p. 1474-1483, 2008.

RIBEIRO, P. de A. P.; GAMBARO, D. do V. Manejo nas Fases de Cria e Recria. In: FARIA, D. E. de et al. **Produção e Processamento de Ovos de Poedeiras Comerciais**. Campinas: Facta, 2019. Cap. 5. p. 93-98.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C. Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2008. Disponível em <<http://www.rcvt.org.br/suplemento11/49-55.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2018.

VIEIRA FILHO, J. A. et al. Production index and quality of eggs of laying hens subjected to different methods of beak trimming. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 6, p. 759-765, jun. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2016000600759&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 6 out. 2018.

VIEIRA FILHO, J. A. et al. Production Indicators and Levels of Corticosterone in Pullets Treated with Beak-Trimming Protocols. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 63-70, 2018.

Capítulo 2: Inovação e Tecnologia

Sustentabilidade na produção de carne bovina: sistema convencional ou in vitro?

Sustainability in beef production: conventional or in vitro system?

Alice da Silva Almeida, Profa. Dra. Janaina Silveira da Silva

1. Introdução

O Brasil possui atualmente um rebanho de 214,6 milhões de cabeças, sendo o maior rebanho bovino do mundo. A pecuária bovina de corte expressa influência na economia brasileira, representando 8,7% do produto interno bruto (PIB) brasileiro total de 2018 (ABIEC, 2019). Nos últimos anos, a produção mundial de carne vem crescendo exponencialmente decorrente do crescimento populacional, urbanização e crescente riqueza mundial, sendo um enorme desafio desenvolver um sistema de produção sustentável (SHARMA; THIND; KAUR, 2015).

A bovinocultura de corte brasileira, predominantemente extensiva, vem sendo citada como uma relevante atividade geradora de impactos ambientais (AMARAL et al., 2012). Os principais pontos criticados na produção de carne bovina são a utilização intensiva da água e da terra, o desmatamento, a perda da biodiversidade, a produção de gases poluentes, bem como, o bem-estar animal. É crescente a comoção da população para pontos referentes à preservação ambiental com a conscientização da importância de práticas que promovam a sustentabilidade ambiental e socioeconômica (CLAUDINO, 2014).

Ao longo da história, especialistas vem trabalhando no desenvolvimento de alternativas sustentáveis e rentáveis para a produção de carne bovina. Dentre as tecnologias desenvolvidas, a indústria alimentícia implantou no mercado a “carne in vitro”, que propõe conciliar a vontade do consumidor de comer carne com a garantia de segurança alimentar, dieta saudável e a redução da carga ambiental proveniente da produção de alimentos (STEPHENS et al., 2018).

Frente ao exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar uma revisão crítica sistematizada para elucidar os desafios e implicações da produção de carne *in vitro*, tal como, sistemas sustentáveis de produção de carne bovina.

2. Desenvolvimento

Esta revisão fornece um panorama geral do desenvolvimento da produção da carne *in vitro* como alternativa para uma produção sustentável, assim como, o sistema de produção de carne bovina convencional, com suas inovações atuais. O método de pesquisa foi realizado de analítica, temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Google Acadêmico, PubMed, Scopus, SciELO, Web of Science, Mendeley, ScienceDirect.

2.1. Origem e produção da carne *in vitro*

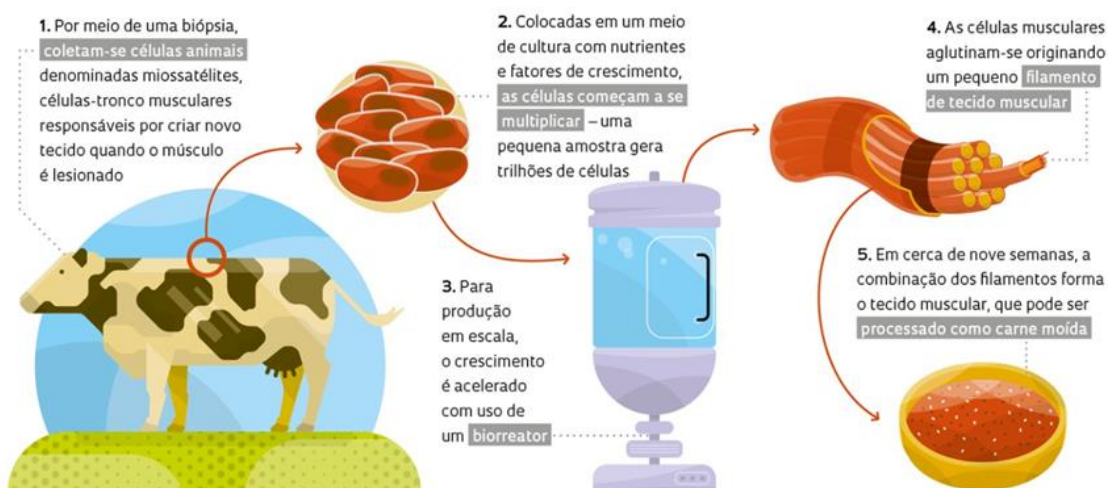
Em 1912, Alexis Carrel realizou um estudo com um pintinho, onde conseguiu manter pulsando um pedaço do músculo cardíaco do animal dentro de uma placa de Petri, demonstrando a possibilidade de manter o tecido com vida fora do corpo, desde que fosse nutrido. Em 1999, surgiu o conceito *in vitro* com a utilização de células tronco por Willem Van Eelen que idealizou a possibilidade de utilizar a cultura de tecidos a fim de obter carne, mas somente em 2003 ocorreu a produção da primeira carne *in vitro* (BHAT; FAYAZ, 2011). A qual deve atender os seguintes aspectos: ser produzida sustentavelmente, com eficiência, com textura, aparência e sabor semelhantes ao da carne provinda do animal, além de atender as necessidades e requisitos dos consumidores (MORITZ; VERBRUGGEN; POST, 2015).

O processo de produção da carne *in vitro* consiste no cultivo de células-tronco que possuem a habilidade de proliferar e diferenciar-se. As células são coletadas do músculo esquelético bovino, através de um procedimento de biópsia (1ª etapa). Posteriormente, é realizada a extração de células não

diferenciadas (células-tronco) do animal, a fim de transferi-las a um meio apropriado (2ª etapa), onde possui nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento (3ª etapa) e diferenciação de células-troncos (4ª etapa) em células maduras (musculares), finalizando com a montagem da carne processada (5ª etapa) (Figura 1) (BHAT; KUMAR; FAYAZ, 2015; KUMAR et al., 2014).

Para a realização do cultivo em alta escala, é necessário a utilização de biorreatores que possibilitam o crescimento celular e diminuição da instabilidade do meio de cultivo. O desenvolvimento do material nos biorreatores necessita de condições ideais para que se obtenha sucesso no procedimento, envolvendo assim: pH, temperatura, oxigênio, tal como, a extração de metabólitos e resíduos que dificultam a expansão do volume de cultivo no biorreator quando não estão adequadas. Além disso, dentro do processo de cultivo em grande escala há uma necessidade de elevada produção de células para a obtenção de pequenas quantidades de carne cultivada, sendo uma das implicações para o êxito desse procedimento (PANCHALINGAM et al., 2015).

Figura 1 – Principais etapas do desenvolvimento da carne moída em laboratório



Fonte: TUNES, S. Bife de Laboratório. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, v. 281, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2019/07/070-075_Carne-artificial_281.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2020.

2.2. Benefícios e implicações da carne in vitro.

A carne *in vitro* possibilita minimizar a emissão de GEE (gases de efeito estufa) em torno de 78-96%, além de diminuir a área utilizada para pecuária de corte, tal como, a redução de áreas desmatadas, auxiliando na conservação de animais selvagens através da preservação do seu habitat natural (SERGELIDIS, 2019). Outra vantagem da carne *in vitro* quando comparada com a produção de carne bovina convencional, é referente à segurança alimentar ao consumidor, pois não está sujeita a diversos fatores ambientais, doenças e patógenos que podem ser geradores de possíveis contaminações alimentares (POST, 2012).

Apesar dos benefícios citados, a carne *in vitro* ainda possui algumas implicações relacionadas ao processo de produção, custo e viabilidade. O método atual utilizado é baseado na disposição de colágeno como andaime, que possibilita a sua aplicação apenas em produtos processados (2D), assim, para a aquisição de novos produtos, outra metodologia deve ser utilizada, como a sobreposição de diversas folhas convergentes da cultura de miócitos, obtendo-se produtos tridimensionais (3D). Esse método necessita de um volume elevado de tecido muscular e de nutrientes, sendo um empecilho na produção. Portanto, a utilização desse método gera um alto custo na produção, inviabilizando o processo em alta escala (DATAR; BETTI, 2010). Ressaltando que nenhuma melhoria foi realizada até o momento que possibilite a produção em larga escala, pois, alguns fatores e parâmetros do processo devem ser mais analisados (SERGELIDIS, 2019).

Além disso, o cultivo de células em laboratório (pequena escala) também não é viável, devido à necessidade de energia, matéria prima e água, conseqüentemente, tornando também inviável a produção em alta escala (MORITZ; VERBRUGGEN; POST, 2015). Estima-se que para a formação de aproximadamente 1 quilo de carne *in vitro* requer a produção de 5×10^{10} células/mL, obtendo apenas 200 g do produto final (processado). Assim como, durante a expansão celular é necessário a utilização de no mínimo 45L de substrato e 20L na diferenciação celular (POST, 2012). Outro entrave importante é o alto custo de produção que dificulta a comercialização deste produto (WOLL; BÖHM, 2018), bem como, aceitação dos consumidores para

popularizar estas iniciativas, aspectos religiosos, diferenças culturais, entre outros aspectos (VITAL et al., 2017).

2.3. Viabilidade da produção de carne bovina sustentável

A pecuária de corte brasileira detém grande parte do seu rebanho produzido a pasto, considerado um sistema econômico e de fácil criação (DIAS-FILHO, 2010). Entretanto, a realidade desse sistema no Brasil não é favorável, devido ao baixo emprego de tecnologia, baixa produtividade e elevado percentual de áreas degradadas que podem atingir até 50% da área total de pastagem (OLIVEIRA et al., 2017).

O emprego de tecnologia em sistemas convencionais de produção de carne bovina é fundamental para a obtenção de maior sustentabilidade (NEVES, 2012). Práticas de manejo das pastagens, restaurando a fertilidade do solo e conseqüentemente elevando a produtividade do pasto, através de ações mecânicas e químicas aplicadas no pasto são essenciais para melhorar o desempenho dos animais e reduzir o ciclo produtivo, favorecendo os índices zootécnicos e conseqüentemente, reduzindo os impactos ambientais, como a emissão de GEE e desmatamento (PEDREIRA; PRIMAVESI, 2009; OLIVEIRA et al., 2017). Além do manejo adequado das pastagens, outras tecnologias vêm sendo empregadas nos diversos sistemas de criação, como: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração-Lavoura-Pecuária (ILP), Integração-Pecuária-Floresta (IPF), suplementação a pasto, programa novilho precoce, assim como o tratamento de resíduos e certificação da redução de GEE (NEVES, 2012).

O panorama atual da pecuária convencional no Brasil é positivo, no qual, de acordo com o Grupo de Trabalho da Pecuária Sustentável – GTPS (2017) o país vem evoluindo exponencialmente em relação a produção sustentável, devido ao compromisso firmado em 2010 com a UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima), tendo como objetivo diminuir o desmatamento até 2020 em 80%, sendo que já em 2017, a porcentagem de desmatamento chegou a 74% do objetivo final. Além disso, no período de 2007 a 2017 o número de bovinos cresceu, enquanto que

a área de pastagem diminuiu, demonstrando aplicações de tecnologias com melhorias na produtividade.

3. Discussão

Atualmente, observam-se mudanças no perfil dos consumidores, devido à preocupação deles em relação ao modo de produção e origem desses alimentos, além da influência da pecuária no meio ambiente, como: desmatamento e produção de GEE. Conseqüentemente, devido a imposição em combate aos danos ao meio ambiente, o Brasil vem adotando alternativas para tornar a pecuária sustentável (BARRETO, 2015).

No contexto de uso da terra, o Brasil possui 42,38% de suas terras com vegetação nativa, 6,47% sendo área de preservação permanente e aproximadamente 17,67% utilizada para pastagem em uso exclusivo. Sendo que, as áreas de pastagem apresentam diferentes estágios de degradação, no qual 1,6% se encontram em estágio avançado de degradação agrícola, 2,6% em estágio avançado de degradação biológica, 9,7% com pastagens exclusivas precisando de recuperação e 136,6% com pastagens exclusivas em bom estado (ABIEC, 2019). Adicionalmente, pesquisadores e centros de pesquisa (EMBRAPA e INPE), estimam que através do aumento na produtividade das pastagens, em média de 17% a mais do percentual atual, seria o ideal para suprir a demanda na agropecuária, sem a necessidade de desmatar novas áreas até o ano de 2040 (STRASSBURG et al., 2014). O que demonstra o potencial da adoção de algumas medidas para aumentar a produção, utilizando áreas já exploradas. Assim, possibilitando a otimização do uso da terra e diminuindo ações de desflorestamento, além de aumentar o tempo de viabilidade.

De acordo com estimativa da ABC (2015), a recuperação das pastagens e ILPF serão responsáveis por recuperar em torno de 75% e 25% dos pastos, respectivamente, tornando cerca de 52 milhões de hectares de pastagens degradadas mais eficientes, conseqüentemente, contribuindo para a diminuição de 670 milhões de CO₂ emitidos no ambiente. Quando comparado com a produção de carbono provinda da população, a captura de CO₂ por um

ano seria proporcional a 90% das emissões do transporte de pessoas no ano de 2013 (SEEG, 2018). Estudos realizados em referência ao aumento na eficiência e mitigação na emissão de gases, indicam que ao aumentar a taxa de lotação de 1 para 2 UA/ha ocorre uma redução de 25% dos GEE (BARRETO, 2015). Portanto, pesquisas apresentam a importância da redução no uso de áreas degradadas e aumento da taxa de lotação por ha, através do incremento de tecnologias, tornando os sistemas convencionais mais sustentáveis.

Uma alternativa eficiente já adotada por alguns produtores, é a ILPF, um sistema integrado que vem auxiliando no sequestro de carbono. Segundo dados da rede Pecuária (Rede Pecuária Sustentável), o sistema ILPF tem sido muito efetivo no combate a emissão GEE na atmosfera, podendo assim, ser uma das principais alternativas para minimizar danos ao meio ambiente, além de proporcionar bem-estar aos animais do sistema em questão (CLAUDINO, 2014). O país vem elaborando projetos para aperfeiçoar a mudança do modelo tradicional da pecuária para métodos mais eficientes, saindo do extensivo com baixa produtividade e transitando para métodos de maior produtividade, através da melhoria no uso do solo, acarretando em menor emissão de GEE e desmatamento. Pesquisas relacionadas ao desmatamento indicam que a pressão da sociedade, políticas governamentais e influência do mercado, auxiliaram na diminuição do desmatamento em torno de 80% na Amazônia. Como resultado, ocorreu a redução de 79% nas emissões de gases de efeito estufa, devido ao modo de uso da terra, demonstrando certas iniciativas podem gerar grandes mudanças ambientais (BARRETO, 2015).

O uso da suplementação estratégica também é uma ferramenta importante para maximizar a produção por ha. Técnicas como o uso de *creep-feeding* para bezerros, suplementação proteica e proteico-energética, bem como semi-confinamento e confinamento são exemplos que permitem maior desempenho animal. Como resultado tem-se um maior peso ao desmame, maior ganho médio diário (principalmente, na época seca), redução das idades de abate e do primeiro parto, e conseqüentemente, maior produtividade anual

(BARBOSA et al., 2015). Portanto, existem diversas estratégias nutricionais que podem ser utilizadas para melhorar os sistemas de produção de carne e resultar em inúmeros benefícios como maior sustentabilidade.

As projeções para o panorama da pecuária brasileira são promissoras, de acordo com o estudo realizado pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2019) até o ano de 2028 as áreas de pastagens irão diminuir gradativamente, em torno de 5% em um período de 10 anos, em contrapartida, ocorrerá um aumento na produção nacional de carne bovina, cenário positivo que reflete as modificações que estão ocorrendo neste setor recentemente. Assim, acompanha-se uma mudança gradativa na pecuária brasileira, adotando alternativas sustentáveis, como o emprego de tecnologias, melhoramento genético, suplementação, aditivos alimentares, ILPF, manejo do solo, manejo das pastagens controle de erosão, fertilidade, plantio direto, aumento da produção por hectare (UA/ha), entre outras.

O avanço da produção bovina pode ser notado nitidamente através da comparação de índices, antigamente a taxa de lotação brasileira era consideravelmente baixa, com médias de 0,61 UA/ha nos anos 90, portanto quando comparada com médias atuais (0,93 UA/ha), observamos um aumento de 52% na capacidade de lotação. O panorama é ainda mais positivo quando abordadas projeções para o ano de 2028 em relação à produção de carne, crescendo em torno de 14,3% (correspondente a 1.569 milhões) de toneladas de carne bovina em 10 anos, no período de 2018 a 2028 (ABIEC, 2019).

Apesar dos resultados satisfatórios apresentados, o aumento na taxa de lotação previsto para os próximos anos ainda pode ser elevado, através do emprego de associação de tecnologias como adubação, manejo da pastagem, irrigação alternativa, melhoramento genético, nutrição, entre outras. O Brasil possui diversos fatores para alavancar a produção de forma sustentável, além de possuir o maior rebanho bovino do mundo, também detêm condições edafoclimáticas ideais e grandes extensões territoriais, refletindo seu potencial na pecuária. Desta forma, apresenta uma grande capacidade na luta contra a fome no mundo, seguindo as diretrizes do bem-estar animal e produzindo com segurança e sustentavelmente.

Por outro lado, a produção de carne *in vitro* vem sendo uma sugestão por pesquisadores, a fim de solucionar as necessidades dos consumidores em relação a deterioração ambiental e à crescente demanda no mundo por alimento. No entanto, essa alternativa possui diversos entraves em relação ao modo de produção, características organolépticas, segurança alimentar, questões éticas e sociais. E estudos apontam que apesar de ser uma alternativa considerável para mitigação de gases de efeito estufa, ela se encontra em estágio inicial de pesquisa, carecendo de muitos estudos para formação de uma base segura. A carne *in vitro* necessita de diversos nutrientes, alguns de composição desconhecida, detêm alto custo de produção, além de não possuir certificação de segurança alimentar (ZHANG et al., 2020).

Outras questões importantes em relação a carne artificial devem ser discutidas, relacionadas a restrição social e ética, produção de tecido eficiente, condições de culturas resolvidas, biorreatores em larga escala, elaboração de meios de cultura sem necessidade de soro, mais econômicos e seguros (ZHANG et al., 2020). O método utilizado para obtenção da “carne”, ainda com alto valor agregado não é viável economicamente para uma grande parte da população, conseqüentemente, não pode ser considerada uma opção para suprir a demanda de alimento futuramente. Além disso, estudos revelam certa possibilidade de a produção de carne artificial demandar mais energia, quando comparada a carne convencional (HOCQUETTE, 2016).

A aceitação da carne *in vitro* pelo consumidor também é outro ponto considerável. A comercialização dessa carne ainda é muito discutida, estudos mostram que apesar da população entender a importância de desenvolver alternativas para produção de carne sustentável, ainda se encontram pessimistas, devido às dificuldades de produção, custo e segurança alimentar, três pontos que necessitam de atenção pelos pesquisadores, para que assim possa ser considerada uma alternativa segura de carne saudável e sustentável (ZHANG et al., 2020). No entanto, a carne *in vitro* pode ser inserida em um nicho específico de consumidores que apresentam condições

financeiras para adquirir e/ou possuem alguma restrição alimentar relacionada a carne bovina.

Estudo realizado por Hocquette et al. (2015) verificaram a aceitação e o potencial da carne in vitro pelos consumidores, obtendo os seguintes resultados, onde mais de 50% dos entrevistados acreditam que a carne artificial é viável. Em contrapartida, uma pequena porcentagem acredita que será saudável e saborosa. Além disso, mesmo sabendo dos entraves atuais na produção de carne convencional, os entrevistados não consideravam a carne in vitro como a solução para as dificuldades da indústria da carne, sendo que somente 5 a 11% dos entrevistados consumiriam ou recomendariam a carne artificial (HOCQUETTE et al., 2015). As questões organolépticas são de extrema importância, pois os apreciadores de carne animal dificilmente optarão por carne produzida artificialmente, já que a pecuária busca constantemente através da nutrição e do melhoramento genético animal aperfeiçoar o rebanho bovino. Consequentemente, melhorando características como o marmoreio, maciez, suculência, sabor e composição nutricional do alimento. O mercado bovino vem cada vez mais trabalhando na origem e certificação da carne, além da diferenciação de cortes, garantindo qualidade do produto adquirido e atendendo a nichos específicos, o que torna cada vez mais difícil assimilar a carne artificial à carne convencional.

Questões econômicas também devem ser discutidas, já que a pecuária brasileira foi responsável por 8,7% do PIB total, movimentando R\$ 597,22 bilhões em 2018 (ABIEC, 2019). Além disso, o setor pecuário no mundo cria empregos para cerca de 1,3 bilhão de pessoas, fornecendo recursos de subsistência para 1 bilhão de pessoas necessitadas no mundo e colabora com cerca de 40% do produto interno bruto agrícola (SALAMI et al., 2019). E especialistas apontam apreensão em relação ao potencial impacto nos meios de sustento dos produtores rurais (HOCQUETTE, 2016). O Brasil como um país agropecuário e grande exportador de commodities, possui uma grande porcentagem de colaboradores que atuam nesse setor. Assim, a inclusão da carne in vitro no mercado, possivelmente diminuiria a demanda por mão de obra, afetando a vida de muitos trabalhadores. Além de aumentar a taxa de

desemprego em regiões rurais e atingir pessoas menos instruídas, tratando-se da grande maioria dos produtores brasileiros.

4. Conclusão

Através do presente estudo, pode-se afirmar que vem crescendo as exigências dos consumidores quanto à origem dos alimentos, segurança alimentar e a preocupação com a produção de carne sustentável.

O Brasil possui diversas características como: condições edafoclimáticas favoráveis; extensão territorial; genética; mão de obra e pesquisas; além da possibilidade de garantir o bem-estar dos animais na produção. Fatores que conciliados com a inclusão de tecnologias no processo podem potencializar o aumento da produção de carne no país de forma sustentável.

A carne in vitro é uma alternativa ao sistema convencional, entretanto, ainda é necessário o desenvolvimento de mais pesquisas em relação ao seu valor nutritivo, produção em alta escala, viabilidade econômica e questões éticas. Dessa forma, não há dados suficientes que justifiquem a inclusão do sistema de produção de carne in vitro como mais sustentável que o sistema convencional.

Devido ao potencial de produção do rebanho nacional, dados relacionados a redução de danos ao meio ambiente e estimativas positivas referentes ao panorama da pecuária brasileira, pode-se concluir que a alternativa mais viável seria o emprego de tecnologias na produção convencional, tornando-a mais sustentável.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES BOVINAS - ABIEC. **Perfil da pecuária no Brasil**. São Paulo: ABIEC, 2019.

AMARAL, G. et al. Panorama da pecuária sustentável. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 249-288, 2012.

BARBOSA, F. A. et al. **Cenários para a Pecuária de Corte Amazônica - CSR**. Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2015. 146 p.

BARRETO, P. **Da pecuária brasileira para as mudanças climáticas?** Belém, PA: Luciano Silva, 2015.

BHAT, Z. F.; FAYAZ, H. Prospectus of cultured meat - advancing meat alternatives. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 48, n. 2, p. 125-140, 2011.

BHAT, Z. F.; KUMAR, S.; FAYAZ, H. *In vitro* meat production: challenges and benefits over conventional meat production. **Journal of Integrative Agriculture**, Oxford, v. 14, n. 2, p. 241-248, 2015.

BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2012.

CLAUDINO, L. S. D. Discursos e práticas sociais da sustentabilidade a partir da pecuária bovina brasileira. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 5, n. 3, p. 184-202, 2014.

DATAR, I.; BETTI, M. Possibilities for an in vitro meat production system. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 13-22, 2010.

DIAS-FILHO, M. B. **Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola.** Belém, PA: Embrapa, 2010.

GRUPO DE TRABALHO DA PECUÁRIA SUSTENTÁVEL (GTPS). **A pecuária brasileira e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <http://www.gtps.org.br/wp-content/uploads/2014/05/2017.03.06_A-Pecuária-Brasileira-e-Sua-Contribuição-para-o-Desenvolvimento-Sustentável.pdf>. Acesso em: 11 out. 2019.

GURGEL, A. C.; COSTA, C. F. **Análise dos recursos do programa ABC: foco na Amazônia Legal – Potencial de redução de GEE e estudo de caso sobre o Programa ABC em Paragominas: relatório completo.** 2015.

HOCQUETTE, A. et al. Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 14, n. 2, p. 273–284, fev. 2015.

HOCQUETTE, J. F. Is in vitro meat the solution for the future? **Meat Science**, Amsterdam, v. 120, p. 167–176, 2016.

KUMAR, V. A. et al. A Nanostructured synthetic collagen mimic for hemostasis. **Biomacromolecules**, Washington, v. 15, n. 4, p. 1484-90, 2014.

MORITZ, M. S. M.; VERBRUGGEN, S. E. L.; POST, M. J. Alternatives for large-scale production of cultured beef: a review. **Journal of Integrative Agriculture**, Langford Lane, v. 14, n. 2, p. 208–216, 2015.

NEVES, M. F. (coord.) **Estratégias para a carne bovina no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2012.

OLIVEIRA, R. DE et al. Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 153, p. 201-211, 2017.

PANCHALINGAM, K. M. et al. Bioprocessing strategies for the large-scale production of human mesenchymal stem cells: a review. **Stem Cell Research & Therapy**, London, v. 6, art. 225, 2015.

PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. **Aspectos ambientais na bovinocultura**. Curitiba: Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE), 2009.

POST, M. J. Cultured meat from stem cells: challenges and prospects. **Meat Science**, Amsterdam, v. 92, n. 3, p. 297-301, Nov. 2012.

SALAMI, S. A. et al. Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 251, p. 37–55, 2019.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 - 2017**. 2018. v. 6.

SERGELIDIS, D. Lab grown meat: the future sustainable alternative to meat or a novel functional food? **Biomedical Journal of Scientific & Technical Research**, Wetchester, v. 17, n. 1, p. 12440-12444, 2019.

SHARMA, S.; THIND, S. S.; KAUR, A. In vitro meat production system: why and how? **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 52, n. 12, p. 7599-7607, 2015.

STEPHENS, N. et al. Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. **Trends in Food Science & Technology**, Kidlington, v. 78, p. 155-166, 2018.

STRASSBURG, B. B. N. et al. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, Arlington, v. 28, n. 1, p. 84–97, 2014

TUNES, S. Bife de Laboratório. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, v. 281, 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/wp->

content/uploads/2019/07/070-075_Carne-artificial_281.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2020.

VITAL, A. C. P. et al. Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna. **Pubvet**, Maringá, v. 11, n. 9, p. 840–847, set. 2017.

WOLL, S.; BÖHM, I. In-vitro meat: a solution for problems of meat production and meat consumption? **Ernaehrungs Umschau: Forschung und Praxis**, Wiesbaden, v. 1, p. 12–21, 2018.

ZHANG, G. et al. Trends in Food Science & Technology Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. **Trends in Food Science & Technology**, Kidlington, v. 97, n. January, p. 443–450, 2020.

Óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte como alternativa ao uso de antibióticos

Essential oils in beef cattle feeding as an alternative to use antibiotics

Amanda Heloísa Dícilio de Alcântara, Profa. Dra. Janaina Silveira da Silva

1. Introdução

O Brasil possui o maior rebanho bovino, com 215 milhões de cabeças, cujo sistema de produção é destinado predominantemente à produção de carne. Além disso, atingiu o segundo lugar como maior consumidor (42,12 kg/habitante/ano) e primeiro maior exportador (2,21 milhões de toneladas equivalente carcaça - TEC) de carne bovina do mundo. Apesar da grande expressão do Brasil no volume de produção (11.959 mil TEC), ao considerar a produtividade, o Brasil está abaixo de outros países como o EUA que com um rebanho inferior (44% do rebanho brasileiro, 94,3 milhões de cabeças) apresenta produção de carne aproximadamente 12% maior (12.252 mil TEC) (ABIEC, 2019).

Frente a este panorama, avanços tecnológicos como práticas corretivas do solo e de adubação, manejo de pastagem, suplementação estratégica, melhoramento genético, entre outras ferramentas disponíveis são fundamentais para aumentar a produtividade. Em ruminantes, o uso de aditivos é uma prática comum para melhorar o desempenho dos animais, dentre os produtos utilizados, os antibióticos ionóforos são os mais consolidados por seus efeitos na fermentação ruminal. Entretanto, a crescente preocupação mundial quanto à origem dos alimentos, somados a resistência microbiana, ocasionou em janeiro de 2006 a proibição do uso de antibióticos como promotores de crescimento pela União Europeia. E em 2017, os Estados Unidos removeram antibióticos medicamentosos importantes na produção animal (ROBINSON et al., 2018).

Baseado neste contexto, é importante que o Brasil desenvolva novas tecnologias naturais que promovam resultados tão positivos quanto os aditivos químicos e dessa forma, garantir proteção mercadológica e evitar embargos aos produtos destinados à exportação. Dentre as substâncias capazes de substituir os antibióticos, estão os óleos essenciais, compostos voláteis e complexos que podem conter uma variedade de componentes com diferentes concentrações (MENDEL et al., 2017). Estes são incorporados à alimentação dos animais de produção e destacam-se por suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes (FRANZ; BASER; WINDISCH, 2010).

Entretanto, o uso de óleos essenciais como aditivos carece de maiores informações quanto à eficácia e mecanismo de ação. Logo, o objetivo desta revisão será analisar os potenciais efeitos de óleos essenciais como alternativa ao uso de antibióticos em bovinos de corte.

2. Desenvolvimento

Esta revisão fornece um panorama geral do desenvolvimento da utilização de óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte como alternativa ao uso de antibióticos. A presente pesquisa foi de ordem temporal com abrangência do tema em um intervalo de 2009 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados e livros encontrados nas bases de dados do PubMed, Pubvet, Journal of Animal Science, Science Direct, Scielo, além de auxílio para pesquisa do Google Scholar. As palavras chaves utilizadas foram alimentação de ruminantes, bovinocultura, compostos secundários, fermentação ruminal, ionóforos e resistência microbiana.

2.1 Uso de antibióticos ionóforos em bovinos de corte

Desde os anos de 1970, os ionóforos são um dos principais aditivos empregados na alimentação de bovinos de corte, como antimicrobianos, promotores de crescimento e como reguladores do pH ruminal (NOGUEIRA; FRANÇA; PEIXOTO, 2009). Os ionóforos são produtos da fermentação de microorganismos (*Streptomyces sp.*), classificados como ácidos orgânicos,

atuam como veículo de transporte para íons e cátions através da membrana celular, e são capazes de modificar o perfil da fermentação ruminal devido a afinidade diferenciada por estes íons (FERREIRA; PRADO, 2016).

Os ionóforos mais utilizados na alimentação de bovinos são: monensina, lasalocida, nasarina e salinomicina. Para obter resultados positivos no ganho de peso e conversão alimentar, os ionóforos atuam alterando a fermentação ruminal através da seleção de bactérias gram-negativas (MARINO; MEDEIROS, 2015). As bactérias gram-positivas são produtoras de ácido acético, ácido butírico, e grande produtora de amônia, lactato, metano e dióxido de carbono. Em contrapartida, as bactérias gram-negativas são mais vigorosas à ação da monensina sódica, e são responsáveis pela produção de propionato e menos lactato, e conseqüentemente há menor perda energética (OLIVEIRA et al., 2019).

Dessa forma, os ionóforos são adicionados à alimentação animal em doses subterapêuticas, com a finalidade de estimular o ganho de peso e desenvolvimento animal, e na prevenção de doenças (ROBINSON et al., 2018). Alguns dos efeitos são: redução da degradação da proteína ruminal e síntese de proteína microbiana, possibilitando um maior escape de proteína verdadeira no rúmen; maior produção de propionato em relação ao acetato e o butirato, reduzindo assim as perdas energéticas e a emissão de metano. Além de diminuir incidência de distúrbios metabólicos, como acidose e timpanismo (MARINO; MEDEIROS, 2015).

O uso de ionóforos é uma prática bem estabelecida na pecuária brasileira, tendo sua eficácia comprovada na melhoria das condições ruminais, bem como, a mitigação do metano entérico (CH₄) produzido na digestão dos ruminantes. Entretanto, a utilização destes aditivos vem sofrendo restrições em diversos países, devido ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos resistentes, podendo ter implicações sobre a segurança alimentar de produtos de origem animal (MENDEL, 2017; LILLEHOJ et al., 2018).

2.1.1 Proibição do uso de ionóforos e barreiras comerciais

Os países da União Europeia baniram o uso de ionóforos como promotor de crescimento, desde janeiro de 2006 (artigo nº 11 do regulamento 1831/2003), devido a um potencial vínculo do uso de doses subterapêuticas de antibióticos com o desenvolvimento de resistência antimicrobiana (FERRO; MOURA; GERON, 2016). Nos EUA, devido à pressão dos consumidores por produtos de origem animal provenientes de sistemas de produção livres de antibióticos, a *Food and Drug Administration* (FDA) exigiu, em 2013, que as indústrias de antibióticos medicamentosos deixassem de rotulá-los como promotores de crescimento (LILLEHOJ et al., 2018).

No Brasil, o uso de ionóforos para manter a sanidade do rebanho e melhorar o desempenho animal é uma realidade que objetiva atingir recordes de produtividade e lucratividade na atividade pecuária (BATISTA et al., 2011). No entanto, diante da proibição do uso de antibióticos como antimicrobianos e promotor de crescimento na nutrição animal em diversos países, somado a crescente conscientização de consumidores frente à segurança alimentar de produtos de origem animal, o país também busca por possibilidades de alternativas mais naturais que promovam a mesma eficácia (MENDEL et al., 2017).

Dentre os substitutos potenciais de antibióticos, estão os óleos essenciais, utilizados como estratégias nutricionais em ruminantes, visando aumentar o desempenho animal e a eficiência da utilização dos alimentos.

2.2 Importância dos óleos essenciais como estratégia nutricional

Os óleos essenciais são fluídos oleosos aromáticos provenientes de plantas, com diversidade de princípios ativos e mecanismos de ação, e pesquisas buscam testar os efeitos benéficos dos compostos vegetais e a potencialidade de substituição aos antibióticos na alimentação de bovinos (FADIÑO et al., 2020). Podem ser encontrados em diversas regiões morfoanatômicas dos organismos vegetais, como na casca, nas flores, nas folhas, nos rizomas e nas sementes. Apresentam propriedades antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes, desempenhando papel sobre a

neutralidade dos radicais livres, evitando o processo oxidativo (OLIVEIRA et al., 2019).

Os componentes ativos dos óleos essenciais pertencem a dois grupos: os fenilpropanóides e os terpenóides. A capacidade antimicrobiana está relacionada principalmente pela presença de compostos fenólicos, alterando a permeabilidade da membrana das células bacterianas e conseqüentemente, prejudicando funções como transportes de elétrons, captação de nutrientes, síntese de proteínas e atividade enzimática (ZHANG et al., 2010). Sua atividade antimicrobiana pode aumentar a deposição de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) na carne bovina, por meio da redução da biohidrogenação ruminal (RIVAROLI et al., 2016)

Além das propriedades antimicrobianas, os óleos essenciais são reconhecidos por seus efeitos positivos na fermentação microbiana do rúmen, podendo aumentar a quantidade total de ácidos graxos voláteis (AGV), modificar a razão acetato:propionato e a concentração de amônia-N, melhorando a eficiência energética e utilização de nitrogênio (FADIÑO et al., 2020).

Os óleos essenciais são substâncias lipofílicas voláteis obtidas por meio da extração a frio ou destilação de álcool. A composição e concentração dos compostos bioativos dependem da espécie vegetal, a parte da planta que foi coletada, fatores climáticos, estação de colheita, técnicas de processamento e armazenamento (LILLEHOJ et al., 2018). A prerrogativa do uso dos óleos essenciais é que eles aparecem na natureza como uma combinação complexa e não apenas como compostos únicos, conseqüentemente, casos de resistência bacteriana é menos provável de ocorrer (FRANZ; BASER; WINDISCH, 2010).

Alguns compostos já possuem sua funcionalidade bem definida e conhecida, como é o caso da abóbora (*Curcubita pepo L.*) que possui efeito medicinal, atuando como vermífugo, antitérmico, cicatrizante e anti-inflamatório; o alho (*Allium sativum L.*) possui atividade inseticida atuando principalmente sobre carrapatos e a mosca-do-chifre em bovinos (CATALAN et al., 2012).

Outro composto utilizado na dieta de bovinos como uma opção de aditivo natural, é o óleo de rícino extraído da semente da mamona (*Ricinus communis L.*). O óleo de mamona é composto substancialmente de ácido ricinoléico (89,5%), e destaca-se pelos efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, além da sua ação bactericida e citolítica, com ação sobre a degradação da membrana de células bacterianas (OLIVEIRA et al., 2019).

A maioria dos produtos comerciais são organizados na combinação de diferentes óleos essenciais ou suas moléculas ativas, todavia, estudos sobre os efeitos aditivos e sinérgicos são limitados. Dentre os produtos existentes no mercado voltado para a melhoria do desempenho de bovinos destaca-se CRINA- Ruminants® da empresa DSM, tem revelado eficiência na melhoria do metabolismo ruminal podendo ser um substituto eficaz para a monensina sob determinadas condições de dietas e doses (FADIÑO et al., 2020). No entanto, apesar de os óleos essenciais representarem capacidade em substituir antibióticos na produção animal, ainda é pouco conhecido seus mecanismos de ação, as melhores doses e seus efeitos sobre o metabolismo e o desempenho de bovinos necessitando de mais estudos com variadas condições experimentais (LILLEHOJ et al., 2018).

2.2.1 Modo de ação

Os óleos essenciais têm efeitos contra uma diversidade de microrganismos, destacando-se por sua atividade antibacteriana, com ação principalmente em bactérias gram-positivas, porém, efeitos também sobre as gram-negativas são pronunciados (OLIVEIRA; IGARASI, 2013).

Os óleos essenciais possuem propriedades que atuam contra a parede celular, incluindo membranas e citoplasma, e agem modificando a estrutura das células. A estrutura da parede celular de bactérias gram-positivas possibilita que moléculas hidrofóbicas como os presentes nos óleos essenciais, penetrem com facilidade e atuem nas paredes celulares e citoplasma. Em contrapartida, as bactérias gram-negativas são mais resistentes aos óleos essenciais em razão da espessura da membrana externa, garantindo uma camada extra de proteção (YANG et al., 2015). O princípio mecanístico dos

compostos de plantas, pretende através da manipulação da fermentação ruminal, promover o aumento do propionato e redução do acetato, minimizando as perdas de energia e reduzindo a produção de metano. (KHIAOSA-ARD; ZEBELI, 2013). O mecanismo de ação é mediado por sua interação com a membrana celular, e essa interação é dependente das condições de fermentação, como a fonte do líquido ruminal, o substrato da fermentação, pH e o tipo de sistema de produção (RIVAROLI et al., 2016).

Alguns compostos apresentam estruturas fenólicas tais como o timol e carvacrol, que tem a capacidade de desarranjar as membranas lipídicas de bactérias gram-negativas, rompendo a membrana celular externa, por consequência inibindo o crescimento bacteriano. Isto ocorre devido à interação dos terpenóides e fenilpropanóides, compostos de natureza hidrofóbica encontrados nos óleos essenciais. Essa interação gera uma grande translocação de íons através das membranas, causando uma redução do crescimento bacteriano devido ao grande gasto energético destinado a equilibrar o gradiente iônico (FERRO; MOURA; GERON, 2016).

O efeito de aditivos à base de plantas e seus extratos dependem do tipo de componente bioativo e do nível de inclusão. Contudo, fatores como solo, adubação, temperatura, precipitação, idade e altura do corte, irá indicar a qualidade do extrato vegetal. Deste modo, os componentes bioativos extraídos de diversos locais das plantas, como folhas, sementes, broto e raiz terão variabilidade nos seus efeitos (CATALAN et al. 2012).

Dentre os compostos mais importantes dos óleos essenciais estão os fenilpropanóides, como por exemplo, o cinamaldeído principal constituinte do óleo de canela. Além da sua atividade antimicrobiana, apresenta efeitos sobre os perfis de AGV no rúmen, reduzindo a proporção acetato: propionato (YANG et al., 2010). Existe uma variedade de óleos essenciais que estabilizam a microbiota ruminal usados individualmente ou combinados, melhorando a saúde e desempenho dos animais. Como por exemplo, o timol, carvacrol, cinamaldeído, eugenol, óleo de alho, alecrim, cominho, açafraão, Capsicum (componente ativo da pimenta) e etc. (LILLEHOJ et al. 2018).

3. Discussão

Os óleos essenciais podem ser usados como alternativa natural ao uso de antibióticos na alimentação de animais de produção. Pesquisas recentes sugerem efeitos positivos no perfil de fermentação da microbiota ruminal, e refutam a hipótese de aditividade, sinergia e antagonismo entre combinações de óleos essenciais ou outros aditivos. Na tabela 1 é apresentado um resumo de diferentes estudos com uso de óleos essenciais como aditivos na alimentação de ruminantes.

Tabela 1. Resumo de diferentes estudos com o uso de óleos essenciais em relação a tratamentos controle (sem aditivos) ou com monensina em dietas de bovinos de corte.

Óleos	Teste	Dosagem	Dieta (F:C)	GPD	IMS	EA	A:P	Produção CH ₄ ml/L ⁻¹	pH ruminal	Referência
Blend Crina®	<i>In vivo</i> *	90 mg/kg	8,5:92,5	=	>	=	<	NA	NA	Meschiatti et al. (2019)
Blend Crina®	<i>In vitro</i>	90 mg/kg	10:90	NA	NA	NA	<	<	>	Li et al. (2013)
Óleo da Árvore de Chá	<i>In vitro</i>	50 e 200 mg/L	10:90	NA	NA	NA	<	NA	=	Fadiño et al. (2020)
Óleo de Orégano	<i>In vitro</i>	50 e 200 mg/L	10:90	NA	NA	NA	<	NA	>	Fadiño et al. (2020)
Óleo de Tomilho	<i>In vitro</i>	50 e 200 mg/L	10:90	NA	NA	NA	<	NA	=	Fadiño et al. (2020)
Óleo de Mamona+Caju ^{u**}	<i>In vivo</i>	2,43 g/animal	100:0	>	NA	NA	NA	NA	NA	Souza et al. (2014)

Blend = combinação de diferentes óleos essenciais; F:C = forragem e concentrado; GPD = ganho de peso diário; IMS = ingestão de matéria seca; EA = eficiência alimentar; A:P = relação entre acetato e propionato; produção CH₄ = concentração de metano em ml/L⁻¹, NA = não avaliado;

*tratamento controle com monensina, **tratamento combinação dos óleos de Mamona e Caju + suplementação mineral.

Fadiño et al. (2020), demonstraram que não houve aditividade e sinergia de efeitos na combinação de quatro óleos essenciais. Meschiatti et al. (2019) constataram que houve sinergismo positivo na combinação de óleos

essenciais (blend) + enzima exógena α -amilase e blend + enzima exógena protease, representando vantagens sobre o uso do blend sozinho. No primeiro estudo não houve resultados significativos, logo é imprescindível mais investigações sobre sinergismo entre os óleos essenciais. No segundo estudo, foi utilizado o blend CRINA Ruminants[®], como se trata de um produto novo no mercado, perfaz a necessidade de mais pesquisas sobre os efeitos do uso do blend e as possibilidades de sinergismos entre outros aditivos alternativos aos antibióticos.

3.1 Desempenho Animal

O uso de monensina é uma prática bem estabelecida na bovinocultura de corte, com benefícios comprovados no desempenho e eficiência dos animais. No entanto, tecnologias mais naturais estão sendo discutidas com relação ao seu potencial em substituir os antibióticos utilizados como promotores de crescimento.

Meschiatti et al. (2019), avaliaram bovinos Nelores alimentados com blend comercial de óleos essenciais (CRINA Ruminantes[®] – DSM), e verificaram uma ingestão de matéria seca (IMS) 27% maior comparado a monensina (8,5 e 6,7 kg de MS, $P \leq 0,001$), porém com eficiência alimentar e ganho médio diário similares. Entretanto, Meyer et al., (2009) não observaram aumento na IMS em animais recebendo uma mistura de óleos essenciais (OE) em bovinos também em confinamento, em relação aos animais que não receberam aditivos na dieta. Fugita et al. (2017) trabalhando com touros mestiços (Angus vs. Nelore) terminados em confinamento com o uso de 500 mg/kg de MS de óleos essenciais de mamona e caju não observaram diferenças na IMS. Diversos estudos indicam que a monensina reduz a IMS em animais confinados, resultado contrário ao observado com o uso de OE que não prejudicam a IMS. No entanto, comparações diretas entre OE e monensina no efeito da IMS em bovinos de corte são limitadas e os efeitos dependerão da fonte de OE, das doses de aplicação e das interações da dieta.

A suplementação de bovinos com óleos essenciais tem demonstrado resultados em relação às características de desempenho animal. Em estudo

desenvolvido por Souza et al. (2014), observaram que a inclusão de óleos essenciais de caju e mamona juntamente com a suplementação mineral em Nelores criados à pasto, promoveu um aumento de 165% no ganho médio diário (0,289 vs 0,109 kg). Segundo os mesmos autores, os bovinos suplementados com compostos aromáticos extraídos de mamona e de caju, consumiram quantidade de suplemento 9% maior que no tratamento controle (180 g/cabeça/dia vs 165 g/cabeça/dia). Estes ganhos produtivos observados em bovinos de corte devem-se à ação antimicrobiana do óleo de mamona e seu papel na modulação dos processos digestivos. Contudo, estudos com inclusão de óleos essenciais em conjunto com a suplementação mineral é carente, necessitando de esforços por parte da pesquisa em reunir uma quantidade significativa de dados e contrastá-los.

Em estudo comparativo de combinação do óleo essencial + α -amilase, óleo essencial + monensina, e apenas monensina, foi reportado benefícios na digestibilidade. Sendo que a combinação do blend + enzima resultou em uma ingestão de matéria seca 2% superior, e um ganho médio diário 4% maior quando comparados ao blend + monensina. Segundo os autores, o comportamento da combinação óleo essencial + α -amilase foi numericamente semelhante à da monensina (MESCHIATTI et al., 2019). É importante salientar que a suplementação enzimática pode alterar o padrão de fermentação ruminal assim, como o óleo essencial, portanto os resultados podem ter sido potencializados pela combinação de ambos aditivos. Resultado interessante para o desenvolvimento de estratégias nutricionais que visam o maior resultado de desempenho conciliado ao econômico.

3.2 Parâmetros Ruminais

Li et al. (2013), observaram que o aumento dos níveis da mistura comercial CRINA Ruminantes[®], modificou o padrão de fermentação *in vitro* de uma dieta rica em grãos, promovendo uma redução na concentração de AGV, diminuição da proporção molar de acetato, e consequente aumento da proporção molar de propionato. Lillehoj et al. (2018) também relataram efeito da atividade antimicrobiana dos óleos de alho, eugenol e cinamaldeído sobre

os parâmetros ruminais. De maneira semelhante, Fadiño et al. (2020), observaram que nenhum dos tratamentos com OE afetou o perfil de fermentação ruminal, no entanto verificaram que o óleo da árvore de chá, óleo de orégano e óleo de tomilho reduziram a proporção molar de acetato e conseqüentemente aumentou a proporção molar de propionato, além de reduzir as concentrações de AGV, corroborando com as pesquisas já mencionadas.

A capacidade do aditivo em reduzir a proporção acetato:propionato, manutenção do pH ruminal estável, bem como a redução da produção de metano sem afetar a concentração total de AGV demonstram a eficiência do produto. O efeito na produção de metano ocorre devido as menores proporções molares de acetato e propionato que agem inibindo microrganismos Archaea (bactéria responsável pela metanogênese) no rúmen, através do bloqueio da HMG-CoA redutase, uma via essencial para a estabilidade da membrana do Archaea. Desta forma, a utilização de óleos essenciais tem demonstrado resultados promissores tanto no desempenho dos animais como na redução de metano. Contudo é preciso esforços nas pesquisas buscando maior diversidade de óleos essenciais, diferentes combinações, padronização na extração dos compostos e o estabelecimento de melhores dosagens para os diferentes protocolos nutricionais.

Variação das condições experimentais, como diferentes proporções de volumoso e concentrado nas dietas, sistemas de produção e níveis de inclusão de aditivo podem gerar diferentes resultados.

3.3 Resultados adicionais promissores

Embora a presente revisão busque elencar dados da inclusão de óleos essenciais sobre a microbiota ruminal e desempenho de ruminantes, efeitos adicionais contra ácaros e na qualidade da carne também são conhecidos.

Em estudo realizado por Chen et al. (2019), os compostos geraniol, eugenol e carvacrol apresentaram forte atividade contra ácaros adultos de *Psoroptes ovis in vitro*, apresentando uma taxa de mortalidade de 100% em uma hora, quando a concentração destes compostos excedeu a 2,5%. A

aplicação dos óleos essenciais para este fim, pode ser uma alternativa viável aos acaricidas químicos, reduzindo problemas com persistência ambiental, toxidez e resistência. Ainda que outros estudos tenham demonstrado que grande número de óleos essenciais possui eficácia acaricida bem documentada, o mecanismo e ingredientes efetivos da atividade acaricida são pouco compreendidos devido à complexa composição dos óleos essenciais.

Além dos resultados satisfatórios no desempenho dos animais, os óleos essenciais também são estudados por sua capacidade em reduzir o estresse oxidativo. Sendo assim, Rivaroli et al. (2016) observaram que touros jovens terminados em confinamento suplementados com 3,5 g/animal/ dia de uma mistura de óleos essenciais, tiveram uma carne mais vermelha, além de menores valores de oxidação lipídica. Este efeito sobre a qualidade sensorial da carne pode ser explicado pela capacidade dos óleos essenciais em neutralizar os radicais livres, dificultando a propagação do processo oxidativo, conseqüentemente fortalecendo a atividade antioxidante.

4. Conclusão

De acordo com as informações tratadas no presente estudo, é possível concluir que a inclusão de óleos essenciais na dieta de bovinos representa uma alternativa promissora ao uso de antibióticos, com influência positiva na modulação da fermentação ruminal e efeitos sobre o desempenho dos animais. Contudo, é importante que novas pesquisas sejam realizadas para esclarecer a interação entre os óleos essenciais, o sinergismo com outros aditivos, efeitos colaterais, melhor protocolo nutricional a ser utilizado, melhores dosagens e a relação de custo-benefício.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. ABIEC. **BeefREPORT: Perfil da pecuária no Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>> Acesso em: 19 de out. 2019.

BATISTA, S. S. et al. O uso da virginiamicina em dietas de alta proporção de concentrados para bovinos. **Cadernos de Pós-Graduação da Fazu**, Uberaba, v. 2, p. 1-11, 2011. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/view/465>>. Acesso em: 10 out. 2019.

CATALAN, A. A. S. et al. Aditivos fitogênicos na nutrição animal: Panax ginseng. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 107, p. 15-21, 2012. Disponível em: <http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2012/15-21.pdf>. Acesso em: 11 out. 2019.

CHEN, Z. et al. Acaricidal activity of plant-derived essential oil components against *Psoroptes ovis* in vitro and in vivo. **Parasites and Vectors**, London, v. 12, n. 1, p. 1-11, 2019. Disponível em: <<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-019-3654-x>> Acesso em: 15 abr. 2020.

FANDIÑO, I. et al. Exploring additive, synergistic or antagonistic effects of natural plant extracts on in vitro beef feedlot-type rumen microbial fermentation conditions. **Animals**, Basel, v. 10, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/1/173>> Acesso em: 07 abr. 2020.

FERREIRA, A. F. A.; PRADO, F. A. Utilização de monensina sódica para bovinos de corte. **Revista Investigação Medicina Veterinária**, Franca, v. 15, n. 7, p. 37-42, 2016. Disponível em: <<http://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/view/1409>>. Acesso em: 08 out. 2019.

FERRO, M. M.; MOURA, D. C.; GERON, L. J. V. Óleos essenciais em dietas para bovinos. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta v. 14, n. 2, p. 47-57, 2016. Disponível em: <<https://portal.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1602>>. Acesso em: 11 out. 2019.

FRANZ; C.; BASER; K. H. C.; WINDISCH, W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a European perspective. A review. **Flavour and Frangance Journal**, Chichester, v. 25, p. 327-340, Aug. 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ffj.1967>>. Acesso em: 19 set. 2019.

FUGITA, C. A. et al. Effect of the inclusion of natural additives on animal performance and meat quality of crossbred bulls (Angus × Nellore) finished in feedlot. **Animal Production Science**, Sydney, v.58, p.2076-2083. Disponível em: <<https://www.publish.csiro.au/AN/AN16242>> Acesso em: 24 abr. 2020.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils

and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1819–1830, 2013. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/91/4/1819/4717052>> Acesso em: 07 abr. 2020.

LI, Y. L. et al. Effects of a commercial blend of essential oils and monensin in a high-grain diet containing wheat distillers' grains on in vitro fermentation. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 93, n. 3, p. 387–398, 2013. Disponível em: <<https://www.nrcresearchpress.com/doi/full/10.4141/cjas2013-028#.XqInEshKjIU>> Acesso em: 06 abr. 2020.

LILLEHOJ, H. et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. **Veterinary Research**, Paris, v. 49, n. 1, p. 76, 31 dez. 2018. Disponível em: <<https://veterinaryresearch.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13567-018-0562-6>>. Acesso em: 17 sept. 2019.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 7, p. 95-106. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120200/1/Nutricao-Animal-CAPITULO-07.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2019.

MENDEL, M. et al. Phytogenic feed additives as potential gut contractility modifiers - a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 230, p. 30-46, Aug. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840116310069>>. Acesso em: 12 set. 2019.

MESCHIATTI, M. A. P. et al. Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 97, n. 1, p. 456–471, 1 jan. 2019. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/97/1/456/5142563>> Acesso em: 05 de mar. 2020.

MEYER, N. F. et al. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 7, p. 2346–2354, 2009. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/87/7/2346/4731227?redirectedFrom=fulltext>> Acesso em: 23 abr. 2020.

NOGUEIRA, V. A.; FRANÇA, T. N.; PEIXOTO, P. V. Intoxicação por antibióticos ionóforos em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de

Janeiro. v. 29, n. 3, p. 191-197, mar. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ticiania_Franca/publication/228357422_Intoxicacao_por_antibioticos_ionoforos_em_animais/links/542c1f570cf27e39fa9235cc/Intoxicacao-por-antibioticos-ionoforos-em-animais.pdf>. Acesso em: 08 out. 2019.

OLIVEIRA, R. C.; IGARASI, M. S. Utilização de óleos essenciais na mitigação da metanogênese. **Pubvet**, Londrina. v. 7, n. 6, p. 420-548, mar. 2013. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/afc086b5f67d4ce24c1cdceedb45dffcd>>. Acesso em: 12 out. 2019.

OLIVEIRA, O. A. M. et al. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá. v. 12, n. 1, p. 287-311, 2019. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5334>>. Acesso em: 12 out. 2019.

RIVAROLI, D. C. et al. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, Barking, v. 121, p. 278-284, Nov. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.017>>. Acesso em: 16 out. 2019.

ROBINSON, K. et al. Dietary modulation of endogenous host defense peptide synthesis as an alternative approach to in-feed antibiotics. **Animal Nutrition**, Beijing, v. 4, n. 2, p. 160-169, June. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405654517301531>>. Acesso em: 17 set. 2019.

SOUZA, L. R. et al. Desempenho de bovinos Nelore suplementados com óleos essenciais de caju e mamona, mantidos em pastagens de *Brachiária brizantha*. **Pubvet**, Londrina, v. 8, n.6, 10p, 2014. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/1140/desempenho-de-bovinos-nelore-suplementados-com-oacuteteleos-essenciais-de-caju-e-mamona-mantidos-em-pastagens-de-brachiaacuteria-brizantha>> Acesso em: 05 abr. 2020.

YANG, W. Z. et al. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 3, p. 1082-1092, 2010. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/88/3/1082/4740502>>. Acesso em: 12 out. 2019.

YANG, C. et al. Phytogetic Compounds as Alternatives to In-Feed Antibiotics: Potentials and Challenges in Application. **Pathogens**, Basel, v. 4, n. 1, p. 137–156, 23 mar. 2015. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-0817/4/1/137>> Acesso em: 05 abr. 2020.

ZHANG, W. et al. Improving functional value of meat products. **Meat**

Science, Barking, v. 86, n. 1, p. 15-31, 2010. Disponível em: <<https://scihub.tw/10.1016/j.meatsci.2010.04.018>>. Acesso em: 17 out. 2019.

Perspectivas da caprinocultura leiteira e seus produtos lácteos

Prospects for dairy goat farming and its dairy products

Ana Carolina Boscoli, Profa. Dra. Sarita Bonagurio Gallo

1. Introdução

A caprinocultura mundial tem apresentado expressivo crescimento, desde os anos 60, o rebanho vem crescendo e já ultrapassa um bilhão de cabeças no mundo. Em 2013, o número efetivo de animais ultrapassou a marca de um milhão, registrando um aumento de 34% desde o ano 2000, ao passo que a ovinocultura, por exemplo, alcançou um aumento de apenas 10% (MILLER; LU, 2019). No Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017), entre o período de 2006 a 2017 houve um aumento de 16,11% no número efetivo de caprinos. Atualmente, no mundo, a maior concentração de animais encontra-se na Ásia, que detém aproximadamente 60% do rebanho. Os países que lideram o ranking de maiores rebanhos são China, Índia e Paquistão. O setor não é considerado um dos “pilares” da pecuária, porém é de extrema importância para o mercado de pequenos produtores, que são predominantes neste ramo, principalmente em áreas com recursos limitados de água e alimento, onde muitas vezes a caprinocultura se torna um meio de subsistência.

Esta significativa expansão na produção caprina deve-se a diversos fatores, principalmente ao aumento da procura pelo leite e derivados. Dentre estes aspectos, o que mais tem atraído consumidores para a busca do leite de cabra são suas características nutritivas e também a diversidade de produtos que podem ser produzidos através deste leite. Entre os anos de 2006 e 2017 o leite de cabra sofreu uma supervalorização no valor comercial, atingindo um aumento de 76,29%. Além do leite e dos derivados lácteos, os caprinos produzem outros produtos como: carne, couro e pelo (cashmere e mohair) (IBGE, 2017).

A Europa mesmo não inclusa entre os países com os maiores rebanhos é responsável por 15% do total da produção mundial do leite de cabra. Devido a isso, é onde se concentra a maior diversidade de produtos derivados do leite, com destaque para os inúmeros tipos de queijos. No Brasil os queijos e derivados do leite de cabra ainda não estão popularizados e ficam mais restritos aos nichos de mercado com a tendência ‘gourmet’ (MILLER; LU, 2019).

Dessa forma, com o histórico de crescimento da caprinocultura, principalmente no setor leiteiro, as perspectivas são de que o setor continue a crescer e seus produtos lácteos e derivados passem a ganhar cada vez mais espaço no mercado consumidor, justificando assim o objetivo deste trabalho, que pretende compreender em uma revisão a situação da caprinocultura leiteira, bem como o uso do leite e seus derivados no contexto global.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento das Perspectivas da caprinocultura leiteira e seus produtos lácteos com suas inovações atuais. Foi temporal, com cobertura do tema em um período de 2010 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: *Science Direct*, *PubMed*, *Web of Science*.

2.1 Crescimento da caprinocultura e importância do setor leiteiro

O setor da caprinocultura tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas, somente a população mundial cresceu de mais de 21,5% desde os anos 60 até o período de 2017 (BRASIL, 2018). Conseqüentemente, a produção de leite em um cenário global vem aumentando há alguns anos, no período de 1993 a 2013 o crescimento foi de 62%, e de 2007 a 2017 houve aumento de 16% (MILLER; LU, 2019). A produção do leite de cabra cresceu tanto nas últimas décadas que as projeções são de que até 2030 cresça mais 53% (PULINA et al., 2018).

O desenvolvimento do setor tem grande potencial, principalmente em países de baixo e médio rendimento econômico-social, e as projeções são para que o setor leiteiro de caprinos continue a crescer. O Instituto Internacional de Pesquisas na Pecuária (*International Livestock Research Institute - ILRI*) reconhece que a produção de cabras, quando comparado a bovinocultura, é relativamente mais importante para a pecuária de subsistência e a pobreza no meio rural, visto que majoritariamente os produtores de cabra são de pequeno e médio porte. Dessa maneira, investir em melhorias na produção de cabras, como infraestrutura, genética e sanidade dos animais, é um bom caminho para reduzir problemas sociais em regiões menos favorecidas de diversos países (ILRI, 2014).

Apesar de não ser a região com o maior número de cabeças de caprinos, é na Europa que se encontra o comércio mais forte e organizado para a produção de leite caprino e seus derivados. O ramo de queijos oriundo do leite de cabra é amplo e desenvolvido, sendo composto por uma grande variedade de queijos, dos mais simples aos mais refinados. A França em especial é o país europeu de maior concentração destes produtos, os queijos de cabra são amplamente comercializados e difundidos na cultura francesa (MILLER; LU, 2019).

O leite de cabra pode ser apresentado *in natura* ou em forma de derivados, podendo ser comercializado refrigerado, congelado, condensado ou em pó. Os principais queijos produzidos por meio do leite caprino são Cottage, Feta, Coalho, Ricotta, Cheddar e Gouda. Além destes, também é possível encontrar outras variedades de produtos derivados do leite caprino, como Yogurt, Kefir, cream cheese, bebidas lácteas, manteiga, sorvete, doce de leite, dentre outros (BELANGER; BREDSSEN, 2018).

Dentre os países da América do Sul, o Brasil é o país mais desenvolvido no setor da caprinocultura leiteira, no que se diz respeito a investimentos por parte do Governo e na área de pesquisas. No Brasil, o setor tem importante contribuição para os pequenos produtores, especialmente nas regiões menos favorecidas do nordeste brasileiro, onde maior parte do território trata-se de áreas de clima seco e propensas a longos períodos de estiagem. Essa condição favoreceu a produção de leite a se tornar um dos principais meios de sobrevivência para a população local (*International Goat Association - IGA*, 2014).

A demanda mundial por toda a categoria de produtos lácteos continua a crescer, com destaque no crescimento para as produções de leite de cabra e de ovelha que em comparação a produção do leite de vaca, que apresentou uma leve desaceleração, e a perspectiva é que os preços dos produtos para os produtores seja 19% mais alta até o ano de 2027, comparando ao período de 2015 a 2017 (OECD/FAO, 2019).

2.2 Tendência dos produtos lácteos caprinos

O mercado de produtos lácteos oriundos do leite caprino vem se expandindo devido a diversos motivos. Tanto em países mais desenvolvidos quanto em países menos desenvolvidos essa demanda tem aumentado. Dentre estes fatores temos que, em países menos desenvolvidos, o leite caprino tem uma reputação de ser o “leite dos pobres” e, como a população aumentou a procura, também houve crescimento do setor. Outro aspecto relacionado a demanda é o maior interesse pelos produtos derivados deste leite, principalmente os iogurtes e queijos. Em grande parte dos países mais desenvolvidos, o leite caprino e seus derivados, exceto a Europa, ainda se considera estes produtos como especiais, ou seja, que não são tradicionais ou difundidos na rotina de consumo da população (HAENLEIN, 2004).

2.3 Composição nutricional e virtudes do leite de cabra

Além destes, um fator que impulsionou a demanda destes produtos foi o aumento do consumo pela população que sofre com alergias e outras restrições relacionadas ao leite de vaca.

A composição e diâmetro dos glóbulos de ácidos graxos do leite de cabra é diferente do leite de vaca. O leite caprino é composto por maior porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta, e o leite de vaca apresenta mais ácidos graxos de cadeia longa. Na composição da cadeia de ácidos graxos do leite de cabra, os de maior importância são os ácidos graxos voláteis capríco, caprílico, cáprico e butírico. No leite de cabra estes ácidos representam entre 15–18% de todo o perfil da cadeia presentes no leite de cabra, enquanto os mesmo ácidos representam apenas 5–9% no leite de vaca. Quanto mais curta é a cadeia menor é o diâmetro da molécula de gordura, sendo assim, o leite caprino tem melhor potencial de

digestibilidade e se tornou uma alternativa para essa população específica (HODGKINSON et al., 2018).

De maneira geral, pode-se considerar que o perfil de ácidos graxos do leite de vaca é semelhante ao do leite de cabra, exceto quanto ao aspecto das gorduras de cadeia curta. Os quatro principais ácidos graxos de cadeia curta (capróico, caprílico, cáprico e butírico) presente em ambos os leites, se apresentam em porcentagens diferentes na composição de cada leite. A diferença mais acentuada é encontrada na quantidade do ácido cáprico, assim como mostra a Tabela 1 (VIEITEZ et al., 2016).

Embora a composição de sólidos totais do leite de vaca e do leite de cabra sejam muito semelhantes, existem diferenças importantes que devem ser levadas em consideração. As principais diferenças estão entre as proteínas e a gordura, já citada anteriormente. As diferenças entre as proteínas do leite das duas espécies estão relacionadas a polimorfismos genéticos e suas frequências em populações de cabras, principalmente no que diz respeito à α -caseína e β -caseína. A caseína é a parte coagulável das proteínas, a α -caseína possui baixa digestibilidade no intestino humano, e a β -caseína tem alta digestibilidade. O leite de cabra apresenta composição com baixa quantidade de α -caseína e alta quantidade de β -caseína, respectivamente ao contrário do leite de vaca. A alfa caseína, chamada também de α 1-caseína, é a proteína dominante no leite de vaca, com 12-15 g/L, em contraposição, o leite de cabra com níveis variáveis dependentes do genótipo do animal, variando de 0,9 a 7 g/L (HODGKINSON et al., 2012).

Tabela 1 - Composição aproximada (%) dos principais ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no leite de vaca e cabra

Ácido graxo de cadeia curta	Vaca (%)	Cabra (%)
Capróico	2,0	2,3
Caprílico	1,3	2,7
Cáprico	2,6	9,5
Butírico	3,6	4,8
Total AGCC	9,5	19,3

Fonte: Adaptado de Vieitez et al. (2016).

Levando em consideração que a proteína do leite é a principal causadora das alergias ao leite de vaca, os níveis inferiores desta proteína podem contribuir para uma redução do potencial alergênico do leite de cabra, tornando-se assim mais uma vantagem para o aumento do consumo do leite caprino (VERRUCK; DANTAS; PRUDENCIO, 2018).

Neste sentido, por se tratar de produtos de alta digestibilidade e baixa alergenicidade, o leite de cabra se tornou uma excelente matéria prima para o desenvolvimento de produtos inovadores de promoção da saúde humana e alimentos funcionais (SILANIKOVE et al., 2010).

3. Discussão

Atualmente muito se fala sobre o consumo de alimentos considerados mais saudáveis e também funcionais que promovam a saúde humana. A alergia ao leite de vaca é considerada uma doença comum e com uma considerável prevalência, principalmente em crianças durante os três primeiros anos de vida. Dessa maneira, a diferença na composição dos aminoácidos da proteína do leite de cabra e do leite de vaca tem ajudado na redução do potencial alergênico quando comparado ao leite de vaca (CLARK; GARCIA, 2017).

A alergenicidade do leite de vaca é conhecida há muitos anos, já em 1994, Park afirmou que 7% da população infantil nos Estados Unidos tem algum sintoma alérgico. A sintomatologia clínica para pacientes alérgicos à proteínas do leite bovino incluem: rinite, diarreia, vômitos, asma, anafilaxia, urticária, eczema, catarro crônico, enxaqueca, colite e angústia epigástrica. A utilização de leite de cabra como alimento hipoalergênico para bebês ou substituto do leite de vaca em dietas humanas já foi relatada em muitos estudos anedóticos e há anos vem sendo estudado e recomendado como substituto para pacientes alérgicos ao leite bovino. Em seu trabalho, Park (1994) constatou que entre 40 à 100% dos pacientes alérgicos a proteínas do leite de vaca são tolerantes ao leite de cabra. No mesmo estudo, Park relata pesquisas que comprovaram os benefícios do uso do leite de cabra como tratamento, dentre eles um caso de enteropatia crônica em lactente causado por alimentação com fórmula de leite de vaca que foi curada com a substituição pelo leite de cabra. O autor também mostrou que crianças que

reagiram ao leite de bovino, mas não ao leite de cabra, reagiram igualmente ao queijo de leite bovino, mas não ao queijo de leite caprino. Apenas um em cada 100 bebês, que eram alérgicos ao leite de vaca não prosperou bem em leite de cabra. Além destes, de 1682 pacientes com enxaqueca alérgica, 1460 foram devido a alimentos, entre estes 1460 pacientes com alergia alimentar, 92% foram devido ao leite de vaca ou seus produtos (PARK, 1994).

Os alimentos funcionais são aqueles que além de fornecer os nutrientes básicos na composição de determinado alimento trazem também algum benefício a saúde do consumidor, estes benefícios e sua composição tem sido cada vez mais estudados, principalmente pela crescente demanda e tendência de mercado destes produtos (CARRILO et al., 2013).

O leite de cabra é um alimento completo e de alta qualidade nutritiva, com importantes características nutricionais e alimentares, especialmente para crianças e pessoas com doenças ou deficiências relacionadas ao trato digestório. Muitas das propriedades benéficas do leite para a saúde humana estão relacionadas com proteínas específicas, peptídeos, ácidos graxos, e mais recentemente aos oligossacarídeos (SOUSA et al., 2019).

Os estudos sobre os benefícios do leite de cabra como prebióticos ainda são recentes, porém já se sabe que ele possui uma ação prebiótica no tratamento e prevenção de doenças inflamatórias intestinais. Prebióticos são moléculas de carboidratos não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro por estimularem seletivamente a proliferação e/ou atividade de microbiotas desejáveis no cólon. Estes benefícios ligados ao leite de cabra, especialmente a baixa alergenicidade e melhor digestibilidade, quando comparados ao leite de bovino, estão relacionados com diferentes causas clínicas (GARCIA et al., 2014).

Recentes pesquisas mostraram que oligossacarídeos extraídos naturalmente do soro de leite caprino estimularam o crescimento de grupos específicos de microbiota benéfica, nomeada bifidobactéria e *Bacteriodes spp.*, e esta microbiota tinha a capacidade para a produção de ácidos graxos de cadeia curta, o que favorece seu potencial aplicação como prebióticos (OLIVEIRA et al., 2012).

Em outro estudo foi possível observar que o soro do leite de cabra promoveu uma melhoria nos sintomas de inflamação induzida por ácido acético na mucosa do

cólon do intestino grosso de ratos, e também apresentou efeitos anti-inflamatórios em colite induzida em ratos utilizando o ácido 2,4-dinitrobenzeno sulfônico. Em suma, os resultados foram uma resposta inflamatória reduzida, proteção do cólon contra a toxicidade dos reagentes, perda de peso reduzida, redução da gravidade dos sintomas da doença clínica e menos lesões do cólon, que sugeriram que os oligossacarídeos presentes no soro do leite podem ser úteis no tratamento de doenças inflamatórias intestinais (ARAÚJO et al., 2016; ARAÚJO et al., 2017).

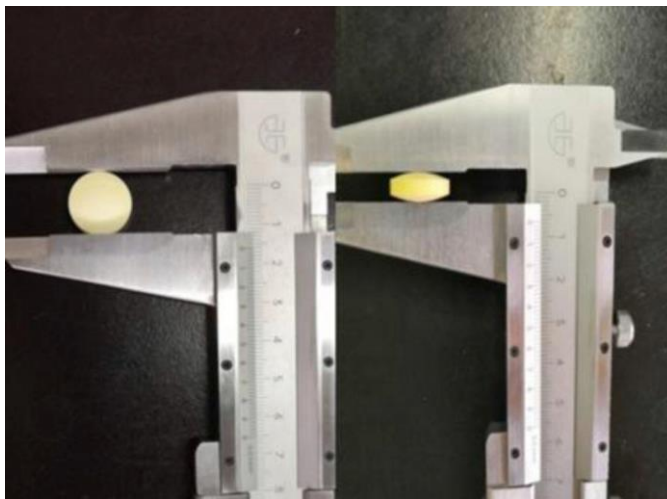
Alguns trabalhos têm comprovado que produtos enriquecidos com oligossacarídeos provenientes do soro do leite de cabra tem efeito funcional positivo, e conseqüentemente, promovem a melhora da saúde intestinal. Estes oligossacarídeos possuem uma cadeia de carbono curta e por isso são responsáveis por muitos destes efeitos benéficos do leite de cabra na saúde humana. Tais compostos podem estar associados ao desenvolvimento do sistema nervoso central e têm aplicações terapêuticas devido aos seus efeitos prebióticos, antiaderentes e antipatogênicos. Este efeito antiaderente é um fator decisivo para evitar a adesão à superfície mucosa, colonização microbiana e invasão (MEYRAND et al., 2013).

Além destes oligossacarídeos ainda é possível a adição de diversos tipos de prebióticos e probióticos nestes produtos, proporcionando assim o desenvolvimento de produtos inovadores produzidos a partir do leite de cabra e estas combinações (VERRUCK; DANTAS; PRUDENCIO, 2018).

Probióticos são microrganismos que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios a fisiologia humana. São geralmente feitos em pó e adicionados a alimentos específicos como suplementos alimentares para garantir que o alimento realmente apresente o efeito de promoção da saúde. Com a crescente busca por alimentos de alto valor nutricional, a consciência da saúde e o ritmo de vida moderna acelerada, os consumidores estão cada vez mais escolhendo alimentos práticos e portáteis. Em vista disto, pesquisadores chineses desenvolveram comprimidos probióticos de leite de cabra (Figura 1) com caráter portátil e uma vida longa útil, sendo um substituto interessante para o leite de cabra líquido. O experimento de simulação *in vitro* verificou que os probióticos podem tolerar fluidos gastrointestinais, atingir o intestino suavemente sob a

proteção da fórmula em comprimido e exercer o seu efeito probiótico (SHU et al., 2020).

Figura 1 - Comprimidos probióticos derivados de leite de cabra



Fonte: SHU et al. (2020).

Ademais, pesquisadores constataram que alguns peptídeos derivados das proteínas do leite de cabra demonstraram propriedades antioxidantes que impedem a peroxidação de ácidos graxos essenciais (CEBALLOS et al., 2009). Essa atividade antioxidante dos peptídeos trata-se de algo muito novo no meio científico, ainda com poucos estudos relacionados, porém que já apresenta um grande potencial para a indústria e pesquisa. Visto que o uso de antioxidantes artificiais é restrito em muitos países, tem-se assim mais uma opção de fonte natural para produtos antioxidantes (PANCHAL, 2020).

4. Conclusão

De acordo com a literatura revisada é possível concluir que as qualidades nutricionais e funcionais do leite de cabra e seus derivados são fatores que agregam valor e impulsionam as pesquisas científicas. Tais características e virtudes proporcionam grande potencial de crescimento e expansão do setor leiteiro caprino no mercado mundial, e tende a se desenvolver e ganhar mais espaço na indústria e com os consumidores.

Como constatado, o consumo direto e utilização do leite de cabra e seus

derivados na indústria apresentam diversos benefícios e, com o avanço das pesquisas e as mudanças no polo consumidor, principalmente nos estudos relacionados à utilização destes produtos na promoção e melhora da saúde humana. Observamos uma tendência em continuar o crescimento e o desenvolvimento do setor com novos produtos de melhor valor nutricional e mais difundidos no mercado. Bem como a criação de mais produtos com a inclusão desta matéria prima, para atender as exigências do consumidor de maneira consistente no mercado.

Referências

ARAÚJO, D. F. et al. Goat whey ameliorates intestinal inflammation on acetic acid-induced colitis in rats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, p. 9383–9394, 2016

ARAÚJO, D. F. S. et al. Intestinal anti-inflammatory effects of goat whey on DNBS induced colitis in mice. **PLoS One**, San Francisco, v. 12, p. 1–19, 2017.

BELANGER, J.; BREDSSEN, S. T. **Storey's guide to raising dairy goats**. 5th. ed. North Adams, MA: Storey Publishing, 2018.

CARRILLO, E. et al. Why buying functional foods? Understanding spending behavior through structural equation modelling. **Food Research International**, Ottawa, v. 50, n. 1, p. 361-368, 2013.

CEBALLOS, L. S. et al. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 22, n. 4, p. 322–329, 2009

CLARK, S.; GARCÍA, M. B. M. A 100-year review: Advances in goat milk research. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 17, p. 10026-10044, 2017.

EC- EUROPEAN COMMISSION. **EU agricultural outlook for markets and income, 2018-2030**. Brussels: European Commission, DG Agriculture and Rural Development, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro de Inteligência e Mercados de Caprinos e Ovinos. **Análise da cadeia produtiva de caprinos e ovinos à luz dos recentes dados do IBGE**. Brasília, DF: EMBRAPA, MAPA, 2018. (Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Caprinos e Ovinos, 55^a Reunião Ordinária). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/caprinos-e->

ovinos/2018/copy_of_54aro/analise-da-cadeia-produtiva-de-caprinos-e-ovinos.pdf>. Acesso em: 21 set. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Dairy and dairy products. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/i9166e/i9166e_Chapter7_Dairy.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations statistical databases**. 2019. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en>. Acesso em 08 out. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical databases**. 2019. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

GARCIA, V. et al. Improvements in goat milk quality: A review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 121, p. 51–57, 2014.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 155-163, 2004.

HODGKINSIN, A. J. et al. Allergic responses induced by goat milk alpha(S1)-casein in a murine model of gastrointestinal atopy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 1, p. 83–90, 2012.

HODGKINSON, A. J. et al. Gastric digestion of cow and goat milk: impact of infant and young child in vitro digestion conditions. **Food Chemistry**, Barking, v. 245, p. 275-281, 2018

INTERNATIONAL LIVESTOCK RESEARCH INSTITUTE. **Integrating dairy goat and root crop production for increasing food, nutrition and income security of smallholder farmers in Tanzania**. 2014. (Interim Technical Report, 2014). Disponível em: <<https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/53591/IDL-53591.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2019.

INTERNATIONAL GOAT ASSOCIATION - IGA. **Scaling-up goat based interventions to benefit the poor**. 2014. (IGA-IFAD Report, 2014). Disponível em: <<https://www.iga-goatworld.org/>>.

com/uploads/6/1/6/2/6162024/scaling_up_goat_based_interventions_to_benefit_the_poor.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018.

MEYRAND, M. et al. Comparison of milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize α 1-casein. **Small Ruminant Research**, Davis, v. 113, p. 411-420, 2013.

MILLER, B. A.; LU, C. D. Current status of global dairy goat production: an overview. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v. 32, n. 8, art. 1219, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT – OEDC; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028**. Paris: OECD Publishing; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. cap. 7. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en>. Acesso em: 05 out. 2019.

OLIVEIRA, D. L. et al. Separation of oligosaccharides from caprine milk whey, prior to prebiotic evaluation. **International Dairy Journal**, Barking, v. 24, n. 2, p. 102-106, 2012.

OLIVEIRA, D. L. et al. In vitro evaluation of the fermentation properties and potential prebiotic activity of caprine cheese whey oligosaccharides in batch culture systems. **BioFactors**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 440-9, 2012.

PARK, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 14, p. 151-159, 1994.

PULINA, G. et al. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 8, p. 6715-6729, 2018.

SHU, G. et al. Probiotic goat milk tablets: formulation optimization and stability evaluation. **LWT**, London, v. 119, p. 108862, 2020.

SILANIKOVE, N. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 89, n. 2-3, p. 110-124, 2010.

STAT, F. A. O. **Food and Agriculture Organization of the United Nations statistical databases**. 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 09 out. 2019.

VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of Functional Foods**, Amsterdam, v. 52, p. 243-257, 2019.

Uso de homeopatia e fitoterapia no manejo sanitário da bovinocultura leiteira orgânica: uma revisão

*Use of homeopathy and phytotherapy in the sanitary management
of organic dairy cattle: a review*

Juliana Maria Meira da Silva, Profa. Dra. Ana Maria Centola Vidal

1. Introdução

Cresce expressivamente a exigência da sociedade com relação a aspectos da produção animal, tais como bem-estar, segurança dos alimentos, impactos ambientais e sustentabilidade, aumentando assim a demanda por produtos orgânicos, incluindo-se o leite.

Alimentos orgânicos são, por definição básica, aqueles produzidos com restrições ao uso de organismos geneticamente modificados, defensivos agrícolas, medicamentos alopáticos ou quaisquer outras substâncias que possam deixar resíduos no produto final. Portanto, um sistema orgânico apresenta algumas técnicas de manejo distintas das convencionais. Os requisitos gerais de sistemas orgânicos de produção estão estabelecidos na Instrução Normativa Nº 46, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011).

Embora as condições de produção nas fazendas orgânicas visem promover a saúde animal, não se descarta a necessidade de medicamentos preventivos e emergenciais. O manejo sanitário da bovinocultura leiteira é um dos mais complexos devido à grande susceptibilidade das vacas a problemas como mastite, retenção de placenta, ectoparasitas, entre outros. Frequentemente, os tratamentos são realizados com medicamentos convencionais, no entanto, na produção orgânica o uso dos mesmos é restrito e desvantajoso. Sendo assim, o manejo preventivo é um dos aspectos chave na produção de leite orgânico. Para isso, faz-se uso das homeopantias e fitoterapias, consideradas alternativas naturais e menos invasivas. Deste modo, a segurança do alimento produzido pode ser vista como superior devido

ao baixo risco de resíduos, principalmente de antibióticos, serem encontrados no leite comercializado (ORJALES et al., 2016).

Apesar da escassez de pesquisas acerca da pecuária orgânica no Brasil e, principalmente, da bovinocultura leiteira neste sistema, a presente revisão de literatura objetiva abordar as estratégias mais relevantes e inovadoras do manejo sanitário na produção de leite orgânico, enfatizando o uso de homeopatas e fitoterapias para prevenir e tratar as doenças e complicações recorrentes.

2. Desenvolvimento

A presente revisão de literatura fornece um panorama geral do desenvolvimento das homeopatas e fitoterapias no manejo sanitário da bovinocultura leiteira orgânica, incluindo os sucessos, fracassos e peculiaridades de cada caso. Foi temporal, com cobertura do tema no período de 2009 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em artigos completos em periódicos indexados, extraídos das bases de dados SciELO, Science Direct e PubMed.

2.1 Uso de homeopatia em casos de mastite, retenção de placenta e presença de ectoparasitas na bovinocultura leiteira orgânica

Descoberta pelo médico alemão Samuel Hahnemann em 1796, a homeopatia é conhecida por seu conceito da “cura pela semelhança” (FISHER, 2012). Os medicamentos ou fármacos homeopáticos são preparações altamente diluídas de substâncias que, quando administradas em indivíduos saudáveis, geram sintomas da doença pré-definida. Sendo assim, para um tratamento deve-se encontrar o composto que melhor corresponda a todas as características do indivíduo doente com base em uma anamnese (KELLER et al., 2019). Estes medicamentos, também chamados de nosódios, podem ser preparados a partir de dezenas de materiais, tais quais: vegetais, como raízes, caules, folhas, flores, pólenes, musgos e algas; microrganismos, como fungos, bactérias, vírus e outros patogênicos; de origem animal, como órgãos, tecidos,

secreções, toxinas, produtos sanguíneos e hormônios; além de minerais e produtos químicos (WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO], 2009).

A bovinocultura leiteira em sistema orgânico apresenta diversas restrições à utilização de medicamentos convencionais. Na União Europeia, as normativas promovem abertamente o uso de terapias holísticas, como a homeopatia e a fitoterapia. Neste contexto, destaca-se o uso dos fármacos homeopáticos como alternativa no tratamento da mastite (ORJALES et al., 2016), doença provocada pelo processo inflamatório das glândulas mamárias após infecção por microrganismos diversos, resultando em perdas econômicas significativas para a indústria de laticínios. Segundo Krieger et al. (2017), as taxas de prevalência de mastite chegam a ultrapassar 50% em algumas fazendas produtoras de leite.

Por tratar-se de uma pseudociência, a eficácia da homeopatia ainda é questionada por boa parte da sociedade. Ebert et al. (2017) testaram, em uma propriedade leiteira convencional na Alemanha, uma mistura de quatro compostos homeopáticos (nosódios), sendo eles *Escherichia coli*, *Pyrogenium*, *Staphylococcinum* e *Streptococcinum*, em vacas que apresentavam mastite clínica. Não houve diferença significativa na taxa de cura, duração da doença, produção e qualidade de leite durante o uso da homeopatia, indicando a não eficácia do tratamento. Também na Alemanha, um estudo apontou taxas de cura da mastite semelhantemente baixas após comparar terapias homeopática e antibiótica (cloxacilina), revelando questionamentos acerca da eficácia de ambas as estratégias (WERNER; SOBIRAJ; SUNDRUM, 2010).

Em contrapartida, segundo Aubry et al. (2013) e Lorenzini et al. (2009), as homeopantias podem ser uma alternativa para reduzir o uso de antibióticos nos casos de mastite clínica leve e moderada, elevando a segurança dos alimentos e reduzindo os riscos de resistência aos antimicrobianos, tanto por parte dos animais, quanto dos consumidores dos laticínios.

Nóbrega et al. (2009) utilizaram um rebanho de 100 vacas leiteiras para testar um composto homeopático formulado com diversos medicamentos que se relacionam aos sintomas da mastite, como *Phytolacca decandra* para produção de leite e doenças crônicas, *Lachesis* e *Bryonia dióica* para

inflamações, *Apis melifica* para edema do úbere, dentre outras, e relataram redução de casos de mastite subclínica como resultado da terapia. Na Espanha, uma pesquisa demonstrou que 83% dos pecuaristas que aderiram à homeopatia como tratamento para mastite declararam estar satisfeitos ou muito satisfeitos com eficácia do método (ORJALES et al., 2016).

Algumas pesquisas apontam que a utilização de homeopatia contra mastite pode estar associada ao aumento da contagem de células somáticas (CCS) no leite (ORJALES et al., 2016; SILVA et al., 2011), enquanto outras não demonstram elevação neste índice mesmo com terapia homeopática (AUBRY et al., 2013; HASKELL et al., 2009; SIGNORETTI et al., 2010).

No que se refere ao manejo sanitário preventivo, um experimento suíço avaliou medidas protetivas contra mastite no início do período seco, tido como um dos mais propícios para infecções. Comprovou-se que, após aplicação de selante antibiótico no canal do teto ou suplementação com homeopatia, não houve mastite clínica durante o período seco e poucos casos surgiram no início da lactação subsequente, sem diferença significativa entre o tratamento preventivo com antibióticos *versus* homeopatia (11% e 9%, respectivamente) (KLOCKE et al., 2010).

Além dos distúrbios relacionados à mastite, sabe-se que falhas na expulsão da placenta são muito comuns em vacas leiteiras, com prevalência de até 16% em sistemas de produção convencionais (BUSO et al., 2018), o que pode reduzir a vida reprodutiva do animal e interferir negativamente nos aspectos econômicos de uma propriedade (NOBRE et al., 2018). Alguns estudos comprovaram, na década de 1990, que a prevenção e o tratamento de retenção de placenta com aplicação de homeopatia apresentaram resultados satisfatórios quando comparados a um grupo placebo, porém são necessários estudos atuais, preferencialmente em sistema orgânico, para comprovar tal feito (DOEHRING; SUNDRUM, 2016). Segundo Lima et al. (2012), os mesmos fármacos homeopáticos usados para estimular o trabalho de parto podem ser empregados para estimular a expulsão da placenta, como *Sépia*, *Cantharis*, *Arnica*, *Pulsatilla* e *Gossypium*.

Também referente ao manejo sanitário de bovinos de leite, podemos ressaltar a ocorrência de endo e ectoparasitas como um grande transtorno, responsável por diminuir a produtividade e acarretar perdas econômicas. Sabe-se do potencial de vacas leiteiras como hospedeiras do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, cuja infestação promove problemas de manejo e interfere diretamente na sanidade dos animais. Um recente estudo brasileiro constatou que determinado medicamento homeopático adicionado à dieta foi ineficaz no controle do carrapato (FIGUEIREDO et al., 2018), resultado obtido também por Costa-Júnior e Furlong, em 2011. No entanto, este último estudo observou controle significativo na população de carrapatos (64%) em animais suplementados com um composto comercial a base de enxofre e alho, levantando boas expectativas acerca da fitoterapia na bovinocultura.

2.2 Fitoterapia como tratamento de mastite, retenção de placenta e ectoparasitas na produção de leite orgânico

Ainda no âmbito de terapias medicinais alternativas pode-se considerar a fitoterapia como uma técnica viável a ser aplicada no manejo sanitário animal. A mesma pode ser definida como o estudo de extratos de origem natural para fins medicamentosos ou promotores de saúde, avaliando seus resultados em células ou sintomas pré-determinados (TAMMINEN; EMANUELSON; BLANCO-PENEDO, 2018). A fitoterapia pode ser apresentada de diversas formas, como pomadas, tinturas, extratos e óleos essenciais, que utilizam como matéria-prima um ou mais componentes vegetais, como raízes, caules, folhas, flores e sementes.

Um amplo e recente estudo conduzido na Suíça avaliou diversos aspectos da conduta de pecuaristas acerca da fitoterapia em suas propriedades. Obteve-se que maior parte dos tratamentos fitoterápicos se destina a distúrbios gastrointestinais e disfunções metabólicas (38%), seguidos de alterações e feridas na pele (34%). Outras causas incluíram infertilidade e doenças dos órgãos genitais femininos (7%), doenças do trato respiratório (5%), mastite (2%), dentre outras (MERTENAT et al., 2020).

Em se tratando de tratamentos fitoterápicos para mastite, um estudo sul-africano *in vitro* observou que *Acacia nilotica* e *Tetradenia riparia* tiveram atividade antibacteriana promissora contra bactérias Gram-positivas. Em contrapartida, foi constatada uma leve citotoxicidade (SSERUNKUMA et al., 2017). Pozzo et al. (2011) avaliaram óleos essenciais de especiarias contra *Staphylococcus* spp. isolados de mastite bovina, obtendo atividade antimicrobiana satisfatória com óleos de orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*), orégano mexicano (*Lippia graveolens*) e seus principais constituintes, timol e carvacrol. O efeito antimicrobiano e antisséptico de outra espécie de orégano (*Origanum glandulosum*) também foi relatado por Baskaran et al. (2009). Neste mesmo estudo *in vitro* foram avaliadas as atividades do trans-cinamaldeído, componente principal do extrato da casca de canela (*Cinnamomum verum*) e do eugenol, ingrediente ativo do óleo de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllis*). Os resultados sugerem que estes óleos podem ser úteis como alternativa aos antibióticos ou como tratamento coadjuvante no controle da mastite, inclusive durante a lactação, já que todas as substâncias acima mencionadas são classificadas como seguras pela *Food and Drug Administration* dos Estados Unidos.

Mullem, Anderson e Washburn (2014) testaram, em vacas da raça Holandesa e Jersey, dois selantes comerciais americanos elaborados a base de plantas e os compararam à antibioticoterapia preventiva convencional realizada ao final da lactação. Tanto o Cinnatube®, formulado com óleos essenciais de calêndula, canela, eucalipto, melaleuca e cera de abelha, quanto o Phyto-Mast®, composto por óleos de tomilho e ervas da medicina tradicional chinesa, não resultaram em diferenças significativas diante do tratamento convencional.

Em média, 75% das doenças comuns em vacas leiteiras acontecem nas primeiras semanas após o parto, tal como a retenção de placenta e a metrite. Estes distúrbios podem afetar a eficiência reprodutiva, a produção de leite e até acarretarem o descarte do animal (NOBRE et al., 2018). Buscando estratégias para diminuir estes casos, Cui et al. (2017) avaliaram a eficácia da suplementação de vacas recém paridas com um pó à base de ervas secas

amplamente empregadas na medicina tradicional chinesa. Comprovou-se que o mesmo foi clinicamente eficaz na retenção de placenta, já que 86% das vacas a expeliram totalmente dentro do período de tempo adequado, com rápida recuperação e menor risco de ocorrência de metrite, além da necessidade reduzida de posterior terapia com antibióticos. Em 2014, o mesmo autor havia analisado a utilização de uma tintura à base de plantas medicinais asiáticas na expulsão da placenta, obtendo, também, eficácia no tratamento (CUI et al., 2014).

Charlie-Silva et al. (2018) avaliaram a eficácia da inclusão de *Artemisia annua* seca e moída na dieta de bovinos para o controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, agente de grande perda econômica na bovinocultura. Os números de fêmeas ingurgitadas obtidos nos grupos tratamento e controle foram semelhantemente altos, concluindo-se que a terapia foi ineficaz. Por outro lado, Costa-Júnior e Furlong (2011) obtiveram resultados positivos no número de carrapatos após suplementação com composto fitoterápico a base de enxofre. Outro estudo, conduzido no Rio Grande do Sul, constatou que uma solução fitoterápica contendo 4% de óleo de citronela, aplicada a cada sete dias, controlou a infestação de carrapatos, porém apresentou uma eficácia mais baixa para o controle da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*), da mosca-dos-estábulo (*Stomoxys calcitrans*) e da mosca doméstica (*Musca domestica*) (AGNOLIN et al., 2010). Uma concentração maior do óleo de citronela poderia promover efeitos mais significativos, o que não foi testado.

3. Discussão

Os dados obtidos nesta revisão de literatura demonstraram que a utilização da homeopatia ainda promove resultados discrepantes no Brasil e no mundo. Nota-se que em alguns casos os medicamentos homeopáticos foram bons substitutos nos protocolos preventivos da produção leiteira, além de terem apresentado efeitos satisfatórios no controle de casos de mastite subclínica ou mastite clínica leve a moderada. Apesar de muitos resultados serem favoráveis, o emprego da terapia homeopática destinada à mastite pode

induzir o organismo da vaca a produzir mais células somáticas, provocando interferência em um dos parâmetros mais importantes de qualidade do leite: a CCS. Alterações deste requisito podem ser extremamente negativas ao produtor e a indústria de laticínios, uma vez que a baixa contagem é um dos principais indicadores de sanidade do leite no mundo todo.

Nóbrega et al. (2009) observaram um aumento transitório na CCS após o início de uma terapia homeopática contra mastite, seguido de uma regressão na celularidade do leite. Este quadro pode ser visto como resposta do organismo animal na tentativa de eliminar os microrganismos que causavam a mastite. Os autores salientaram, então, que a CCS possivelmente não é um bom método para avaliar o efeito do tratamento homeopático. Levando estes fatores em consideração, é notório que mais estudos devem ser realizados correlacionando o uso de homeopatia e o aumento da CCS.

As disparidades nos resultados dos testes clínicos envolvendo terapias homeopáticas certamente estão relacionadas à diversos fatores. Muitos dos estudos aqui relatados foram conduzidos em fazendas leiteiras de produção convencional, pois a literatura ainda é carente em trabalhos que abordam especificamente o manejo orgânico. Ademais, os materiais e métodos foram aplicados de maneira muito heterogênea e diferiram consideravelmente entre fazendas e países. Os próprios medicamentos homeopáticos, por exemplo, apresentaram inúmeras possibilidades de nosódios e diluições, portanto é equivocado assegurar ou negar o efeito da homeopatia sem antes pesquisar, estritamente, cada composto e seus níveis de diluição. A percepção de eficácia dos tratamentos por parte dos pecuaristas também pode ser equivocada, uma vez que muitos utilizam homeopatia formuladas para humanos sem anamnese dos animais e recomendação veterinária (KELLER et al., 2019).

Apesar disso, muitas propriedades produtoras de leite orgânico já baseiam seu manejo sanitário na utilização de terapias homeopáticas. No que tange a realidade brasileira, os protocolos que regem a produção orgânica incentivam, por si só, um sistema produtivo movido pelo bem-estar e saúde animal. Isso acaba resultando em menores incidências de problemas sanitários no rebanho, embora os sistemas orgânicos geralmente apresentem

menores índices de produtividade por vaca. Entretanto, isso não descarta a necessidade de tratamentos preventivos e terapêuticos. Signoretti et al. (2010) publicaram resultados satisfatórios após suplementação com homeopáticos comerciais Fator Pró[®], Fator Estresse[®], Fator M&P[®] e Fator C&MC[®] destinados, respectivamente, a melhoria de desempenho e ganho de peso, diminuição de estresse, controle de mastite e infecções de casco, e controle de endoparasitas e ectoparasitas. Em nove meses de observação não foi necessária à utilização de nenhum medicamento alopático convencional no rebanho, reforçando, então, que é possível manter a sanidade e a produtividade dos animais sem o emprego de produtos sintéticos.

Os resultados obtidos nos estudos sobre fitoterapia, em compensação, foram bons em sua grande maioria, mostrando que se trata de uma terapia alternativa oportuna para a produção orgânica. É notório que o uso de óleos essenciais provenientes de plantas, flores, e até mesmo especiarias como o orégano, é uma tendência prática e viável na produção animal. A fabricação de compostos fitoterápicos comerciais possibilita, inclusive, a utilização de plantas de outras regiões e climas do mundo, tais como as ervas da medicina tradicional chinesa.

O reconhecimento da fitoterapia é de extrema importância não somente para a produção de leite orgânico, já que validar tal estratégia de manejo pode ser interessante para quaisquer produtores de sistema convencional a fim de reduzir a utilização dos antibióticos tradicionais que, como já é sabido, têm promovido resistência a microrganismos, principalmente os patogênicos. Além disso, muitas plantas acessíveis e seguras à alimentação humana e animal podem ser empregadas na formulação de medicamentos fitoterápicos. De qualquer forma, mais testes sobre os compostos são necessários para assegurar sua efetividade e segurança. Muitos estudos *in vitro* apresentaram resultados surpreendentemente bons, mas necessitam de reprodução *in vivo* para serem validados na produção animal já que, dentre os poucos riscos da fitoterapia, o que mais se destaca é a citotoxicidade, como relatada por Sserunkuma et al. (2017). Assim como os medicamentos convencionais, os fitoterápicos podem provocar alergias, efeitos adversos indesejáveis e deixar

resíduos no leite caso haja superdosagem.

De acordo com Tamminen, Emanuelson e Blanco-Penedo (2018) atualmente não é possível tirar conclusões definitivas sobre a eficácia dos tratamentos fitoterapêuticos na pecuária, mas isso não significa que não há potencial nesta metodologia, já que existem experimentos muito bem projetados apresentando produtos botânicos com efeitos positivos.

Por meio desta revisão de literatura observou-se que, embora seja crescente a demanda por produtos orgânicos, a ciência ainda carece de estudos acerca da medicina alternativa aplicada ao gado leiteiro. Foram encontradas poucas pesquisas que avaliassem a eficácia da homeopatia e da fitoterapia contra algumas doenças e distúrbios, como a retenção de placenta. É necessário que mais estudos sejam conduzidos a fim de testar a eficácia das diversas técnicas aqui relatadas, uma vez que a literatura é heterogênea e os resultados diferem consideravelmente entre propriedades, nações e continentes. As normas de produção orgânica também são variáveis e podem resultar em ferramentas de manejo sanitário estranhas às brasileiras, como é o caso dos Estados Unidos e da União Europeia.

4. Conclusão

Diversos estudos apontam que a homeopatia e a fitoterapia podem ser utilizados para tratar satisfatoriamente a maioria das doenças que ocorrem no gado leiteiro, mesmo que, às vezes, medicamentos convencionais tenham que ser usados. Os custos para terapias alternativas são mais baixos em comparação com os tratamentos convencionais, portanto a aplicação de tal estratégia auxilia, ainda, em questões econômicas. Em contrapartida, uma conclusão sobre a eficácia dos compostos homeopáticos é dificultada devido à abordagem inconstante do tratamento nas pesquisas, onde a variedade de compostos e as diferenças de manejo e metodologia podem interferir no resultado. Os testes envolvendo a fitoterapia levantaram boas expectativas acerca do seu uso, tanto na produção de leite orgânico, quanto na bovinocultura leiteira convencional. Bons resultados foram observados para controle de mastite, retenção de placenta e prevalência de ectoparasitas.

Apesar disso, faltam estudos sobre a qualidade do leite durante a aplicação desta terapia, incluindo eventuais mudanças no sabor e aroma. Nota-se que a literatura brasileira carece de estudos sobre as propriedades medicinais das plantas disponíveis no país quando aplicadas na produção animal. Sendo assim, são necessárias mais pesquisas acerca de ambas as terapias para que se conclua quais compostos são eficazes em determinadas doenças e outras intempéries comuns na produção leiteira.

Referências

- AGNOLIN, C.A. et al. Eficácia do óleo de citronela [*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle] no controle de ectoparasitas de bovinos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, Brasil, v. 12, n. 4, p. 482-487, 2010. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000400012>>. Acesso em: 29 mar. 2020.
- AUBRY, E. et al. Early udder inflammation in dairy cows treated by a homeopathic medicine (Dolisovet®): a prospective observational pilot study. **Homeopathy**, London, United Kingdom v. 102, n. 2, p.139-144, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.homp.2013.02.003>>. Acesso em: 10 out. 2019.
- BASKARAN, S. A. et al. Antibacterial effect of plant-derived antimicrobials on major bacterial mastitis pathogens in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, United States, v. 92, n. 4, p. 1423-1429, 2009. American Dairy Science Association. Disponível em: <<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1384>>. Acesso em: 02 abr. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011. *Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal*. Brasília, DF. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de outubro de 2011. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-46-2011_78302.html>. Acesso em: 07 out. 2019.
- BUSO, R. R. et al. Retenção de placenta e endometrite subclínica: prevalência e relação com o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras mestiças. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 38, n. 1, p. 1-5, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/pvb/v38n1/1678-5150-pvb-38-01-1.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.
- CHARLIE-SILVA, I. et al. Lack of impact of dietary inclusion of dried *Artemisia annua* leaves for cattle on infestation by *Rhipicephalus* (*Boophilus*) microplus ticks. **Ticks and Tick-borne Diseases**, Lippersdorf, Germany, v.

9, n. 5, p.1115-1119, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.04.004>>. Acesso em: 15 out. 2019.

COSTA-JÚNIOR, L. M.; FURLONG, J. Efficiency of sulphur in garlic extract and non-sulphur homeopathy in the control of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Medical and Veterinary Entomology**, Oxford, United Kingdom v. 25, n. 1, p.7-11, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2915.2010.00909.x>>. Acesso em: 07 out. 2019.

CUI, D. et al. Efficacy of herbal tincture as treatment option for retained placenta in dairy cows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, Netherlands, v. 145, n. 1-2, p. 23-28, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432014000050#!>>. Acesso em: 15 out. 2019.

CUI, D. et al. Treatment of the retained placenta in dairy cows: Comparison of a systematic antibiotics with an oral administered herbal powder based on traditional chinese veterinary medicine. **Livestock Science**, Amsterdam, Netherlands, v. 196, p. 55-60, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2016.12.008>>. Acesso em: 15 out. 2019.

DOEHRING, C.; SUNDRUM, A. Efficacy of homeopathy in livestock according to peer-reviewed publications from 1981 to 2014. **Veterinary Record**, London, United Kingdom, v. 179, n. 24, p. 628-628, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1136/vr.103779>>. Acesso em: 17 out. 2019.

EBERT, F. et al. Randomized, blinded, controlled clinical trial shows no benefit of homeopathic mastitis treatment in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, United States, v. 100, n. 6, p. 4857-4867, 2017. American Dairy Science Association. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11805>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

FIGUEIREDO, A. et al. In vivo study of a homeopathic medicine against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in dairy cow. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, Brasil, v. 28, n. 2, p. 207-213, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2018.01.008>>. Acesso em: 10 out. 2019.

FISHER, P. What is Homeopathy? An Introduction. **Frontiers in Bioscience (Elite Edition)**, Irvine, United States, v. 4, p. 1669-1682, 2012. Disponível em: <<https://www.bioscience.org/2012/v4e/af/489/fulltext.php?bframe=2.htm>>. Acesso em: 30 set. 2019.

HASKELL, M.J. et al. The effect of organic status and management practices on somatic cell counts on UK dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, United States, v. 92, n. 8, p. 3775-3780, 2009. American Dairy

Science Association. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2105>>. Acesso em: 03 out. 2019.

KELLER, D. et al. How target-orientated is the use of homeopathy in dairy farming? - A survey in France, Germany and Spain. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, Denmark, v. 61, n. 1, p.1-12, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s13028-019-0463-3>>. Acesso em: 03 out. 2019.

KLOCKE, P. et al. A randomized controlled trial to compare the use of homeopathy and internal Teat Sealers for the prevention of mastitis in organically farmed dairy cows during the dry period and 100 days post-calving. **Homeopathy**, London, United Kingdom, v. 99, n. 2, p. 90-98, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.homp.2009.12.001>>. Acesso em: 07 out. 2019.

KRIEGER, M. et al. Prevalence of production disease related indicators in organic dairy herds in four European countries. **Livestock Science**, Amsterdam, Netherlands, v. 198, p. 104-108, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2017.02.015>>. Acesso em: 15 out. 2019.

LIMA, L. F. et al. A Homeopatia como alternativa no tratamento de distúrbios reprodutivos. **Ciência Animal**, Fortaleza, Brasil, v. 22, n. 2, p. 25-43, 2012. Disponível em: <http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/Artigo4_2012.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

LORENZINI, G. et al. Efficiency and costs of the health management in an organic dairy farm where we use unconventional medicines. **Italian Journal of Animal Science**, Firenze, Italy, v. 8, n. 2, p. 622-624, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.622>>. Acesso em: 07 out. 2019.

MERTENAT, D. et al. Ethnoveterinary knowledge of farmers in bilingual regions of Switzerland – is there potential to extend veterinary options to reduce antimicrobial use? **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne Switzerland, v. 246, n. 1121842, p. 1-15, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2019.112184>>. Acesso em: 15 out. 2019.

MULLEN, K.A.E.; ANDERSON, K.I.; WASHBURN, S.P. Effect of 2 herbal intramammary products on milk quantity and quality compared with conventional and no dry cow therapy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, United States, v.97, n.6, p.3509-3522, 2014. American Dairy Science Association. Disponível em: <<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7460>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

NOBRE, M. M. et al. Impacto econômico da retenção de placenta em vacas leiteiras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 38, n. 3, p. 450-455, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5312>>. Acesso em: 15 out. 2019.

NÓBREGA, D. B. et al. Utilização de composto homeopático no tratamento da mastite bovina. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, Brasil, v. 76, n. 4, p. 523-537, 2009. Disponível em: <http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v76_4/nobrega.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

ORJALES, I. et al. Use of homeopathy in organic dairy farming in Spain. **Homeopathy**, London, United Kingdom, v. 105, n. 1, p. 102-108, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.homp.2015.08.005>>. Acesso em: 03 out. 2019.

POZZO, M. Dal et al. Activity of essential oils from spices against *Staphylococcus* spp. isolated from bovine mastitis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, Brasil, v. 63, n. 5, p.1229-1232, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352011000500026>>. Acesso em: 15 out. 2019.

SIGNORETTI, R.D. et al. Aspectos produtivos e sanitários de vacas mestiças leiteiras tratadas com produtos homeopáticos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, Brasil, v. 77, n. 4, p. 625-633, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Cecilia_Verissimo/publication/271766571_ASPECTOS_PRODUTIVOS_E_SANITARIOS_DE_VACAS_MESTICAS_LEITEIRAS_TRATADAS_COM_PRODUTOS_HOMEOPATICOS/links/54d111b80cf28370d0e002dc.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

SILVA, J.R.M. et al. Suplementação de vacas leiteiras com homeopatia: células somáticas do leite, cortisol e imunidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, Brasil, v.63, n. 4, p. 805-813, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352011000400003>>. Acesso em: 03 out. 2019.

SSERUNKUMA, P. et al. Selected southern African medicinal plants with low cytotoxicity and good activity against bovine mastitis pathogens. **South African Journal of Botany**, Pretoria, South Africa, v. 111, p. 242-247, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2017.03.032>>. Acesso em: 15 out. 2019.

TAMMINEN, L.; EMANUELSON, U.; BLANCO-PENEDO, I. Systematic Review of Phytotherapeutic Treatments for Different Farm Animals Under European Conditions. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, Switzerland, v. 5, p. 1-11, 2018. Frontiers Media SA. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00140>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

WERNER, C.; SOBIRAJ, A.; SUNDRUM, A. Efficacy of homeopathic and antibiotic treatment strategies in cases of mild and moderate bovine clinical mastitis. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, United Kingdom, v. 77,

n. 4, p. 460-467, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/s0022029910000543>>. Acesso em: 10 out. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Safety issues in the preparation of homeopathic medicines.** Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2009. 63 p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44238/9789241598842_eng.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

Técnicas Genéticas na Avicultura

Genetic technique in poultry farming

Laura Barbosa Ferreira, Profa. Dra. Rachel Santos Bueno Carvalho

1. Introdução

A produção avícola tem se destacado com um alto crescimento ao longo dos anos causando um grande impacto econômico no setor pecuário brasileiro. O Brasil apresenta uma produção de 44 bilhões de ovos e uma média de 212 ovos/habitante/ano, um recorde histórico alcançado em 2018. No entanto, toda essa produção fica retida em 99,6% ao mercado interno (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEINA ANIMAL, 2019).

O mesmo não acontece na produção de frangos de corte, pois das 12 milhões de toneladas produzidas, 1,9% é destinada à exportação, rendendo ao Brasil os títulos de maior exportador e segundo maior produtor de frangos de corte do mundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEINA ANIMAL, 2019).

Todo o progresso só foi possível devido a avanços nas áreas de manejo, nutrição e principalmente no melhoramento genético que buscam sempre aperfeiçoar características de importância econômica e seu potencial adaptativo utilizando modelos estatísticos e softwares para assim poder oferecer ao produtor um animal com alto potencial genético (COUTINHO; ROSÁRIO; JORGE, 2010).

Nas últimas décadas o melhoramento genético das aves comerciais foi realizado por híbridos gerados a partir do acasalamento de linhagens intensamente selecionadas para as características produtivas desejáveis, como produção de carne e ovos. A eficácia de um programa de melhoramento depende do cumprimento de um planejamento minucioso pré-estabelecido, na seleção de genitores com características desejáveis para que no acasalamento gere a progênie com maior valor genético e que as próximas gerações possam herdar tal potencial (LEDUR et al., 2011).

Com o intuito de aumentar o desempenho zootécnico, têm surgido novas tendências como o uso de informações obtidas a partir do mapeamento do genoma dos animais, possibilitando saber a posição dos genes e gerando base para a elaboração do estudo dos padrões de expressão gênica (COUTINHO; ROSÁRIO; JORGE, 2010). Com o mapeamento do genoma é possível estudar profundamente as suas interações como, por exemplo, a nutrigenômica que avalia a interação dos nutrientes sobre a modelagem genética (ESPINDOLA et al., 2010), ou a epigenética analisando as variações não genéticas do DNA (FANTAPPIE, 2013).

Nesse sentido, o objetivo desta revisão é trazer um panorama das mudanças genéticas sofridas na avicultura desde a seleção genética tradicional, passando a utilização de informações genômicas e pôr fim a edição genética e a partir destas ferramentas de melhoramento entender as modificações ocorridas no setor e as suas complementariedades.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento de tecnologias de melhoramento genético, aplicadas na produção avícola com suas inovações atuais. Será temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Google acadêmico, PubVet e SciELO.

2.1 Histórico do melhoramento genético e seus desafios

O século 20 experimentou um avanço na compreensão da genética animal com os primeiros relatos de Mendel no seu início. Foi nas décadas de 50 e 60 que os princípios mendelianos foram usados em aves, o que gerou uma rápida eficiência no processo, devido ao seu pequeno intervalo entre gerações (TIXIER-BOICHARD et al., 2012), com isso várias linhagens foram lançadas por empresas multinacionais. Em alguns países, como é o caso do Brasil, foi proposto o desenvolvimento de programas de melhoramento próprios, o

enfoque principal era a criação de linhagem de aves para corte e postura para diminuir a dependência da genética estrangeira (LEDUR et al., 2011).

Levando em consideração a já importante da avicultura brasileira, iniciou-se o programa de melhoramento genético avícola nacional. Porém o programa era realizado por instituições públicas e os custos elevados o que dificultaram a renovação dos estudos com rapidez, com isso as empresas multinacionais continuaram a se destacar por conta da maior liberdade comercial. Desde 2011 os estudos brasileiros foram voltados para a criação de linhagens caipiras melhores adaptadas para as condições do país e também para estudos gnômicos (LEDUR et al., 2011).

Apesar de todo avanço, o melhoramento genético tem muitos desafios, como é o caso da criação de fenótipos variados para diferentes tipos de ambientes; desenvolvimento de animais com menos anomalias e distúrbios metabólicos, esquelético e de qualidade de carne; o uso de novas biotecnologias para aumentar a sanidade dos lotes; edição genética com o intuito de reparar limitações genéticas das linhagens, a sua adaptabilidade e melhoria da produção de carne; além das melhorias contínuas na conversão alimentar, rendimento de carcaça, reprodução e produção de ovos (BASSI e SILVA, 2017).

2.2 Seleção tradicional

2.2.1 Parâmetros genéticos

Tradicionalmente o melhoramento usa modelos de seleção genética, que tem como intuito aumentar a frequência de genes ou combinação genética desejável, fixando alguma característica importante, ou seja, a expressão de um fenótipo de valor zootécnico e econômico (CARVALHO et al., 2016).

As características qualitativas são controladas por um ou poucos genes e seu fenótipo é facilmente diferenciado, por exemplo, cor das penas e tamanho da crista. Porém, as características quantitativas são controladas por muitos genes, e seu fenótipo é mais complexo de se mensurar, como por exemplo, o peso do animal e produção de ovos, esse conjunto de características

são as de maior interesse zootécnico, porque dizem respeito a produção do animal (ELER, 2017a).

Ademais, nas características quantitativas, temos a acurácia que traduz a confiabilidade, uma vez que é a estimativa de quanto os valores estão próximos ao real. Quanto mais informações têm-se sobre o animal e sobre a sua família, maior a acurácia para saber se a característica será passada para a sua progênie (ELER, 2017a).

Para avaliar tais características têm-se os parâmetros genéticos, como herdabilidade, a repetibilidade e a correlação genética. A herdabilidade mostra a confiabilidade da superioridade dos pais que se espera transmitir aos filhos, sendo então a potencialidade de melhoria de uma característica na seleção; ou seja, indica que dada característica será passada para a progênie ou não (ELER, 2017b).

O parâmetro repetibilidade, é complementar e mostra a intensidade de interação entre os valores fenotípicos e a sua prolongação, ou seja, conservação da característica ou capacidade de produção em diferentes períodos, como por exemplo, o peso dos ovos e espessura de casca são características de alta repetibilidade, outra definição está palpada no potencial de repetir essas características de produção ao longo se sua vida (MOTA, 2010).

De acordo com Falconer (1960) a correlação ocorre quando alteramos uma característica, e outra se altera também, sendo que essa influência pode ser positiva ou negativa. Assim, a sua importância se dá pela possível seleção de uma característica, que pode gerar uma resposta geneticamente relacionada em outra característica de forma indireta. A correlação genética é causada por pleiotropia ou ligação gênica, além desta existe a correlação ambiental e fenotípica. Na primeira se considera os fatores interação entre o genótipo e o ambiente, ou seja, não herdáveis na segunda leva em consideração os valores fenotípicos dos indivíduos para duas características, ou seja, a expressão genética (ELER, 2017b). Não há dúvidas que a seleção tradicional foi pautada no uso de parâmetros genéticos e conseguiu seus avanços através destes.

2.2.2 Genética Molecular

A genética molecular é a parte da ciência que estuda as variações gênicas, seus produtos e interações com técnicas de biologia molecular. A partir da genética molecular surgiu a abordagem genômica, que estuda o genoma com base na sequência completa de DNA. Esse estudo abriu caminho para pesquisas mais focadas em suas interações com a nutrição e a codificação de proteínas e a transcrição de RNAs (ESPINDOLA et al., 2010)

A nutrigenômica analisa o efeito dos nutrientes sobre a modelagem genética; a dieta e seus nutrientes e constituintes alteram a expressão gênica e conseqüentemente a fenotípica (CAMP; TRUJILLO, 2014). Os estudos gerados visam aumentar o conhecimento sobre as vias metabólicas e as reações que controlam a homeostase do organismo (CINTRA, 2018) formulando dietas específicas e levando em conta aspectos como a composição nutricional dos alimentos e a saúde animal (GONÇALVES et al., 2009).

Os RNAs são responsáveis por ditar os genes expressos e a suas influências na fisiologia do animal (SOUZA; RHODEN; PAMPHILE, 2014). A transcriptômica estuda os micros arranjos de RNA e RNA mensageiro, ou seja, o número de transcritos produzidos pelo aumento do número de sequências de DNA (DAVIES, 2010).

O conjunto de proteínas codificadas ou proteoma é o produto total gerado a partir dos processos pós-transcricionais e pós-traducionais, complexos formados por biomoléculas e produtos traduzidos de sequências genômicas. Possui grande complexidade, pois se modifica de acordo com estado fisiológico e as fases da diferenciação celular. Com isso, a proteômica estuda as moléculas que controlam todos os processos biológicos (BARBOSA et al., 2012).

Ainda dentro da genética molecular tem-se a epigenética que estuda as variações ocorridas na forma na qual os genes são lidos ao longo de sua vida, mas sem que haja alteração da sequência de bases do DNA. Tais variações poder ser passadas para a progênie e tem um grande impacto na biologia do organismo, estabelecendo diferentes fenótipos (FANTAPPIE, 2013). A genética molecular é uma área da ciência moderna muito

abrangente, porém com relação as ciências ômicas e epigenética, tem se estudado as mudanças fisiológicas ocorridas nos animais com a suas devidas interações externas.

2.2.3 Aplicação de marcadores moleculares genéticos

Dentro da genômica o uso dos marcadores moleculares possibilitou aumentar o rigor de seleção, que passou a ser a partir de seu genótipo e não mais apenas do fenótipo como é na seleção tradicional, com isso seus ganhos são superiores (BEHRING et al., 2009; SHIRASAWA et al., 2013).

Em outras palavras os marcadores genéticos são sequencias de DNA que revelam polimorfismos e podem ser herdados. Em amostras que possuem muito genes a serem analisados, são estudados os SNPs (do inglês, *Single Nucleotide Polymorphism*) que são variações encontradas de um único nucleotídeo e INDELs (INserções e DELeções) que estão em intervalos na sequência de DNA, e podem estar ausentes ou presentes na fita de DNA de dado indivíduo (REGITANO; VENERONI, 2009).

O uso da seleção assistida por marcadores (SAM) auxilia nas decisões antes mesmo da disponibilidade dos fenótipos, principalmente na utilização de locos que controlam as características quantitativas (*quantitative trait loci*- QTL) e marcadores adjacentes a esses locos, para manter os mecanismos de predição mais controlados (SHIRASAWA et al., 2013). O mapeamento de QTL se embasa no reconhecimento de regiões cromossômicas associadas à variação genética de uma característica de interesse econômico. Para isso é preciso de mapas genéticos repletos de marcadores moleculares, como os SNPs (COUTINHO; ROSÁRIO; JORGE, 2010).

Baseado nesse conceito e também do sequenciamento gênico é possível criar plataformas para analisar milhares de marcadores em paralelo, e a combinação com um modelo estatístico possibilita a identificação de indivíduos melhores produtivamente e adaptados (GUIMARÃES et al., 2009). Sem o entendimento e a utilização dos marcadores não é possível estudar o gene a ponto de se realizar uma seleção a partir dele.

2.2.4 Seleção genômica

No melhoramento animal, com o intuito de elevar a sua eficiência e a rapidez da seleção e a partir dos marcadores moleculares é possível realizar a seleção genômica (*genome selection* - GW). Esta seleção foi proposta por Meuwissen, Hayes e Goddard (2001) e não se baseia em testes de significância para marcadores individuais, mas sim busca fazer interações entre todo o genoma do organismo levando em consideração os efeitos dos *locos* de caráter quantitativo e explicar toda a variação genética.

Tal seleção só é possível caso haja algum desequilíbrio de ligações entre os genes da característica e os alelos dos marcadores, e ser realizado baseado nos dados genotípicos e fenotípicos de uma população. Para uma maior eficiência recomenda-se o uso de animais jovens para acelerar o processo de seleção (MEUWISSEN; HAYES; GODDARD, 2001).

A seleção pode ser subdividida em genética de associação (GWA) e a seleção genômica ampla (GWS). A GWA busca encontrar genes possíveis para o controle de uma dada característica, então o ajuste é feito baseando que as populações se relacionam por meio de ancestrais comuns. Em contrapartida, a GWS o ajuste é feito para todos os QTLs na respectiva população a ser melhorada, pois o seu intuito é prever o valor genético de cada indivíduo. Dessa forma com os dados fenotípicos e genótipos é possível a partir de cálculos de predição estabelecer o seu possível fenótipo (RESENDE et al., 2013). Portanto, seleção genômica possibilita o entendimento dos genes e as suas aplicações nas características dos animais, sendo assim possível tomar decisões com uma segurança maior e realizar estudos de seleção com base em distúrbios metabólicos por exemplo.

2.3 Edição genética

2.3.1 Uso da CRISPR

A edição genética começou a ganhar destaque em meados de 1990, por ser altamente eficaz, por possibilita a retirada ou deleção de um trecho específico de DNA e inserir outro no lugar, sendo esse procedimento possível tanto em células germinativas quanto somáticas (FURTADO, 2019).

Essa técnica de edição genética possui duas fases, sendo a primeira o reconhecimento e clivagem do DNA e posteriormente arranjo da molécula. Dentro dessas fases existe a edição propriamente dita com o uso de enzimas alteradas pelo homem, meganucleases, *zinc-fingernucleases*, *transcription activator-like effector nucleases* e CRISPR-Cas9 (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*), sendo a última a mais utilizada (FURTADO, 2019; HORVATH; BARRANGOU, 2010; TERNS; TERNS, 2011).

Depois de selecionados os nucleotídeos acontecem a clivagem da fita dupla que acionam os mecanismos naturais de reparo do DNA, sendo esses a ligação de extremidades não homólogas e reparo dirigido por homologia. O primeiro religa os trechos de DNA e são normalmente usados para omitir uma ação genica. O segundo utiliza moldes para reabilitar a parte perdida, nesse caso é possível inserir moldes de genes desejados fornecendo um novo pedaço de DNA (FURTADO, 2019; HORVATH; BARRANGOU, 2010; TERNS; TERNS, 2011). A técnica de CRISPR-Cas9 é a mais utilizada e tem apresentados efeitos positivos dentro da avicultura comercial, principalmente com relação a edição de patógenos, como por exemplo em estudos sobre *Escherichia coli*, sendo a técnica aplicada para entender a causa da mutação que gera a resistência a antibióticos (QIU et al., 2018).

3. Discussão

O melhoramento genético em sua maioria tem acontecido de forma tradicional, visando a melhoria dos fenótipos encontrados no animal e baseando-se em características quantitativas como a conversão alimentar, peso aos 42 dias de idade e rendimento de carcaça, no caso de frangos de corte, o qual o produto esperado é a carne, ou conversão por dúzia de ovos produzida, peso do ovo e espessura da casca em poedeiras, cujo produto esperado são os ovos.

Diferentemente de outras espécies, as aves domésticas são melhoradas em cinco gerações. Com o progresso dos sequenciamentos de nova geração, a ciência animal trouxe uma visão diferente sobre as funcionalidades do genoma, além de identificar diversas variações na sequência de DNA,

sendo a principal o SNP proporcionando então a extrapolação de dados do ponto de vista de herdabilidade e repetibilidade para as próximas gerações, com uma confiança maior.

Além disso, com o sequenciamento genético é possível ter informações do potencial genético de um animal frente a algumas características quantitativas de maior valor econômico como a conversão alimentar, porcentagem de gordura na carcaça, problemas locomotores e principalmente características ligadas ao sexo. Como exemplo, a previsão de produção de ovos e eclosão de um macho era fornecida pelos dados de sua família, mas com a genômica é possível avaliar as características herdadas de seus pais de cada ave.

A seleção genômica não tem o intuito de anular a seleção tradicional, porém tem o papel de acrescentar novas informações que deixarão a seleção mais precisa. A sua relevância se dá principalmente em características reprodutivas, que em comparação com a seleção convencional, pode aumentar o progresso genético, sendo de extrema importância nesse conjunto de características que possuem herdabilidade baixa.

É possível também avaliar o genoma como um todo e suas funcionalidades expressas ao longo da vida do animal, ou em resposta a estímulos ambientais. Assim é possível melhorar o conhecimento sobre características poligênicas e suas variações, como parâmetros de produção, resistência a doenças. Além disso, é possível resolver problemas decorrentes de fenótipos desvantajosos, sem que seja preciso mudar os ganhos genéticos que a seleção tradicional já alcançou.

Alguns trabalhos sinalizam avanços positivos como o uso de sequenciamento genômico, por exemplo, a claudicação que pode ser de origem nutricional ou bacteriana, sendo então a bactéria *Staphylococcus agnetis* uma das precursoras de tal anomalia, usando o sequenciamento de próxima geração de leitura longa e curta para esquematizar os contíguos acabados únicos para o genoma e um plasmídeo grande do patógeno da galinha, foi possível identificar a sua virulência e o diferenciar de outros estafilococos patogênicos. Porém a pesquisa não é conclusiva, sendo necessários novos

estudos para realmente prever quais medidas do âmbito genético podem ser tomadas (AL-RUBAYE et al., 2015).

Trabalho visando a melhoria da produção do músculo do peito, usando o polimorfismo, foi feito usando o genoma de 18 galinhas de diferentes linhagens tanto de poedeira ou corte da Embrapa. Com o sequenciamento do SNPs e INDELS (marcadores de inserção e deleção) foi revelada uma região de QTL para o desenvolvimento muscular do peito. Foram encontrados três genes com ligação deposição de músculo em INDELS e 15 em SNPs com desenvolvimento variante. Os autores sugerem que devem ser realizados mais estudos das mutações para que haja uma validação efetiva dos efeitos do QTL (GODOY et al., 2014).

Ademais trabalhos sobre a gordura abdominal dos animais, sendo essa uma característica importante na reprodução das aves. Muitos QTL foram encontrados, porém a resposta para essas regiões é pequena, e as variações de funcionalidade ainda não descobertas. O trabalho propôs aumentar a resolução em uma dessas áreas, usando 18 galinhas de uma geração parental submetida a um cruzamento mutuo entre linhas de frangos foram sequenciadas, foram encontrados seis locos relacionadas a deposição de gordura, sendo então material para futuros estudos (MOREIRA et al., 2015).

Com relação aos estudos sobre o equilíbrio fisiológico, têm-se os metagenômicos, nos quais a microbiota intestinal de aves comerciais é associada com o aparecimento de enfermidades. Esse tipo de estudo identifica novos genes e microrganismos sem precisar cultivo em laboratório. O avanço desses estudos é possível entender como a microbiota funciona, e avaliar o uso de pro e prebióticos, óleos essenciais, entre outros para a substituição de antibióticos na produção, sendo esse um entrave, por conta do aparecimento de superbactérias (PEIXOTO et al., 2013).

Na nutrigenômica podem-se ver trabalhos como o de Mutryn e colaboradores (2015) no qual foi usado o sequenciamento genético de frangos de corte, e foi possível encontrar mais de 1500 genes expressos diferentemente, com isso foi possível caracterizar doenças e distúrbios como o peito amadeirado. Com a análise da expressão desses genes foram observadas

as suas associações com cálcio intracelular, possível troca do tipo de fibra, hipóxia e estresse oxidativo.

Com relação à proteômica têm-se estudos em patógenos, como é o caso do *Mycoplasma synoviae*, no qual foi possível se obter informações sobre a classificação funcional das proteínas da bactéria. Tal estudo é importante, pois levanta dados para a realização de experimentos semelhantes e ajuda na compreensão da bactéria para que haja um futuro controle (MENEGATTI et al., 2010).

Estudos ainda com base na epigenética têm surgido com grande força, como por exemplo, Pértille et al. (2017) que avaliaram as condições diferentes de criação de galinhas, em gaiolas e em aviários abertos se diferenciando pela quantidade de estresse gerado nas aves. Na comparação entre as hemácias dos dois tratamentos foram encontradas janelas significativas para interações de metilação. Estudos como esses geram compreensão sobre a detecção de estresses adquiridos ao longo da vida por meio de células de fácil acessibilidade.

Outros estudos de edição genética são voltados para a erradicação de doenças, uma vez que é possível modificar o DNA principalmente de organismos procariontes, ou seja, de vírus e bactérias. Além disso, a edição genética pode proporcionar por meio da sua técnica, indivíduos mais resistentes.

Com isso a partir da bactéria *Salmonella enteritides*, um dos sorotipos mais comuns de salmonelose em aves, foi realizado um trabalho na China com 329 cepas isoladas, sendo 262 de aves e as restantes de humanos, suínos, aves silvestres e de fonte desconhecida. A pesquisa trouxe a confirmação que os espaçadores CRISPR podem ser obtidos por bacteriófagos ou conjuntos de plasmídeos no ambiente. Porém os pesquisadores sugeriram novos estudos (LI et al., 2017).

Na mesma linha, pesquisadores da República Tcheca conseguiram produzir aves resistentes ao vírus leucose aviária do subgrupo J, sendo essa dividida em mais nove subgrupos. Tal efeito foi possível por conta do uso da técnica de CRISPR, em que foram excluídos alguns aminoácidos do gene que

codifica o receptor para o subgrupo do vírus da leucose para infectar células de galinha. Essa mutação dá às aves a resistência a esse tipo de vírus, e como tal mutação foi feita nas células germinativas de galos a modificação passa para os pintinhos (KOSLOVÁ et al., 2020).

4. Conclusão

Dentro da genética é possível observar diversas técnicas de melhoramento, desde a tradicional que se baseia no fenótipo dos animais até os estudos moleculares e edições genéticas. Nos estudos moleculares têm-se as ciências ômicas que focam na compreensão do genoma e suas mudanças baseadas desde a nutrição até a transcrição de RNA; têm-se os marcadores moleculares que focam no mapeamento genético para a identificação dos genes responsáveis por dada característica de interesse comercial; e tem-se a seleção genômica que baseada nesses marcadores e em cálculos prediz os melhores animais para certa função, por exemplo, para a reprodução. Além disso, o uso da edição genética tem focado na erradicação de doenças provenientes de vírus e bactérias a fim de produzir indivíduos mais resistentes. Todas as técnicas têm como mesmo intuito, produzir animais geneticamente melhores. Além do mais as técnicas são complementares e não anulam as demais.

Referências

- AL-RUBAYE, A. K. A. et al. Genome analysis of *Staphylococcus agnetis*, an agent of lameness in broiler chickens. **PloS One**, São Francisco, v. 10, n. 11, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual 2019**. São Paulo: ABPA, 2019.
- BARBOSA, E. B. et al. Proteômica: metodologias e aplicações no estudo de doenças humanas. **AMB - Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 366-375, 2012.
- BASSI, N. S. S.; SILVA, C. L. Oportunidades e desafios para a cadeia de frangos de corte brasileira. **Avicultura Industrial**, Itú, n. 10, ed. 1271, p. 16-21, 2017.

BHERING, L. L. et al. Seleção assistida por marcadores para teor de matéria seca e açúcares redutores em tubérculos de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 38-44, 2009.

CAMP, K. M.; TRUJILLO, E. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: nutritional genomics. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, New York, v. 114, n. 2, p. 299-312, 2014.

CARVALHO, T. et al. Um sistema de informação para melhoramento genético de caprinos e ovinos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 12., 2016, Florianópolis. **Anais...**Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 100-107.

CINTRA, D. E. **Nutrigenômica e alimentos funcionais na prática clínica**. São Paulo: Editora Senac, 2018.

COUTINHO, L. L.; ROSÁRIO, M. F. ; JORGE, E. C. Biotecnologia animal. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 70, p. 123-147, 2010.

DAVIES, H. A role for “omics” technologies in food safety assessment. **Food Control**, Guildford, v. 21, n. 12, p. 1601-1610, 2010.

ELER, J. P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal: bases do melhoramento genético animal**. Pirassununga: FZEA-USP, 2017b.

ELER, J. P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal: seleção**. Pirassununga: FZEA-USP, 2017a.

ESPINDOLA, F. S. et al. Recursos de bioinformática aplicados às ciências ômicas como genômica, transcriptômica, proteômica, interatômica e metabolômica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 463-477, 2010.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetic**. New York: Ronald Press, 1960.

FANTAPPIE, M. Epigenética e memória celular. **Revista Carbono**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 1-5, 2013.

FURTADO, R. Edição genética: riscos e benefícios da modificação do DNA humano. **Revista Bioética**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 223-233, 2019.

GODOY, T. F. et al. SNP and INDEL detection in a QTL region on chicken chromosome 2 associated with muscle deposition. **Animal Genetics**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 158-163, 2014.

GONÇALVES, F. M. et al. Nutrigenômica: situação e perspectivas na alimentação animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 104, p. 5-11, 2009.

GUIMARÃES, C. T. et al. Marcadores moleculares e suas aplicações no melhoramento genético. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 253, p. 24-33, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/580256>> Acesso em: 10 out. 2019.

HORVATH, P.; BARRANGOU, R. CRISPR/Cas, the immune system of bacteria and archaea. **Science**, New York, v. 327, n. 5962, p. 167-170, 2010.

KOSLOVÁ, A. et al. Precise CRISPR/Cas9 editing of the NHE1 gene renders chickens resistant to the J subgroup of avian leukosis virus. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 117, n. 4, p. 2108-2112, 2020.

LEDUR, M. C. et al. **O melhoramento genético de aves no Brasil e as contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. In: SOUZA, J. C. P. V. B.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHMIDT, G. S. (Ed.). **Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 293-316.

LI, Q. et al. Genetic analysis and CRISPR typing of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis from different sources revealed potential transmission from poultry and pig to human. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 266, p. 119-125, 2017.

MENEGATTI, A. C. O. et al. First partial proteome of the poultry pathogen *Mycoplasma synoviae*. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 145, n. 1-2, p. 134-141, 2010.

MEUWISSEN, T. H.; HAYES, B. J.; GODDARD, M. E. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. **Genetics**, Austin, v. 157, p. 1819-1829, 2001.

MOREIRA, G. C. M. et al. Variant discovery in a QTL region on chromosome 3 associated with fatness in chickens. **Animal Genetics**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 141-147, 2015.

MOTA, M. D. S. Parâmetros genéticos – repetibilidade. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 17, ed. 122, art. 826, p. 1-16, 2010.

MUTRYN, M. F. et al. Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. **BMC genomics**, Newark, v. 16, n. 1, p. 399, 2015.

PEIXOTO, J. O. et al. Metodologias genômicas na avicultura: pesquisadores relatam as aplicações da genômica na cadeia produtiva de aves e estudos da Embrapa neste setor. **Avisite**, yCampinas, n. 76, art. 7, p. 20-24, 2013.

PERTILLE, F. et al. DNA methylation profiles in red blood cells of adult hens correlate with their rearing conditions. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 220, n. 19, p. 3579-3587, 2017.

QIU, H. et al. CRISPR/Cas9/sgRNA-mediated targeted gene modification confirms the cause-effect relationship between *gyrA* mutation and quinolone resistance in *Escherichia coli*. **FEMS Microbiology Letters**, Oxford, v. 365, ed. 13, 2018.

REGITANO, L. C. A.; VENERONI, G. B. Marcadores moleculares e suas aplicações no melhoramento animal. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR APLICADA À PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2009, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009. p. 1-20.

RESENDE JÚNIOR, M. F. R. et al. Seleção genômica ampla. In: CRUZ, C.; SALGADO, C. C.; BHERING, L. L. (Ed.) **Genômica aplicada**. Viçosa: Suprema, 2013. p. 375-424.

SHIRASAWA, K. et al. Genome-wide association studies using single nucleotide polymorphism markers developed by re-sequencing of the genomes of cultivated tomato. **DNA Research**, Tokyo, v. 20, n. 6, p. 593-603, 2013.

SOUZA, L. D. L.; RHODEN, S. A.; PAMPHILE, J. A. A importância das ômicas como ferramentas para o estudo da prospecção de microrganismos: perspectivas e desafios. **Revista Uningá Review**, Maringá, v. 18, n. 2, p.16-21, 2014.

TERNS, M. P.; TERNS, R. M. CRISPR-based adaptive immune systems. **Current Opinion in Microbiology**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 321-327, 2011.

TIXIER-BOICHARD, M. et al. A century of poultry genetics. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 68, n. 2, p. 307-321, 2012.

Tecnologias Aplicadas ao Bem-estar de Aves Comerciais

Technologies Applied to Commercial Poultry Welfare

Letícia de Assunção Costa, Prof. Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho

1. Introdução

O bem-estar animal e seus paradigmas são debatidos tanto em setores agroindustriais quanto sociais, visto a progressiva preocupação que consumidores demonstram em relação aos aspectos da cadeia produtiva. De acordo com Broom (1986), bem-estar animal é definido como a relação do animal às suas tentativas de adaptação ao ambiente. Desta forma, o animal deve atender as 5 liberdades instituídas pelo comitê Brambell (BRAMBELL et al., 1965) sendo correlato a diversos conceitos como adaptação, estresse, saúde, necessidades, entre outros (BROOM; FRASER, 2010).

Sob o mesmo ponto de vista, torna-se imprescindível que haja uma melhoria de perspectivas para o bem-estar animal na avicultura, bem como sua associação às tecnologias empregadas, visando novos processos ou equipamentos em prol do desenvolvimento do processo produtivo, posto que o setor avícola brasileiro um dos mais desenvolvidos no mundo. Sobretudo, avicultura tanto a de postura quanto a de corte desenvolveram tecnologias que visam diminuir o sofrimento causado aos animais nos diferentes tipos de manejo no qual são expostos (SCHIMIDT; SILVA, 2018).

A debicagem realizada de maneira tradicional é considerada um ponto crítico da produção, por outro lado, o uso de radiação infravermelha, um método alternativo e menos invasivo pode ser considerado ideal (GRANGHELLI et al., 2015). Outro aspecto relevante no manejo da avicultura é a apanha, responsável por causar danos à carcaça, correspondendo de 30 a 50% dos hematomas, além de fraturas de pernas, asas e até mesmo, mortalidade dos frangos. Entretanto este manejo pode ser conduzido de forma automática ocasionando menor perda por lesão, além de promover melhorias no bem-estar (MENDES; KOMIYAMA, 2011).

Portanto, os avicultores e as empresas devem atentar-se às demandas mercadológicas de forma a adequar sua produção nos diferentes âmbitos. Nesse sentido, esta revisão bibliográfica teve por objetivo apresentar algumas tecnologias aplicadas na avicultura a fim de proporcionar bem-estar aos animais de produção por meio da utilização de técnicas não invasivas.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento das tecnologias utilizadas para o bem-estar animal aplicados na avicultura com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações: livro, Google Acadêmico, Pubmed, Scielo e Science Direct.

2.1 Debicagem na avicultura

A indústria avícola de postura comercial realiza diversos procedimentos de manejo com o intuito de proporcionar às aves condições adequadas para expressarem seu potencial genético e consequentemente obtenção de melhorias em seu desempenho. Embora, com as mudanças mercadológicas, em especial a preocupação acerca do bem-estar dos animais de produção, algumas práticas rotineiras estão sendo modificadas para atender esta nova demanda, como por exemplo, a prática de debicagem (RIBEIRO; GAMBARO, 2019).

Esta prática consiste na remoção fracionária do bico seguido de sua cauterização, sendo retirado equivalente a 2/3 em sua parte superior e 1/3 do inferior, onde se pode considerar uma escala de leve, pequena ou severa remoção. Para sua execução, existem diversas metodologias como lâmina quente (mais usual) e fria, laser, desgaste natural e raios infravermelhos, que devem ser realizadas entre o 7º e 10º dia de idade. Todos os métodos citados para esta técnica visam diminuir problemas tais como o canibalismo, lesões em decorrência ao arranque de penas, perdas devido a bicagem dos ovos e

mortalidade, além de promover a uniformidade do lote e evitar o desperdício de ração (ACIOLI, 2012; BASTOS-LEITE et al., 2016; LAGANÁ et al., 2011).

Apesar de apresentar benefícios tanto ao produtor quanto para as aves, a debicagem é uma prática na qual requer cautela, pois se malconduzida torna-se agressiva, estressante, sendo capaz de causar dor aguda e crônica. Desta forma, sob o ponto de vista do bem-estar animal e pretendendo atender as exigências do mercado, torna-se imprescindível a utilização de métodos alternativos e eficientes que além de proporcionar elevada produtividade, esteja em conformidade com a qualidade de vida dos animais de produção (GARCIA et al., 2015; GRANGHELLI et al., 2015).

2.2 Metodologias alternativas ao método convencional

Atualmente novas técnicas de debicagem têm sido empregadas na avicultura de postura com o intuito de serem menos invasivas às aves, exemplos disso são a radiação infravermelha e o corte único em biesel, sendo este realizado em aves com até 10 dias de idade. O corte utiliza lâminas incandescentes no formato de V próximo a narina da ave, resultando na perda da capacidade de pinçar e acarreta na não necessidade de uma segunda debicagem (RIBEIRO; GAMBARO, 2019).

Em relação a radiação infravermelha, seu procedimento é realizado dentro do incubatório logo no primeiro dia de vida dos pintainhos, na qual consiste na utilização de um laser em alta intensidade, onde o tecido córneo do bico é exposto a uma determinada radiação infravermelha ocorrendo a inibição da camada germinativa e, em até 14 dias, ocasiona uma queda da região na qual houve a exposição (BAGGIO et al., 2018; VIEIRA FILHO et al., 2016).

De acordo com Dennis, Fahey e Cheng (2009), quando confrontado as metodologias convencionais com radiação infravermelha constatou-se algumas vantagens em relação à primeira, pois foi observado que as mudanças no bico ocorreram de forma gradativa e que as feridas não ficaram expostas por um longo período. Este efeito, aliado a outros fatores como

diminuição de erros e inconsistência do funcionário, é responsável por esta técnica ser eficiente.

Embora haja poucos estudos referentes sobre a eficácia desta metodologia, pode-se afirmar que a utilização de radiação infravermelha é uma alternativa viável, menos agressiva e que além de não comprometer o potencial produtivo das aves, provê melhorias em seu bem-estar (DENNIS; FAHEY; CHENG, 2009; SANTOS, 2014).

2.3 Manejo pré-abate de frangos de corte

Para se conseguir êxito na criação de frangos são considerados alguns aspectos como o melhoramento genético, sanidade, nutrição e manejo, sendo este determinante para o sucesso dos demais. Há diversos tipos de manejo pré-abate realizados em frangos de corte, que compreende desde o jejum até a espera no abatedouro (PESSOA et al., 2013).

Dentre eles, o manejo de apanha das aves necessita de cautelas na sua execução, pois ocasiona maior estresse e lesões físicas. Logo, esta prática deve ser realizada a fim de proporcionar menor perda de peso, evitar desidratação e possibilitar condições de bem-estar animal, resultando assim na redução de perdas. Efetivamente, este um ponto de extrema importância visto que a sua identificação resulta no aprimoramento dos processos produtivos (CASTILLO; RUIZ, 2010; RUI; ANGRIMANI; SILVA, 2011).

O manejo de captura ocorre no momento anterior ao transporte, podendo ser realizado de forma manual ou automatizado. Assegura-se o bem-estar das aves seguindo alguns procedimentos como realizar a apanha durante a noite, pois neste período a temperatura encontra-se mais amena e por uma questão fisiológica visto que as aves possuem menor capacidade visual neste período, e também a retirada de comedouros e bebedouros para evitar intercorrências. Recomenda-se também a distribuição das aves em grupos, minimizando esforços físicos e diminuição de lesões na pele, além de facilitar a contenção (TAVERNARI; ALBINO; ARAÚJO, 2012).

Igualmente, a configuração deste manejo preconiza suceder o mínimo de estresse aos frangos, pois do contrário acarreta em diversas consequências

como diminuição do peso e contusões (TAVERNARI; ALBINO; ARAÚJO, 2012).

2.3.1 Apanha manual

A prática de apanha manual compreende três métodos de captura sendo eles através das pernas, dorso ou pescoço. Devido a agilidade do processo, durante muito tempo a apanha mais utilizada era pela perna, porém este método possui menor eficiência, em virtude de ocasionar elevada incidência de lesões na carcaça como hematomas e fraturas de pernas e asas, e por estes motivos encontra-se em desuso (TAVERNARI; ALBINO; ARAÚJO, 2012).

Atualmente, utilizam-se os métodos pelo pescoço e dorso, uma vez que apresentam benefícios quanto à produção e bem-estar dos frangos, sendo menores os índices de injúrias. Quando realizada pelo pescoço, o operador captura de duas a três aves em cada mão, tornando a operação mais rápida quando comparada com a apanha feita pelo dorso, porém se não for de modo adequado, pode ocorrer lesões no dorso e coxas ao se colocar as aves nas caixas, podendo provocar asfixia. Enquanto que a apanha feita pelo dorso, é considerado um método ideal por diminuir traumas e ainda preconizar o bem-estar, neste caso a apanha é realizado de maneira individual, podendo o operador ter problemas ao manejar o frango até a caixa para o transporte. Apesar disso, observa-se um maior rendimento de carcaça em função da diminuição das lesões, perdas e custos de operação (MENDES; NAAS; MACARI, 2004; PILECCO et al., 2013).

Desta forma a apanha manual é considerada o método mais usual na avicultura de corte, onde contém uma equipe composta por até 14 funcionários, sendo uma atividade com um menor custo por animal. Para o sucesso deste manejo, se faz necessário que as aves sejam agrupadas num lote, fato que auxilia o operador no momento da captura, diminuindo assim o estresse dos animais. Contudo, se o manejo for realizado de forma inadequada pode ocasionar na perda em qualidade de carcaça e mortalidade (RUI; ANGRIMANI; SILVA, 2011).

2.3.2 Apanha automática

A avicultura de corte se caracteriza por deter tecnologias nas quais possibilitam que seus processos sejam automáticos e/ou mecanizados. Todavia isso não se faz presente em alguns aspectos da cadeia produtiva, posto que o manejo de apanha de aves é realizado de forma manual composta por trabalhadores que possuem certo grau de carência em treinamentos e instruções. A infraestrutura da granja e dos galpões, aliado com a falta de padronização e fatores externos são determinantes para que os processos não sejam mecanizados no Brasil (PILECCO et al., 2013).

A ausência destas tecnologias é retratada na queda do desempenho produtivo das aves e na qualidade da carne. Sabendo destas condições, tornar-se imprescindível à utilização do método de apanha automatizada como alternativa para diminuição das lesões, injúrias e estresse durante o manejo (MENDES; KOMIYAMA, 2011).

Ainda assim é necessário que se preconize um planejamento para que as boas práticas sejam aplicadas e atendidas de forma correta, mesmo que o custo de implantação seja elevado. Além disso, adotar técnicas que visam o bem-estar animal é vantajoso uma vez que diminui as perdas associada ao erro de manejo (RODRIGUES et al., 2016).

3. Discussão

O emprego de tecnologias não invasivas é essencial para viabilizar bem-estar às aves de produção, aperfeiçoando a cadeia produtiva de forma a refletir no desempenho e qualidade do produto final. No manejo pré-abate da avicultura de corte, as práticas utilizadas desencadeiam debates neste novo contexto social, pois podem ser substituídas por outras melhores. O uso de maquinário para colheita do animal contribui para seu bem-estar, uma vez que este demonstrou comportamento menos agressivo quando comparado ao método de colheita manual. Todavia, foi analisado que este comportamento ocorreu não porque o processo foi feito de forma mecânica, mas porque sofre menos interferências dos fatores ambientais como temperatura, intensidade

da luz solar e também, contato direto com trabalhadores (WOLFF et al., 2019). Vale ressaltar que em alguns países, métodos automáticos são utilizados para diminuir além da incidência de fraturas e lesões, perdas econômicas.

Apesar de o método manual ser recomendado e o mais utilizado no Brasil, alguns estudos apontam a substituição da maneira de captura atual por uma mais eficiente, podendo ser realizado através do abdômen, diminuindo assim, a agitação, o nível de estresse e injúrias na carcaça (WOLFF et al., 2019). De acordo com Kittelsen et al., (2018), manusear o frango pelo abdômen durante o manejo de captura ocasionou melhorias no bem estar do animal reduzindo a quantidade de fraturas e o índice de mortalidade.

Segundo Lima et al. (2019) independentemente da prática de apanha adotada, todas são capazes de influenciar o bem-estar e moldar o comportamento do animal, sendo que os diversos métodos de captura se diferenciam por meio da variação da agitação da ave, número de injúrias, lesões e mortalidade.

Para Pilecco et al. (2013) existem outros fatores que repercutem diretamente no bem-estar animal, como os apanhadores. Em determinadas circunstâncias a carência em treinamentos e instruções aos trabalhadores contribui de forma decisiva para o surgimento de lesões e mau manuseio dos animais.

Desta forma se faz necessário um maior suporte à equipe, pois as características individuais dos apanhadores como a expressão de seu comportamento e atitudes, influenciam nas práticas de manuseio (LIMA et al., 2019). Para Langkabel et al. (2015), a elaboração de um Procedimento Operacional Padrão pode ser utilizada afim de proporcionar bem-estar aos animais durante a apanha, aliado com treinamentos e capacitação de funcionários, visando alavancar a produção e garantir a qualidade do produto final.

A questão acerca do bem-estar animal também é evidenciada na avicultura de postura, onde são discutidos quais os métodos podem ser

praticados no procedimento da debicagem. O corte do bico é um método realizado com o intuito de reduzir problemas de pele e penas ocasionados pela bicagem, resultantes em dor e perda sensorial nas aves. Alguns países europeus estudam a proibição desta prática, porém de acordo com Riber e Hinrichsen (2017) omitir o corte do bico também reduz o bem-estar, pois as aves continuaram a apresentar os comportamentos agressivos nos quais contribuíram para o aumento da mortalidade.

Em contra partida no estudo realizado por Kaukonen (2019) através de um questionário, os criadores finlandeses alegaram que é possível garantir condições adequadas na produção, sem interferência no bem-estar das aves que não tiveram o bico cortado. Para isso devem-se adotar medidas como oferta de alimentação balanceada contendo um maior teor de fibras para diminuir o canibalismo, controlar a intensidade de luz, temperatura, umidade, densidade de estocagem, entre outros fatores.

De acordo com Henderson et al. (2009) o corte do bico é indispensável na criação de poedeiras comerciais por prevenir ou diminuir traumas por bicadas e canibalismo. Em seus estudos compararam-se os métodos de corte e a utilização do infravermelho foi eficiente demonstrando ser menos prejudicial que o método por lâmina quente. Segundo Dennis, Fahey e Cheng (2009), o uso de infravermelho como metodologia de corte ocorreu por ser uma prática menos dolorida e mais precisa. Os resultados apontaram que a utilização deste tratamento impactou positivamente a produtividade de modo que, além de proporcionar bem-estar, as aves reduziram o comportamento de agressividade quando em elevada intensidade luminosa e apresentaram condição proeminente de penas.

Dennis e Cheng (2012) ressaltaram que os benefícios do tratamento de bico com infravermelho extrapolam o bem-estar animal, compreendendo menor incidência de erros e manuseio inadequado, além disso, permite que as aves sejam aparadas no momento da vacinação e pelo aspecto anatômico admite-se que a ponta do bico diminui gradativamente permitindo assim, uma adequação em relação ao comportamento alimentar.

Vale ressaltar que para aperfeiçoar os parâmetros produtivos e bem-estar animal deve ocorrer um ajuste no comprimento da placa de proteção e intensidade do raio infravermelho, elaborar recomendações precisas sobre protocolo de IR e fazer adaptações em relação ao tamanho da ave (DENNIS; CHENG, 2012).

4. Conclusão

As constantes modificações comportamentais da sociedade se refletem cada vez mais no âmbito da produção animal, ocasionando novas tendências mercadológicas. Conseqüentemente, as empresas e produtores rurais visam atender as necessidades de seus consumidores, os quais se preocupam, entre outros aspectos, com o bem-estar dos animais de produção.

O setor avícola é considerado um dos mais desenvolvidos mundialmente ofertando tecnologias que permitem reduzir a dor e sofrimento dos animais por meio de métodos alternativos às formas de manejo convencionais.

Na avicultura de postura, o manejo da debicagem é considerado um dos pontos críticos da produção, pois há uma preocupação envolvendo a prática relacionada com a falta de bem-estar que a mesma proporciona às aves poedeiras, sendo que, se não for executada de maneira correta o animal sofrerá com as conseqüências negativas, como a dor e queda de desempenho, pelo resto de sua vida produtiva. De acordo com diversos estudos realizados, o uso de radiação infravermelha como um método alternativo ao convencional, torna-se imprescindível devido apresentar-se como uma técnica eficiente na qual emprega menor agressividade em sua prática sem alteração nos subsequentes resultados zootécnicos.

Em relação à avicultura de corte, o manejo pré-abate é um dos fatores mais discutidos no novo contexto social. Diversas práticas são consideradas essenciais para o sucesso da produção, porém é necessário estar alinhado com o bem-estar dos frangos. Para isso, técnicas alternativas estão sendo desenvolvidas para programar a produção, ou seja, o método de apanha, feito de forma manual, pode ser substituído pela apanha automática que além de

promover maior rapidez no processo, contribui diminuindo as injúrias sofridas pelos animais.

Assim o emprego de tecnologias é essencial para contribuir ao bem-estar das aves de produção, aperfeiçoando a cadeia produtiva de forma a refletir no desempenho e qualidade do produto final.

Referências

ACIOLI, M. I. L. A importância da qualidade de uma franga: os fatores que influenciam o desempenho das aves desde a aquisição até a fase de crescimento. **Revista do Ovo**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 14-18, 2012.

Disponível em:

<https://www.avisite.com.br/noticias/img/2012/20120118_manejo.pdf>.

Acesso em: 18 set. 2019.

BAGGIO, R. A. et al. Feed selectivity of laying hens undergoing different beak trimming in two rearing systems. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 48,

n. 10, art.e20170686, 2018. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v48n10/1678-4596-cr-48-10-e20170686.pdf>>.

Acesso em: 12 out. 2019.

BASTOS-LEITE, S. C. et al. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de debicagem. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró v. 10, n. 2, p. 110-115, 2016. Disponível em:

<<https://rbmv.org/index.php/acta/article/view/5484>>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRAMBELL, W. R et al. **Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems**. London, 1965.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **The British Veterinary Journal**, Amsterdam, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4. ed. Barueri: Manole, 2010.

CASTILLO, C. J. C.; RUIZ, N. J. Manejo pré-abate, operações de abate e qualidade de carne de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2010, Santos, SP. **Anais...** São Paulo: FACTA 2010. p. 171-190.

DENNIS, R. L.; FAHEY, A. G.; CHENG, H. W. Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. **Poultry Science**, Ithaca, v. 88, n. 1, p. 38-43, 2009. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/88/1/38/2962773>>. Acesso em: 14 set. 2019.

DENNIS, R. L.; CHENG, H. W. Effects of different infrared beak treatment protocols on chicken welfare and physiology. **Poultry Science**, Ithaca, v. 91, n. 7, p. 1499-1505, 2012. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119402745?via%3Dihub>>. Acesso em: 05 maio 2020.

GARCIA, E. R. M. et al. Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades populacionais de alojamento. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 18, n. 2, p. 87-93, 2015. Disponível em:

<<http://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/5378/3078>>. Acesso em: 18 set. 2019.

GRANGHELLI, C. A. et al. Nível de energia na dieta e manejo de debicagem para poedeiras comerciais. In: GOBESSO, A. A. O. et al. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**. Pirassununga: 5D, 2015. p. 167-178.

HENDERSON, S. N. et al. Comparison of beak-trimming methods on early broiler breeder performance. **Poultry Science**, Ithaca, v. 88, n. 1, p. 57-60, Jan. 2009. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2008-00104>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119388959?via%3Dihub>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

KAUKONEN, E. Settings **open access** feather pecking and cannibalism in non-beak-trimmed laying hen flocks—farmers' perspectives. **Animals**, Basel, v. 2, n. 9, p. 1-17, Jan. 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/9/2/43/htm>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

KITTELSEN, K. E. et al. An evaluation of two different broiler catching methods. **Animals**, Basel, v. 8, n. 8, p. 141-148, Aug. 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/8/8/141/htm>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

LAGANÁ, C. et al. Influência de métodos de debicagem e do tipo de bebedouro no desempenho e na qualidade dos ovos de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 1217-1221, 2011.

LANGKABEL, Nina et al. Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broilers. **Poultry Science**, Ithaca, v. 94, n. 8, p. 1735-1741, Aug. 2015. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911932200X?via%3Dihub>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

LIMA, J. A. et al. Effect of different catching practices during manual upright handling on broiler welfare and behavior. **Poultry Science**, Ithaca, v. 98, n. 10, p. 4282-4289, Oct. 2019. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911947942X?via%3Dihub>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 352-357, 2011. Suplemento especial. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/141114/ISSN1516-3598-2011-40-352-357.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 set. 2019.

MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, 2004.

PESSOA, G. T. et al. Estratégias inovadoras no manejo de frangos de corte em avicultura industrial: fases pré-inicial, inicial, engorda e final.

PUBVET, Londrina, v. 7, n. 12, ed. 235, art. 1553, 2013. Disponível em:

<<http://www.pubvet.com.br/uploads/bed6b98b0ea02be4cec5e2d0f8ea778e.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

PILECCO, M. et al. Training of catching teams and reduction of back scratches in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 169-286, 2013. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v15n3/17.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2019.

RIBEIRO, P. A. P.; GAMBARO, D. V. Manejo nas fases de cria e recria. In: FARIA, D. E. et al. **Produção e processamento de ovos de poedeiras comerciais**. Campinas: Facta, 2019. p. 93-95.

RIBER, A. B.; HINRICHSEN, L. K. Welfare consequences of omitting beak trimming in barn layers. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 4, p. 1-7, Dec. 2017. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2017.00222/full>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

RODRIGUES, D. R. et al. Abate humanitário de aves: revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 10, n. 9, p. 650-658, 2016.

RUI, B. R.; ANGRIMANI, D. S. R.; SILVA, M. A. A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1290-1296, 2011. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/cr/2011nahead/a4911cr4424.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2019.

SANTOS, T. A. **Métodos de debicagem em poedeiras comerciais**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/113922/000806811.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 56, n. 3, p.467-482, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032018000300467&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 08 set. 2019.

TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T.; ARAÚJO, W. A. G. Manejo pré-abate de frangos de corte. **Revista CFMV**, Brasília, v. 18, n. 56, p. 62-68, 2012.

VIEIRA FILHO, J. A. et al. Índice produtivo e qualidade de ovos de galinhas poedeiras submetidas a diferentes métodos de debicagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 6, p. 759-765, 2016. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v51n6/1678-3921-pab-51-06-00759.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.

WOLFF, I. et al. Harvesting-induced stress in broilers: comparison of a manual and a mechanical harvesting method under field conditions. Comparison of a manual and a mechanical harvesting method under field conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 221, p. 104877-104885, Dec. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159119301376?via%3Dihub>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

***Compost Barn* como instalação alternativa para bovinos de leite confinados**

Compost Barn as an alternative facility for confined dairy cattle

**Marina Huffenbaecher Gimenes, Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni
Titto**

1. Introdução

No Brasil, a cadeia produtiva leiteira é de extrema relevância no complexo agroindustrial, pois, além de gerar renda e emprego para centenas de produtores brasileiros, influencia no desenvolvimento do setor do agronegócio do leite no país (MALHEIROS; KONRAD, 2019). As expectativas para o Brasil nos anos seguintes é que a produção nacional supere a demanda interna, ou seja, o país inverterá sua situação no comércio internacional, com excedente de produção e possibilidade de exportar mais do que importar. Para a ocorrência desse fator, foi necessário, durante os últimos anos, adotar novas tecnologias na produção.

Dentre essas inovações, podem-se citar as novas tecnologias empregadas na ordenha e nas instalações dos animais, indo desde itens para melhora da ambiência do local até a mudança do tipo de instalação, aumentando, comprovadamente, a produção e a produtividade por meio do aumento do bem-estar animal. O fato de grande importância para o crescimento da utilização de recursos mais modernos para a produção leiteira é que, mesmo existindo um elevado número de pequenos produtores no país, pode-se afirmar que há uma concentração da produção em um número menor de propriedades, em que os maiores produtores respondem por parcelas cada vez maiores da produção nacional e, os pequenos produtores, por parcelas cada vez menores. Este comportamento faz com que a busca por novas tecnologias por parte dos grandes produtores torna-se o principal objetivo dentro da propriedade, visando melhorar dos índices zootécnicos dos animais e, conseqüentemente, aumento da produção (VILELA et al., 2017).

Uma alternativa de produção que se destaca atualmente entre os grandes produtores de leite no Brasil é o *Compost Barn*. O emprego do *Compost Barn* em propriedades se tornou cada vez mais usual na última década, em países como os Estados Unidos. Agora, grandes produtores brasileiros estão investindo nessa tecnologia como recurso inovador que visa aumentar lucratividade em longo prazo, proporcionando aos animais bem-estar e conforto, melhorando índices de produtividade e sanidade do rebanho. A instalação baseia-se em um galpão que permite a entrada de ar, com extensa superfície de repouso recoberta por uma cama coletiva, tendo um corredor de alimentação e bebedouros obrigatoriamente isolados da área de descanso por uma parede ou por um degrau elevado, porém não muito alto (OFNER-SCHROCK et al., 2015). Dentre os principais objetivos dessa instalação pode-se destacar a maior longevidade dos animais, melhoria na detecção de cio, manejo rotineiro facilitado, redução da contagem de células somáticas (CCS), atenuação de custos de implementação e manutenção, além de impactar fortemente no conforto das vacas, visando a melhora nos índices reprodutivos, podendo resultar no aumento da produção em decorrência de uma maior taxa de prenhez (LESO et al., 2020) e uma diminuição no intervalo entre partos (BLACK et al., 2013), sendo estes o objetivo desta presente revisão.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do *Compost Barn* como instalação alternativa para bovinos de leite confinados com suas inovações atuais. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Google Scholar e Sistema Integrado de Bibliotecas Universidade de São Paulo (SIBiUSP).

2.1 Vantagens do *Compost Barn* quando comparado ao sistema de confinamento *Free-stall*.

Quando se refere a sistemas para confinamento de animais leiteiros tem-se como principais sugestões o *Free-stall* e o *Compost Barn*. A diferença entre os dois está, principalmente, ligada ao fato de que o primeiro possui cama de descanso individual, enquanto no segundo o sistema de cama é coletivo, com profundidade maior da mesma e o substrato ocupa a totalidade da área (MOTA; ANDRADE; LEITE, 2019).

Ao se comparar esses dois sistemas intensivo de confinamento pode-se, também, citar outras diferenças que tangem vantagens que o *Compost Barn* apresenta em relação ao *Free-stall*, como a maior liberdade das vacas para movimentação na área de cama, a menor probabilidade de os animais apresentarem elevada incidência de problemas, como o de cascos e de lesões de jarrete (KLAAS et al., 2010), por conta da instalação possuir menor superfície com piso de concreto, e uma maior diminuição de dejetos líquidos (MOTA, et al. 2017), proporcionando um local seco e, conseqüentemente, mais confortável, tendo como resultado maior longevidade das vacas. Ainda, há maior facilidade para detecção de cio na produção confinada em sistema *Compost Barn*, por conta da maior destreza em expressar seus comportamentos naturais, ocorre a melhora do desempenho dos animais com relação a diversos fatores zootécnicos que impactam diretamente na produção, e que, também, com esse sistema se torna possível diminuir a existência de moscas perto das vacas, devido ao menor odor decorrente dos dejetos, o que promove um ambiente mais propício e agradável para os animais e para as condições de trabalho dos produtores (MOTA, et al. 2017).

Além desses fatores, um ponto de extrema importância que acarreta na escolha dos produtores pelo sistema de *Compost Barn* é a possibilidade de venda do composto orgânico gerado pela cama, o qual se mostra como um excelente adubo, dando maior oportunidade de lucro na produção (CHAMBELA NETO et al., 2018).

Pode-se, ainda, dizer que o *Compost Barn* é uma alternativa que objetiva reduzir a poluição do ar e da água, e que, assim, torna-se uma fonte poluidora menor quando comparado ao *Free-stall*. Para Galama et al. (2011), o sistema *Compost Barn* tem sido visto como oportunidade para melhorar a

sustentabilidade na pecuária leiteira, dado ao fato dos animais possuírem maior interação e espaço para, por exemplo, deitar e levantar com maior conforto conciliado com as menores emissões de gases e, ao mesmo tempo com um preço inicial de custo reduzido, ou estabilizado, para este tipo de instalação.

2.2 Benefícios do *Compost Barn* com relação ao bem-estar e conforto animal na produção leiteira.

Pode-se dizer que o bem-estar animal é a adaptação do animal ao ambiente no qual está inserido, e sua capacidade de enfrentar as dificuldades encontradas. Quanto maiores estas dificuldades, mais elevado será o desafio do animal em se ajustar no ambiente e menor será o seu grau de bem-estar (BROOM, 1986). O *Compost Barn* é uma instalação de confinamento para animais leiteiros que possui como grande benefício o aumento na taxa de bem-estar, o que reflete em outros fatores importantes para a produção. Problemas reprodutivos, complicações por doenças como a mastite e elevada contagem de células somáticas (CCS) são as principais causas de queda do total da produção de leite. Sabe-se que, quando utilizado esse sistema de confinamento com manejo correto da cama, aumentando a taxa de bem-estar animal, esses fatores que influenciam na perda de lucratividade para o produtor são diminuídos significativamente e se obtém melhores resultados na produção (BOND et al., 2012).

Este sistema de criação em confinamento promove um ambiente que permite aos animais expressarem seus comportamentos naturais, contribuindo, também, para o aumento no grau de bem-estar dentro desse tipo de instalação, o qual oferece a possibilidade de um planejamento sanitário e um ambiente adequado, visando melhora dos índices produtivos e maximizando o retorno econômico do investimento na propriedade (SILVA et al., 2019a).

Diversos estudos foram realizados, com intuito de evidenciar os benefícios do *Compost Barn* para a produção leiteira. Dentre os resultados obtidos destacam-se os trabalhos de Black et al. (2013), Damasceno (2012) e

Leso et al. (2020) demonstrando melhorias no conforto animal e no intervalo entre partos, bem como, aumento na produção de leite. Também, é possível destacar nestes trabalhos melhorias da qualidade do ar, diminuição do odor relacionado à menor emissão de amônia, o que ocasiona a redução de moscas, reflexo na produção leiteira, na facilidade de manejo, na longevidade das vacas, no controle de dejetos no ambiente com o uso da cama como fertilizante, além de reduzir custo de implantação e ainda a diminuição da contagem de células somáticas (CCS) no leite, quando os animais são confinados em sistema de *Compost Barn* (BLACK et al., 2013). A redução da carga microbiana na cama, a melhoria das condições de higiene dos animais e o melhor funcionamento do sistema imune dos mesmos, proporcionado pelo conforto que o ambiente da instalação oferece às vacas, explicam a redução da CCS e a menor incidência de mastite, que acarretam nas melhorias da qualidade do leite no dado sistema de confinamento.

Segundo Malheiros e Konrad (2019), a implantação do sistema de *Compost Barn* é viável economicamente do ponto de vista do bem-estar animal, trazendo benefícios para a qualidade de vida do animal e gerando ganhos e rendimento para os produtores. Contudo, existem fatores fundamentais para o sucesso da produção com este tipo de instalação, os quais se resumem no manejo intenso da cama, com acompanhamento da temperatura e umidade da mesma e do ambiente interno do sistema, principalmente em países de clima tropical e subtropical, que possuem variações nas características microclimáticas, podendo influenciar no comportamento dos animais e, conseqüentemente, na compostagem da cama.

Dados obtidos por Ofner-Schrock et al. (2015) demonstram que uma construção aberta e com boa ventilação, sendo esta natural e artificial, permite um clima estável dentro do sistema de *Compost Barn*, mesmo em elevadas temperaturas ambientais, ou seja, pode-se afirmar que quando um ambiente adequado é oferecido aos animais, a produção animal será positivamente influenciada por este fator, pois o bem-estar animal está relacionado com as condições ambientais que a instalação disponibiliza, como área de descanso, alojamento e conforto (LEIRA et al., 2018), elementos estes

que se tornam possíveis de serem alcançados com a utilização do *Compost Barn*.

2.3 Influência do *Compost Barn* na melhora dos índices reprodutivos de vacas leiteiras.

Para atingir o máximo da produção de um animal, este necessita de um ambiente que lhe ofereça conforto relacionado ao bem-estar. Para isso, é de extrema importância que o ambiente seja um local devidamente sombreado, seco, arejado, macio, com conforto ideal para que o animal repouse com tranquilidade e manifeste seu comportamento natural, além de ser próximo e de fácil acesso aos bebedouros. A melhora nos índices reprodutivos está associada à maior taxa de serviço, à maior taxa de concepção, ao menor intervalo entre partos, à eficiência na detecção de cio e à maior taxa de prenhez. Esse fator melhora consideravelmente quando são atendidos os requisitos citados acima, o que é facilmente alcançado com o *Compost Barn*, além de, também, melhorar as condições sanitárias dos animais, diminuindo as enfermidades que acometem o rebanho, influenciando diretamente os índices reprodutivos (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010).

Segundo estudos de Black et al. (2013), foi constatado que com o sistema *Compost Barn* os dados de intervalo entre partos e dias ao primeiro serviço reduziram, enquanto a taxa de serviço aumentou, o que sugere uma melhora nos índices reprodutivos dentro desse sistema. Outro fator importante, este que contribui diretamente para aumento da taxa de prenhez e, conseqüentemente melhora dos índices reprodutivos, é a detecção de cio, o qual é um benefício do *Compost Barn*, pois há aumento significativo deste quando os animais são confinados com maior conforto nesse sistema (MOTA et al., 2017) e, assim, melhora consideravelmente a taxa de prenhez das vacas inseridas no sistema de *Compost Barn* (LESO et al., 2020).

De acordo com Ribeiro, Andrade e Graciosa (2018), a utilização do sistema de *Compost Barn* aumentou a produtividade sem prejudicar a taxa de concepção das vacas, e esse fator foi observado tanto nas épocas mais quentes do ano, quanto nas épocas mais frias. Com todos esses dados

apresentados é possível dizer que o *Compost Barn* é uma tecnologia inovadora que possui como principal vantagem ser um sistema de confinamento para vacas de leite que promove ganhos significativos em bem-estar animal, melhorando os índices reprodutivos da produção e, também, a qualidade higiênico-sanitária do leite desses animais (LEIRA et al., 2018).

2.4 Importância da taxa de prenhez e do intervalo entre partos na melhora da produção leiteira em sistema de confinamento *Compost Barn*.

Sabe-se que com elevado bem-estar animal, consegue-se atingir melhores índices dentro de uma produção, como os descritos acima. Scorsato, Menarin e Giolo (2014), afirmaram que a curva de lactação é uma representação gráfica da produção de leite diária em função da duração da lactação, podendo ser resumida em três fases. Esta se inicia logo após a parição, apresentando uma fase crescente nesse começo pós-parto. Após, aproximadamente, 2 a 3 meses desse período tem-se uma fase de pico, sendo definida como a produção máxima da lactação, com a qual se aumenta exponencialmente a produtividade do rebanho. Ou seja, uma melhor eficiência reprodutiva, com maior sucesso nas gestações, consequentes do bem-estar animal, resulta em alta produção leiteira tendo em vista os maiores números de picos de lactação dos animais. A terceira fase de uma curva de lactação é de declínio contínuo até que a vaca seja constatada prenhe e possa, a partir da data de prenhez, estimar a possível data do parto e definir o período em que será interrompida a lactação desse animal (SCORSATO; MENARIN; GIOLO, 2014). Por esse motivo, é de extrema importância para produção leiteira que a taxa de prenhez seja elevada e o intervalo entre partos seja cada vez menor no rebanho, pois desta forma tem-se maior número de animais paridos, fazendo com que as vacas expressem, assim, sua produção máxima e não um declínio de produção.

Assim sendo, pode-se dizer que o conforto animal afeta a reprodução, interferindo diretamente na produção leiteira. Alguns aspectos, observados no sistema de confinamento *Compost Barn*, como fácil acesso a áreas

sombreadas e bebedouros contribuem efetivamente para o controle do estresse térmico, o que favorece índices reprodutivos como a taxa de concepção, a manutenção da gestação e o intervalo entre partos, por exemplo. Animais que vivem em ambientes estressantes, climática ou socialmente, tendem a apresentar diminuição da manifestação do comportamento estral e da ovulação (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010). Sabe-se, também, que outro fator importante é o manejo correto, não só dos animais, mas da instalação em si, o qual é capaz de satisfazer as necessidades das vacas de alta produção, não prejudicando a eficiência reprodutiva do rebanho, resultando em uma obtenção de taxas de prenhez significativamente mais elevadas e no momento adequado (LEBLANC, 2010). Reconhecendo-se, assim que, com melhor alimentação oferecida aos animais, com vacas mais saudáveis e a melhor gestão no manejo reprodutivo é possível obter, mesmo dentro de uma propriedade de alta produção leiteira, boa eficiência reprodutiva. Isso significa que o bem-estar animal e um bom manejo dentro de instalações como *Compost Barn* podem acarretar em excelente desempenho reprodutivo e conseqüente potencialização do aumento da produção.

3. Discussão

Quando se refere ao sistema de confinamento *Compost Barn* sabe-se que são utilizadas camas que possibilitam a fermentação correta, apresentando temperatura acima de 40 °C a 30 cm de profundidade, com intuito de permitir maior conforto e higiene aos animais (PIOVESAN; OLIVEIRA, 2020). Manter a cama de compostagem com ideal controle de umidade e temperatura é um grande desafio para produtores que optam pelo *Compost Barn*, pois se faz necessária, também, uma compactação adequada e uniforme para que não ocorra uma elevação do número de bactérias patógenas e grande acúmulo de matéria orgânica na pele dos animais (BLACK, 2013).

Damasceno (2012) concluiu uma pesquisa com 42 produtores de leite, na qual os animais passaram a ser criados em sistema de confinamento *Compost Barn*. Com esta, o autor e os produtores chegaram a resultados

muito eficientes com relação aos índices reprodutivos das vacas, conforto dos animais, manejos e doenças, ocasionando, por consequência, melhora na produção de leite. Os resultados obtidos pela utilização do *Compost Barn* estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Benefícios relevantes relatados por 42 produtores de sistemas de confinamento *Compost Barn*.

Benefícios	Porcentagem
Aumento do conforto animal	24,1
Aumento do escore de higiene das vacas	12,1
Melhora da posição de descanso (mais adequada/natural)	7,8
Melhora da condição de cascos e pernas	6,9
Proximidade com a ordenha (comparada ao sistema a pasto)	6,9
Diminuição da contagem de células somáticas (CCS)	5,2
Aumento da detecção do cio	5,2
Maior facilidade com manejo de dejetos	2,6
Aumento da ingestão de matéria seca (comparado ao sistema a pasto)	2,6
Aumento da produção de leite	2,6
Maior longevidade das vacas	2,6
Menores injúrias de tetos e pernas	1,7
Menor tempo das vacas sobre concreto	1,7

Fonte: Adaptado de Damasceno (2012).

Em vista da lucratividade com relação aos sistemas de *Compost Barn* e *Free-stall*, segundo Silva et al. (2019b), as receitas das fazendas em relação a venda do leite (93,3% em *Free-stall* versus 90,85% em *Compost Barn*), o custo operacional efetivo – COE (R\$ 1,010/L leite em *Free-stall* e R\$ 1,024/L leite em *Compost Barn*), assim como a depreciação (1,39% em *Compost Barn* e 1,98% em *Free-stall*) não são fatores decisivos para a definição de qual instalação implantar na propriedade. Assim sendo, as facilidades de manejo,

a produtividade dos animais dentro das instalações, o desempenho reprodutivo, a saúde dos animais (lesões de casco e mastite), além de disponibilidade de água, questões ambientais e o material de cama são de inevitável discussão para preferência de um sistema de confinamento em detrimento do outro. De acordo com estudos de Black et al. (2013), os custos iniciais de implantação do sistema de *Compost Barn* são, aproximadamente, 42% menores, por vaca, do que os custos com a instalações de *Free-stall*. Além disso, o mesmo autor também demonstrou diminuição na taxa da contagem de células somáticas (CCS) no leite de 323.700 células/mL antes da introdução do sistema de *Compost Barn* na propriedade para 252.900 células/mL após utilização desta instalação para confinamento.

Segundo estudos de Lobeck et al. (2011), a prevalência de claudicação, que significa a proporção de vacas que apresentaram escore de locomoção maior ou igual a 3 em uma escala de 1 a 5, em que 1 = normal e 5 = severamente coxo, nos estábulos de sistema *Compost Barn* foi de 4,4%, sendo esta menor que no sistema de *Free-stall*, o qual demonstrou uma percentagem de 13,1 de claudicação. Levando em consideração a ocorrência de lesões no jarrete, ainda segundo Lobeck et al. (2011), esta foi menor nos estábulos de *Compost Barn*, apresentando resultados de 3,8%, enquanto em confinamentos *Free-stall* 31,2% dos animais apresentaram problemas de lesões no jarrete, tornando o *Compost Barn* mais eficiente. Sabe-se que diversos problemas físicos nos animais, como os citados a cima, influenciam diretamente na reprodução do rebanho, diante disto se explica os dados obtidos por Black et al. (2013) de melhoria dos parâmetros reprodutivos com a implantação do sistema de *Compost Barn*, incluindo intervalo entre partos, no qual os valores de antes e depois do sistema são de 14,3 e 13,7 meses, respectivamente, assim como os dias para o primeiro serviço que se alteraram de 104,1 dias para 85,3 dias antes e após o confinamento em *Compost Barn*, também foi observado aumento na detecção de cio de 42% para 48,7%. Apesar de Black et al. (2013) ter apresentado dados em que a taxa de prenhez em sistema de *Compost Barn* não sofre diferença quando comparado a outros sistemas, apontamentos realizados por Leso et al. (2020) mostraram uma significativa melhora nesse

índice reprodutivo, o qual aumentou de 13,2% para 16,5%. Para confirmar que o *Compost Barn* é eficiente com relação aos índices reprodutivos, outro experimento, realizado por Lobeck et al. (2012) comprova que houve melhoras na taxa de detecção de cio em 25,9% e na taxa de prenhez em 34,5%.

Ainda no panorama da reprodução, sabe-se que o *Compost Barn* pode aumentar a produção leiteira de, aproximadamente, 22 litros de leite por vaca por dia para uma média de 30 litros por vaca por dia, sem alterar a taxa de concepção dos animais, o que é muito difícil de ocorrer (RIBEIRO, ANDRADE e GRACIOSA, 2018). Com relação ao valor médio de higiene dos animais, este foi de 0,44 em uma escala de 0, o qual significa totalmente limpo, a 2, o qual significa extremamente sujo. A área mais suja do corpo dos animais era a parte inferior da perna, com valor médio de 0,80, enquanto a área mais limpa estava na zona lateral do úbere, com valor médio de 0,19 (OFNER-SCHROCK et al., 2015). Com esses dados, pode-se afirmar que os animais em *Compost Barn* apresentam um bom nível de limpeza. O nível muito baixo de sujeira no úbere é uma observação positiva no que diz respeito à saúde do úbere, porque um úbere sujo está relacionado a um alto risco de infecção por patógenos. Outro ponto positivo observado dentro do sistema de confinamento de *Compost Barn* foi a temperatura interna do galpão, comparada com a temperatura externa. As duas, quando comparadas às 10 horas da manhã em experimento de Piovesan e Oliveira (2020), demonstraram grande variação, em que dentro da instalação a temperatura obtida foi de 18,1°C e fora foi de 27°C.

4. Conclusão

Historicamente a produção leiteira cresce a taxas significativas. Por esse motivo fez-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias nas últimas décadas para que a produção de leite pudesse acompanhar a demanda mundial, com intuito de aumentar, principalmente, índices zootécnicos que favoreçam o crescente da produção, como as taxas reprodutivas dos animais, além de favorecer o conforto e bem-estar animal.

Com os dados observados nesta revisão foi possível demonstrar que a partir de um sistema de confinamento *Compost Barn* bem gerido, com manejo adequado não somente da instalação em si, mas, também, dos animais, dando enfoque para o revolvimento da cama, para um bom sistema de ventilação natural e artificial e para uma boa alimentação oferecida, há aumento significativo do bem-estar dos animais, acarretando na melhora dos índices reprodutivos, com ênfase na taxa de prenhez e no intervalo entre partos, os quais geram o aumento da produção por meio dos maiores números de picos de lactação de cada animal.

Referências

BERGAMASCHI, M. A. C. M.; MACHADO, R.; BARBOSA, R. T. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. **Circular Técnica**, São Carlos, v. 64, n. 1, p.1-12, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880245/1/Circular642.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2019.

BLACK, R. et al. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**, Lexington, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259632182_Compost_bedded_pack_dairy_barn_management_performance_and_producer_satisfaction>. Acesso em: 21 set. 2019.

BOND, G. B. et al. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1286-1293, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n7/a19012cr3562.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2019.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p. 524-526, 1986. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0007193586901090>>. Acesso em: 05 out. 2019.

CHAMBELA NETO, A. et al. Aplicação de novas tecnologias na bovinocultura leiteira. **Incapér**, Vitória, v. 9, n. 1, p. 51-65, jan./dez. 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3376/1/revista-incaper-v.9-jan-dez-2018.pdf#page=52>>. Acesso em: 22 set. 2019.

DAMASCENO, F. A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. 2012. 391 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia

Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/726>>. Acesso em: 15 set. 2019.

GALAMA, P. et al. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. **Wageningen Ur Livestock Research**, Lelystad, v. 1, n. 1, p. 1-71, Jul. 2011. Disponível em: <http://www.vrijloopstallen.nl/documenten/Prospects_for_bedded_pack_barns_for_dairy_cattle.pdf>. Acesso em: 21 set. 2019.

KLAAS, I. C. et al. Cultivated barns for dairy cows. **Dansk Veterinærtidsskrift**. Dinamarca, p. 20-29, 2010. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/882b/86e4a5d9c8846e46b2e332026c4110b879c3.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

LEBLANC, S. Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. **Journal of Reproduction and Development**, Sendai, v. 56, suppl., p. 1- 7, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20629210>>. Acesso em: 01 abr. 2020.

LEIRA, M. H. et al. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: revisão. **Pubvet**, Maringá, v. 12, n. 5, p. 1-13, maio 2018. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/4780/fatores-que-alteram-a-produccedilatildeo-e-a-qualidade-do-leite-revisatildeo>>. Acesso em: 15 set. 2019.

LESO, L. et al. Compost-bedded pack barns for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lexington, v. 103, n. 2, p. 1072-1099, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030219310719>>. Acesso em: 01 abr. 2020.

LOBECK, K. M. et al. Environmental characteristics and bacterial counts in bedding and milk bulk tank of low profile cross-ventilated, naturally ventilated, and compost bedded pack dairy barns. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 28, n. 1, p. 117-128, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/274345959_Environmental_Characteristics_and_Bacterial_Counts_in_Bedding_and_Milk_Bulk_Tank_of_Low_Profile_Cross-Ventilated_Naturally_Ventilated_and_Compost_Bedded_Pack_Dairy_Barn>. Acesso em: 01 abr. 2020.

LOBECK, K. M. et al. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. **Journal of Dairy Science**, Lexington, v. 94, n. 11, p. 5469–5479, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22032369>>. Acesso em: 01 abr. 2020.

MALHEIROS, C. S.; KONRAD, P. A. Implantação e manejo do sistema de compost barn para vacas leiteiras. **Ciência e Tecnologia**, Cruz Alta, v. 3, n. 1, p. 66-73, 2019. Disponível em:

<<http://200.19.0.178/index.php/CIENCIAETECNOLOGIA/article/view/8438/2129>>. Acesso em: 12 out. 2019.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T.; LEITE, D. F. Caracterização da variabilidade espacial dos índices de conforto animal em sistemas de confinamento Compost Barn. **Pubvet**, Maringá, v. 13, n. 2, p. 1-14, fev. 2019. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/5618/caracterizaccedilatildeo-da-variabilidade-espacial-dos-iacutendices-de-conforto-animal-em-sistemas-de-confinamento-compost-barn>>. Acesso em: 05 out. 2019.

MOTA, V. C. et al. Confinamento para bovinos leiteiros: histórico e características. **Pubvet**, Maringá, v. 11, n. 5, p. 433-442, maio 2017. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/4a3909e61dd75fd096dbdd72a4b74a43.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

OFNER-SCHROCK, E. et al. Compost barns for dairy cows - aspects of animal welfare. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 5, p. 124-131, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276499925_Compost_Barns_for_Dairy_Cows-Aspects_of_Animal_Welfare>. Acesso em: 05 out. 2019.

PIOVESAN, S. M.; OLIVEIRA, D. S. Fatores que influenciam a sanidade e conforto térmico de bovinos em sistemas compost barn. **Revista Vivências**, Erechim, v. 16, n. 30, p. 247-258, jan. 2020. Disponível em: <<http://revistas.uri.br/index.php/vivencias/article/view/154/106>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

RIBEIRO, V. S.; ANDRADE, J. P. N.; GRACIOSA, M. G. Importância da ambiência para o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras. **Saber Digital**, Valença, v. 11, n. 1, p. 67-76, 2018. Disponível em: <<http://revistas.faa.edu.br/index.php/SaberDigital/article/view/479/356>>. Acesso em: 05 out. 2019.

SCORSATO, A. P.; MENARIN, V.; GIOLO, S. R. Curvas de lactação de bovinos da raça holandesa e mestiços do município de Castro, Paraná. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 216-225, 09 jul. 2014. Disponível em: <http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v32/v32_n2/A4_Anderson_Vinicius_Sueli.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SILVA, D. F. et al. Bem-estar na bovinocultura leiteira: revisão. **Pubvet**, Maringá, v. 13, n. 1, p. 1-11, jan. 2019a. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/e232d342328fb4e3025546afde50bf87.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2019.

SILVA, G. R. O. et al. Profitability analysis of compost barn and free stall milk-production systems: a comparison. **Semina: Ciências Agrárias**,

Londrina, v. 40, n. 3, p. 1165-1184, maio 2019b. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/33757/25417>>. Acesso em: 01 abr. 2020.

VILELA, D. et al. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 5-24, jan./fev./mar. 2017. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1243/1037>>. Acesso em: 18 out. 2019.

Estresse nutricional durante a gestação e seu impacto na programação fetal em ovinos

Nutritional stress during pregnancy and the impact of fetal programming in sheep

Monica Marcia da Silva, Profa. Dra. Cristiane Gonçalves Titto

1. Introdução

A programação fetal é um conceito novo dentro da produção animal que estuda a forma com que um estímulo ou falta dele nas fêmeas gestantes pode impactar no desempenho da progênie. Esse conceito foi definido a priori em seres humanos pelo Doutor David Barker, em 1997, nos seus estudos epidemiológicos com filhos de mulheres que sofreram algum tipo de estresse ou restrição alimentar durante a Segunda Guerra Mundial (BARKER, 1997).

O estresse maternal apresenta-se como um estado fisiológico da ovelha sem grande importância para o produtor, porém, a resposta disso está ligada aos cordeiros e conseqüentemente em perdas econômicas, por influenciar diretamente no peso a desmama, ganho de peso, marmoreio de carcaça, número de animais desmamados e na próxima prenhez da matriz (VAN DER LINDEN et al., 2013).

As ovelhas apresentam período médio de 147 dias de gestação divididos em três terços gestacionais, sendo, o terço final (100 a 147 dias) caracterizado como o mais preocupante dentro da produção ovina por se tratar da fase de maior desenvolvimento fetal responsável por denominar todo o futuro desempenho zootécnico do cordeiro (BOMFIM; ALBUQUERQUE; SOUSA, 2014).

O estresse nutricional da ovelha gestante, sendo ele por superalimentação ou subalimentação, prejudica o crescimento fetal e a formação dos órgãos vitais do feto como fígado, coração, intestino, tecido muscular e adiposo (DU et al., 2013). Quando a estratégia nutricional é planejada de forma adequada durante a gestação, os tecidos corporais da

progênie possuirão, ao final da fase gestacional, maior número de células musculares devido ao efeito de hiperplasia e após o nascimento por meio da hipertrofia essas células ganharão maior volume, resultando em elevado potencial zootécnico, como alteração no ganho de peso (DU et al., 2015).

Sendo assim, o objetivo proposto do presente estudo foi revisar a influência do estresse nutricional sobre a programação fetal em ovinos.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do estresse nutricional durante a gestação e seu impacto na programação fetal em ovinos com suas inovações atuais. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados e livros nas bases de dados: ScienceDirect, Scielo e Google Acadêmico.

2.1 Programação fetal

A programação fetal, conhecida também por programação de desenvolvimento, teve inicialmente seus estudos conduzidos pelo Dr. David Barker com avaliações em humanos. Barker (1997) avaliou indivíduos nascidos no início do século XX, em Hertfordshire, na Inglaterra e desenvolveu a hipótese de que as condições intrauterinas desencadeiam riscos de doenças cardiovasculares após o nascimento e para isso relacionaram o peso ao nascer com as condições ambientais e aos fatores estressantes como a desnutrição.

Os autores Nathanielsz, Poston e Taylor (2007), a partir dos estudos de Barker definiram a programação fetal como a resposta de um organismo submetido a um desafio durante determinada fase do desenvolvimento do feto podendo alterar de forma quantitativa e qualitativa a progênie. Dessa forma a programação fetal nada mais é que a resposta dada pelo feto a partir das condições predispostas a ele (LINDSEY, 2019).

2.1.1 Desenvolvimento fetal

O crescimento da placenta é uma das primeiras atividades iniciais da gestação, portanto, quando o crescimento placentário é alterado por fatores como o estresse nutricional ou térmico, o crescimento do feto acaba sendo prejudicado como consequência (GREENWOOD; BELL, 2019).

A formação do feto inicia-se com o desenvolvimento embrionário, formação óssea e musculatura esquelética que a seguir possibilita o desenvolvimento do tecido adiposo. Os ossos de ovinos começam a se formar aos 35 dias de gestação com início na mandíbula, tórax, crânio, fêmur entre outros (GREENWOOD; BELL, 2019; OKSBJERG; THERKILDSEN, 2017).

O crescimento fetal ocorre no terço final da gestação, momento este relacionado com a maior vulnerabilidade às influências externas, como a ingestão e a disponibilidade dos nutrientes, influenciando o crescimento do animal (GREENWOOD; BELL, 2019).

Além disso, é importante ressaltar que a formação nos órgãos é ocorrente durante o início do desenvolvimento fetal e o bom crescimento desses tecidos é dependente da dieta estabelecida para a mãe durante a gestação (HE et al., 2013).

Para animais destinados a produção de carne, como é o caso dos cordeiros, o desenvolvimento de maior importância é o tecido muscular. Os músculos estriados esqueléticos são resultado da junção de mioblastos embrionários em miotubos primários, diferenciados em miofibras primárias e secundárias (OKSBJERG; THERKILDSEN, 2017).

Em princípio o tecido muscular tem dois tipos de formação: a hiperplasia ou miogênese primária, sendo esse o primeiro fenômeno na fase pré-natal, que nada mais é que a multiplicação das células musculares (DU et al., 2015); a segunda forma tem um pequeno início antes do parto, porém, em sua grande parte ocorre após o nascimento, conhecido por hipertrofia muscular, no qual ocorre o aumento das células em volume (DU et al., 2015).

Em relação ao tecido adiposo o desenvolvimento dessa etapa depende da influência da raça e de forma exclusiva da nutrição da mãe, pois a sua desnutrição em fase final da gestação promove expressiva redução da gordura fetal (SATTEFIELD; DUNLAP; KEISLER, 2013; GRAVADOR et al., 2018). De acordo

com Du et al. (2015) a formação do tecido adiposo, assim como o desenvolvimento muscular, apresenta-se por hiperplasia conhecida por adipogênese no final da gestação e início da vida, ou seja, mesmo após o nascimento a multiplicação de células adiposas continuará, seja ela em número e/ou tamanho. Sendo assim, a nutrição da mãe nos dois últimos terços finais da gestação é de suma importância quanto o acúmulo de células adiposas, sendo responsável por estimular a hipertrofia dessas, possibilitando ao animal um acabamento de carcaça adequado (DU et al., 2015).

Para garantir boa palatabilidade da carne, a gordura intramuscular é a responsável pelo sabor e suculência. O número e tamanho dos adipócitos são determinantes da quantidade de gordura intramuscular, sendo a programação fetal capaz de definir esse número na progênie (DU et al., 2015).

2.2 Exigências nutricionais de ovelhas gestantes

Para alcançar a eficiência e a viabilidade em sistemas de produção ovina, a nutrição é um dos fatores chave (COSTA, 2018). O planejamento nutricional e a condição corporal da ovelha antes da fase reprodutiva favorecem fatores intrínsecos e extrínsecos indesejáveis como alteração nas taxas ovarianas além de interferir na qualidade do oócito e na produção hormonal (BASS et al., 2017).

Durante a fase gestacional, a ovelha passará por alterações de suas exigências nutricionais, pois esta fase interfere não apenas no sistema reprodutivo, mas também em todo o seu organismo. Por esse fato, de acordo com o estágio gestacional e número de fetos o cuidado com o fornecimento de alimento e a ingestão de nutrientes para essas ovelhas devem ser fundamentais (MACEDO JUNIOR et al., 2009). Uma ovelha no início da gestação com peso médio de 60 kg, gestante de um ou dois cordeiros, tem uma exigência de energia estimada de 2,51 e 2,89 Mcal/dia respectivamente, enquanto a exigência de proteína estimada é de aproximadamente 73 e 87 g/dia para um ganho de peso médio materno de 24 a 40 g/dia (NRC, 2007). Porém, além dessas exigências nutricionais, a ingestão de matéria seca (IMS) é o ponto primordial, pois o consumo deve estar dentro do intervalo de 2,2 a 2,5% do peso vivo (NRC, 2007). Ao final da gestação recomenda-se que a energia metabolizável (EM) da dieta total por dia seja de

aproximadamente 3,11 a 3,94 Mcal/dia, a proteína metabolizável de 95 a 116 g/dia, obtendo consequentemente ganho de peso corporal de aproximadamente 97 a 161 g/dia e IMS de 2,7 a 2,8% do peso vivo (NRC, 2007).

No caso de dietas ricas em carboidratos fibrosos, de baixa digestibilidade, o tempo necessário para a digestão e absorção dos nutrientes pelo sistema digestório de fêmeas gestantes será maior e a ingestão de alimento menor, podendo levar a uma subnutrição destes animais, pois conforme a gestação se desenvolve a necessidade de nutrientes demandada pelo feto aumenta com seu crescimento, a cavidade abdominal da ovelha se torna menor e a ingestão voluntária é prejudicada (MACEDO JUNIOR et al., 2009).

Por outro lado, as recomendações de proteína e energia das fêmeas podem variar conforme a raça, condições e locais de criação (GALVANI et al., 2014; PEREIRA et al., 2017). Além disso, devem-se levar em consideração as diferenças em relação às necessidades nutricionais de animais lanados e deslanados (CHAY CANUL et al., 2016). No Brasil os programas nutricionais são elaborados com base em estudos estrangeiros, entretanto por ser um país que possui particularidades próprias, como clima e genótipos, tais recomendações nutricionais não são 100% eficazes para o desempenho dos animais (MARCOS et al., 2010).

2.3 Estresse nutricional

O estresse nutricional é um desafio no qual o organismo é exposto, seja ele por desnutrição ou supernutrição (MEYER et al., 2013; REYNOLDS et al., 2010). A fisiologia do comportamento alimentar tem o intuito de estudar o fornecimento de um único alimento e a reação em relação entre a regulação hipotalâmica e cerebral diante do balanço energético (DALLMAN, 2010).

O estresse nutricional tem suas pesquisas avançada em humanos, porém, seus estudos abrangem a classe animal devido às semelhanças, em que o estresse psicológico tem impacto direto no estado nutricional do indivíduo, desencadeado fome e/ou saciedade, níveis de consumo inapropriado, respostas metabólicas incomuns e processos digestivo alterados (GROESZ et al., 2012).

Ovelhas submetidas a estresse por desnutrição ou supernutrição alteram o desenvolvimento do tecido muscular do feto e dessa forma o crescimento é

prejudicado, bem como, interferindo no desenvolvimento do tecido adiposo (YAN et al., 2011).

Na ovinocultura brasileira, evidenciada em sua maioria por uma criação em pastagens tropicais, uma das maiores preocupações dos produtores é devido à sazonalidade das forragens, tornando a produção economicamente inviável. A seca causa baixa produtividade das forragens (DU et al., 2015) e a redução na disponibilidade do alimento acaba prejudicando ovelhas e suas crias durante a gestação devido ao déficit nutricional (DU et al., 2013).

Observa-se no quadro 1 a relação entre os estudos quando a abordagem envolve restrição ou excesso nutricional durante o período gestacional e seus impactos sobre o desempenho das ovelhas e seus efeitos diante do desenvolvimento da prole.

Quadro 1: Distribuição de artigos, segundo autores, objetivo, período experimental, população estudada e indicadores.

Autores	Objetivo	Período experimental	População estudada	Indicadores	
			Nº de amostra, raça e idade	Desempenho da ovelha	Desempenho dos cordeiros
McGovern et al. (2015a).	Impacto do peso vivo e ECC* da ovelha em relação a produção de leite submetidas a restrição e supernutrição.	4 semanas antes do parto.	60 ovelhas sem padrão racial definido média de 3 anos.	Ovelhas subnutridas possuíram menor ingestão de MS. Ovelhas supernutridas possuíram maior peso corporal no pós-parto e maior ECC*, além de maior produção de colostro 18h pós-parto e produção de leite.	
McGovern et al. (2015b).	Influência da restrição versus superalimentação no crescimento e desempenho da progênie.	4 semanas antes do parto.	60 ovelhas sem padrão racial definido e média de 3 anos.		Cordeiros filhos de ovelhas superalimentadas foram abatidos sete dias antes dos cordeiros filhos de ovelhas que receberam restrição alimentar.

Continua

Continuação

Autores	Objetivo	Período experimental	População estudada	Indicadores	
			Nº de amostra, raça e idade	Desempenho da ovelha	Desempenho dos cordeiros
Ithurrealde et al. (2019).	Efeito da nutrição materna sobre o desempenho da cria.	30 a 143 dias de gestação.	33 ovelhas Corriedale.	As diferenças de peso corporal das ovelhas entre os tratamentos foram encontrados a partir do 55 dias e o ECC a partir dos 105 dias de gestação. As ovelhas supernutridas apresentaram maior volume de úbere, porém os tratamentos não interferiram na produção de leite.	Cordeiros machos de ovelhas subnutridas foram desmamados 22% mais leves e abatidos 15% mais leves que os cordeiros machos de ovelhas supernutridas.
Kleemann et al. (2015).	Efeito da nutrição durante a gestação, e sua influencia no comportamento e desenvolvimento dos órgãos dos cordeiros.	Com início aos 17 dias antes da inseminação	466 ovelhas Merino do Sul da Austrália e média de 3 anos de estudo.	O peso corporal e o ECC* das ovelhas em 17 dias antes da inseminação não diferiram dos tratamentos. Os 126 dias de gestação, o peso corporal e o ECC* não apresentaram resultados significativos.	Sem diferenças estatísticas entre os tratamentos em relação ao peso dos cordeiros após cinco dias de nascimento.

Continua

Continuação

Autores	Objetivo	Período experimental	População estudada	Indicadores	
			Nº de amostra, raça e idade	Desempenho da ovelha	Desempenho dos cordeiros
Meyer et al. (2010).	Avaliou o efeito do plano nutricional materno em relação ao peso corporal das ovelhas durante a gestação e desempenho dos cordeiros até 19 dias de idade.	A partir dos 40 dias de gestação.	178 ovelhas Rambouillet e média de 8 meses.	A ingestão de MS foi menor em ovelhas subnutridas e superior em ovelhas dos tratamentos controle e supernutridas durante a gestação. O PC das ovelhas sofreu interferência em dois momentos da gestação com 81 dias e 137 dias, no qual, as ovelhas subnutridas pesaram 5,9% e 14,4% respectivamente a menos que as demais. No parto as ovelhas do tratamento controle apresentaram maior ECC que as subnutridas e menor ECC que as supernutridas.	O peso dos cordeiros aos 19 dias de idade entre os tratamentos de subnutrição e supernutrição teve uma diferença de cerca de 2 kg a menos para a prole das ovelhas subnutridas.

*ECC – escore de condição corporal;

3. Discussão

Nesta revisão foram apresentados estudos que abordaram diversos fatores relacionados a programação fetal com base na desnutrição ou supernutrição de ovelhas gestantes, e as implicações nos cordeiros como resposta no peso ao nascer, peso de órgãos, desenvolvimento muscular e peso de carcaça.

O peso ao nascer dos cordeiros é uma medida padrão de referência na nutrição materna durante a gestação, mas junto a ela estudos relataram a importância além da nutrição materna, mas também a influência do escore de condição corporal (ECC) da ovelha em relação ao peso ao nascer das crias (KENYON et al., 2009; MEYER et al., 2010). McGovern e colaboradores (2015b) encontraram diferenças significativas em suas pesquisas com objetivo de descobrir o impacto no peso vivo da ovelha e do ECC quando submetidas a uma nutrição restrita ou excessiva de energia metabolizável (EM) e confirmaram que ovelhas que passaram por restrição alimentar até os 40 dias pós-parto possuíam um ECC de 0,31 unidades a menos que as ovelhas alimentadas com excesso de EM o que implicou na incapacidade das ovelhas em mobilizar reservas corporais, afetando diretamente o peso ao nascer dos cordeiros, além de um retorno tardio ao cio (MCGOVERN et al., 2015a).

Em estudo elaborado por Yan et al. (2018) que teve por objetivo avaliar a restrição alimentar em dois períodos críticos da prenhez e como isso o seu impacto no crescimento fetal e nas características placentárias de cabras negras Xiangdong, conclui que a restrição alimentar quando realizada durante a gravidez precoce não afetou o desenvolvimento placentário e fetal, porém quando realizada ao final da gestação o peso da placenta apresentou tendência de aumento, bem como, redução no crescimento fetal. O mesmo foi observado em estudo que avaliou ovelhas primíparas que foram submetidas a restrição nutricional durante o terço final da gestação (REDMER et al., 2012).

No que se refere a peso ao nascer dos cordeiros He et al. (2013) realizaram uma pesquisa com objetivo de avaliar os efeitos da restrição materna de proteína e energia no pós-parto de cabras negras Liuyang alimentadas a partir dos 90 dias de gestação até o parto, recebendo dietas a base de 60% de proteína e 60% energia em relação à exigência nutricional requerida, no qual, apresentou cabritos com pesos 17,2% e 12,9% abaixo do tratamento controle, respectivamente. Outro estudo semelhante avaliou o desempenho dos cordeiros de ovelhas alimentadas no final da gestação em um período de quatro semanas, em que as dietas incluíam 80%, 100% e 120% da energia metabolizável requerida, não encontrando resultados significativos em relação ao peso ao nascer.

Neste estudo, o fator responsável para tal resultado se deu pela nutrição tardia, no qual, suas respostas foram fracas devido ao curto período experimental para induzir os resultados, além da hipótese de que as ovelhas tinham mobilizado a própria reserva corporal devido à restrição alimentar para garantir o crescimento do feto nesse estágio final da gestação (MCGOVERN et al., 2015a).

Em relação ao desempenho dos cordeiros ao longo da vida, Ithurralde et al. (2019) objetivaram avaliar a desnutrição materna quanto ao desempenho, a característica de carcaça e a qualidade da carne dos cordeiros quanto ao sexo, sendo estes filhos de ovelhas da raça Corriedale alimentadas durante os dias 30, 60, 61, 110, 111 e 143 de gestação, subdivididas em dois tratamentos: pasto alto (HPA) fornecendo 14, 15 e 20 kg de matéria seca/100kg de peso vivo e pasto baixo (LPA) 6, 5 e 10 kg de matéria seca/100 kg de peso vivo. Em relação ao peso corporal, os cordeiros machos filhos de ovelhas alimentadas no tratamento HPA tenderam a ser mais pesados que os machos filhos de ovelhas alimentadas no tratamento LPA, sendo estatisticamente diferentes aos 90 dias de nascimento. Estes resultados condizem com o encontrado por McGovern et al. (2015b), em que estes autores demonstraram que cordeiros filhos de mães alimentados com 120% da EM foram mais pesados do nascimento até 98 dias de vida quando comparados aos filhos de ovelhas com dieta inferior, com 80% EM (MCGOVERN et al., 2015a).

Quanto ao ganho médio diário (GMD) de cordeiros provenientes de ovelhas bem nutridas, observou-se maior GMD até o período de desmame quando comparado aos filhos de ovelhas subnutridas (MCGOVERN et al., 2015b). Entretanto esse resultado contradiz com os achados por He et al. (2013) em que independente da restrição, seja ela proteica ou energética, o GMD dos cabritos não sofreu interferência da dieta da mãe (HE et al., 2013).

Em tese a escassez nutricional afeta de forma negativa a massa da maioria dos órgãos fetais atrasando significativamente o crescimento do mesmo, defendendo a hipótese de que os efeitos causados pela restrição alimentar causam mudanças permanentes na estrutura e nas funções dos órgãos em período inicial de formação, ou seja, no início da gestação (CHEN et al., 2009). Porém é possível comprovar que a subnutrição tardia também afeta rigorosamente o peso dos órgãos como timo, coração, abomaso e intestino delgado de cordeiros em que as mães passaram a ser alimentadas com dietas inferiores à recomendação em relação à proteína e a energia a partir dos 90

dias de gestação até o parto (HE et al., 2013). Em comparação com estes dados, ovelhas que passaram por um período de restrição nutricional a partir dos 30 dias de gestação até os 143 dias, as progênes referentes ao tratamento de baixa EM requerida apresentaram o peso do coração inferior (ITHURRALDE et al., 2019). Por outro lado, Blair et al. (2011) tiveram como propósito avaliar os fetos gêmeos de ovelhas um peso vivo médio de 42,5 kg com a hipótese de que esses seriam mais afetados pela nutrição materna, porém tais autores afirmaram que no final da gestação o peso das ovelhas supernutridas restringiu o crescimento do fígado e dos rins em cordeiros, além de nascerem 7% mais leves que os demais.

Quanto ao desenvolvimento muscular, os resultados encontrados em relação ao músculo *Longissimus dorsi* dos cordeiros demonstraram influência da nutrição materna. Cordeiros machos provenientes de ovelhas bem nutridas apresentaram resultados significativos em relação à área de olho de lombo, com tendência a um perímetro maior do músculo *Longissimus dorsi*, quando comparado aos cordeiros nascidos de ovelhas subalimentadas, mas, no entanto, nenhuma diferença foi encontrada em relação aos perímetros dos membros posteriores, comumente conhecido como pernil (ITHURRALDE et al., 2019). Os mesmos comportamentos foram encontrados para perímetro de membros posteriores nos estudos de Mc Govern et al. (2015b), porém o peso de carcaça não sofreu influência da nutrição materna.

4. Conclusão

A programação fetal apresenta elevada importância, desde suas primeiras descobertas na área humana, quanto na área da ciência animal. Assim, a manipulação da programação fetal contribui para que a produção animal se torne cada vez mais eficiente e viável aos produtores, tornando-se uma ferramenta capaz de modular a gestação e o desempenho dos cordeiros antes e após o nascimento por meio da nutrição materna.

A nutrição de fêmeas gestantes deve ser elaborada com bases estratégicas de forma a atender as exigências nutricionais antes, durante e após o parto para não prejudicar o desempenho do par mãe-filho.

A revisão bibliográfica elaborada com base no estresse nutricional durante a gestação e o desempenho de cordeiros abordou resultados que mostraram que a subnutrição tem influência ao nascimento de cordeiros mais leves e com rendimento de

carcaça menor. Já a supernutrição, por sua vez, aumenta em excesso ECC das matrizes acima do ideal, podendo provocar desordens metabólicas nas mães, por outro lado, na grande na maioria dos casos os cordeiros nascem mais pesados, porém, com massa de órgãos reduzida. Portanto, tanto a restrição quanto o excesso de nutrientes apresentam resultados que irão prejudicar a produção a curto ou longo prazo, sendo fundamental oferecer as matrizes apenas o recomendado com ajustes conforme a raça, idade e ambiente.

Referências

- BARKER, D. J. P. The fetal origins of coronary heart disease. **Acta Paediatrica**, Oxford, v. 86, n. 422, p. 78-82, 1997.
- BASS, C. S. et al. Luteal function during the estrous cycle in arginine-treated ewes fed different planes of nutrition. **Reproduction**, Cambridge, v. 153, n. 3, p. 253–265, 2017.
- BLAIR, H. T. et al. Do ewe size and nutrition during pregnancy affect foetus and foetal organ weight in twins? **Livestock Science**, Amsterdam, v. 142, n. 1-3, p. 99-107, 2011.
- BOMFIM, M. A. D.; ALBUQUERQUE, F. R.; SOUSA, R. T. Papel da nutrição sobre a reprodução ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 8, Supl. 2, p. 372-379, 2014.
- CHAY-CANUL, A. J. et al. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica. Revisión. **Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias**, Jiutepec, Morelos, v. 7, n. 1, p. 105–125, 2016.
- CHEN, J. H. et al. Maternal protein restriction affects postnatal growth and the expression of key proteins involved in lifespan regulation in mice. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 4, n. 3, p. 1–7, 2009.
- COSTA, R. G. et al. Net protein and energy requirements for weight gain of Santa Inês and Morada Nova sheep. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 214, p. 288-292, 2018.
- DALLMAN, M. F. Stress-induced obesity and the emotional nervous system. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, New York, v. 21, n 3, p. 150-165, 2010.
- DU, M. et al. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, Barking, v. 109, p. 40–47, 2015.
- DU, M. et al. Meat science and muscle biology symposium: manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1419-1427, 2013.
- GALVANI, D. B. et al. Energy efficiency of growing ram lambs fed concentrate-based diets with different roughage sources. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 250–263, 2014.

GRAVADOR, R. S. et al. Effects of castration and slaughter age on the fatty acid composition of ovine muscle and adipose tissue from two breeds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam v. 168, n. May, p. 94–100, 2018.

GREENWOOD, P. L.; BELL, W. Developmental programming and growth of livestock tissues for meat production. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 35, n. 2, p. 3003-319, 2019.

GROESZ, L. M. et al. What is eating you? Stress and the drive to eat. **Appetite**, London, v. 58, n. 2, p. 717-721, 2012.

HE, Z. X. et al. Protein or energy restriction during late gestation alters fetal growth and visceral organ mass: An evidence of intrauterine programming in goats. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 137, n. 3-4, p. 177-182, 2013.

ITHURRALDE, J. et al. Sex-dependent effects of maternal undernutrition on growth performance, carcass characteristics and meat quality of lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 221, p. 105-114, 2019.

KENYON, P. R. et al. The effect of ewe size and nutritional regimen beginning in early pregnancy on ewe and lamb performance to weaning. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 52, n. 2, p. 203–212, 2009.

KLEEMANN, D. O. et al. Effect of periconceptional nutrition on the growth, behaviour and survival of the neonatal lamb. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 160, p. 12–22, 2015.

LINDSAY, K. L. et al. The interplay between nutrition and stress in pregnancy: implications for fetal programming of brain development. **Biological Psychiatry**, New York, v. 84, n. 2. p. 135-149, 2019.

MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas por ovelhas gestantes submetidas ou não à restrição nutricional. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 179-192, 2010.

MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. Níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de ovelhas Santa Inês gestantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 196-202, 2009.

MARCOS, A. et al. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 210–216, 2010.

MCGOVERN, F. M. et al. Altering ewe nutrition in late gestation: I. The impact on pre- and postpartum ewe performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 93, n. 10, p. 4860–4872, 2015a.

MCGOVERN, F. M. et al. Altering ewe nutrition in late gestation: II. The impact on fetal development and offspring performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.93, n.10. p.4873-4882, 2015b.

MEYER, A. M. et al. Maternal nutritional plane and selenium supply during gestation impact visceral organ mass and intestinal growth and vascularity of neonatal lamb offspring. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 6, p. 2628-2639, 2013.

MEYER, A. M. et al. Effects of plane of nutrition and selenium supply during gestation on ewe and neonatal offspring performance, body composition, and serum selenium. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1786–1800, 2010.

NATHANIELSZ, P. W.; POSTON, L.; TAYLOR P. D. In utero exposure to maternal obesity and diabetes: animal models that identify and characterize implications for future health. **Clinics in Perinatology**, Philadelphia, v. 34, n. 4, p. 515-526, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press, p.362, 2007.

OKSBJERG, N.; THERKILDSEN, M. Myogenesis and muscle growth and meat quality. In: PURSLOW, P. P. (Ed.) **New aspects of meat quality**. Duxford, UK: Woodhead Publishing, p. 33-62, 2017,

PEREIRA, E. S. et al. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Animal**, Cambridge, v. 11, n. 12, p. 2165–2174, 2017.

REDMER, D. A. et al. Decreasing maternal nutrient intake during the final third of pregnancy in previously overnourished adolescent sheep: Effects on maternal nutrient partitioning and feto-placental development. **Placenta**, London, v. 33, n. 2, p. 114-121, 2012.

REYNOLDS, L. P. et al. Developmental programming: the concept, large animal models, and the key role of uteroplacental vascular development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 13, p. E61-E72, 2010.

SATTERFIELD, M. C. et al. Arginine nutrition and fetal brown adipose development in nutrient-restricted sheep. **Amino Acids**, Wien, v. 45, p. 489-499, 2013.

VAN DER LINDEN, D. S. et al. Nutrient transport through the placenta is affected by pregnancy classification in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, p. 644-653, 2013.

YAN, X. et al. Maternal obesity-impaired insulin signaling in sheep and induced lipid accumulation and fibrosis in skeletal muscle of offspring. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 85, p. 172-178, 2011.

Internet das Coisas (IoT) na bovinocultura de corte

Internet of Things (IoT) on beefcattle

Pâmela Cristina Avanço, Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa

1. Introdução

A dinâmica da pecuária mundial demanda cada vez mais soluções inteligentes e sustentáveis para questões que antes eram vistas como banais pela maioria dos produtores, já que a sustentabilidade se tornou uma das prioridades da sociedade, impulsionada pela Revolução Industrial 4.0. A Pecuária 4.0 surge neste contexto. São utilizados métodos computacionais de desempenho consideravelmente alto, uma rede de sensores, a comunicação chamada M2M (máquina para máquina), conectividade entre dispositivos móveis, armazenamento em nuvem para processar e compartilhar grandes volumes de dados e informações, para assim, construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo (MASHURÁ LEITE, 2017). Ou seja, a pecuária 4.0 é uma consequência da nova revolução industrial.

Porém, com a quantidade massiva desses dados sendo gerados por todo o mundo, surgiu a necessidade de uma tecnologia capaz de conectá-los, a fim de identificar, acessar o conteúdo *online* ou *offline*, e por fim, processar esses dados para utilizá-los em cadeias que clamam por rastreabilidade. Com isso, haverá economia de tempo e mão de obra para solucionar problemas ou principalmente para evitá-los a tempo (MASHURÁ LEITE, 2017).

Esse é o conceito de *Internet of Things* ou Internet das Coisas, termo, que de acordo com Atzori, Iera e Morabito (2010), foi atribuído por Kevin Ashton, especialista em inovação digital em 1999 e que apresentou a ideia de que a primeira versão da Internet era sobre dados criados por pessoas, enquanto a próxima versão é sobre dados criados por coisas. A Internet das Coisas é o futuro, pois vai promover a unificação do que hoje se chama agronegócio sob uma infraestrutura totalmente integrada, fornecendo não apenas o controle dos dados, mas também nos mantendo informados sobre o estado de tudo que se relaciona com os nossos agentes (GIGLI; KOO, 2011).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), o setor da pecuária de corte, categoria responsável por 8,7 % do Produto Interno Bruto

(PIB) brasileiro é capaz de absorver inúmeras tecnologias para fazer o monitoramento em tempo real. Além disso, passar a selecionar os animais não só pela genética, mas assegurar que todos os outros fatores como sanidade, nutrição e ambiente estejam favorecendo e maximizando essa genética escolhida.

O objetivo dessa revisão foi identificar como o conceito de IoT é inevitável na pecuária de corte nacional do futuro, apresentando suas bases teóricas, assim como uma visão crítica do seu uso e exploração na pecuária.

2. Desenvolvimento

O presente trabalho foi uma revisão analítica, temporal, de atualização e bibliográfica que teve como objetivo fornecer um panorama da Internet das Coisas na bovinocultura de corte, assim com suas inovações. A pesquisa foi temporal com cobertura do tema referente ao período de 2010 a 2020, com as publicações mais relevantes e atuais encontradas, baseada em publicações de artigos nas bases de dados Google Acadêmico, Elsevier, Scielo, Web of Science e PUBVET.

2.1 Bases teóricas da IoT - Como as coisas obtém informação do meio

De acordo com Madakam, Ramaswamy e Tripathi (2015) a definição mais utilizada de internet das coisas é “Uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes com capacidade de auto-organização, compartilhamento de informações, dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente”.

Madakam, Ramaswamy e Tripathi (2015) correlacionam o conceito de conectividade para a maioria das pessoas sendo servidores, computadores, *tablets*, telefones e *smartphones*, mas na chamada Internet das Coisas, são os sensores e atuadores embutidos em objetos físicos que conectam redes com e sem fio.

Uma quantidade imensa desses dados é produzida, fluindo para os computadores para análise. Os objetos de captação são capazes de interpretar os dados do ambiente e se comunicar, assim, se tornam ferramentas para auxiliar no entendimento da complexa relação das variáveis envolvidas na produção (MADAKAM; RAMASWAMY; TRIPATHI, 2015).

2.1.1 Arquitetura

Devido a amplitude de áreas de atuação, não há uma arquitetura uniforme e proposta para o conceito de IoT. Para que ela funcione, deve haver uma variedade de tecnologias de sensores, redes, comunicações e computação que formam um sistema de aquisição de dados (GIGLI; KOO, 2011).

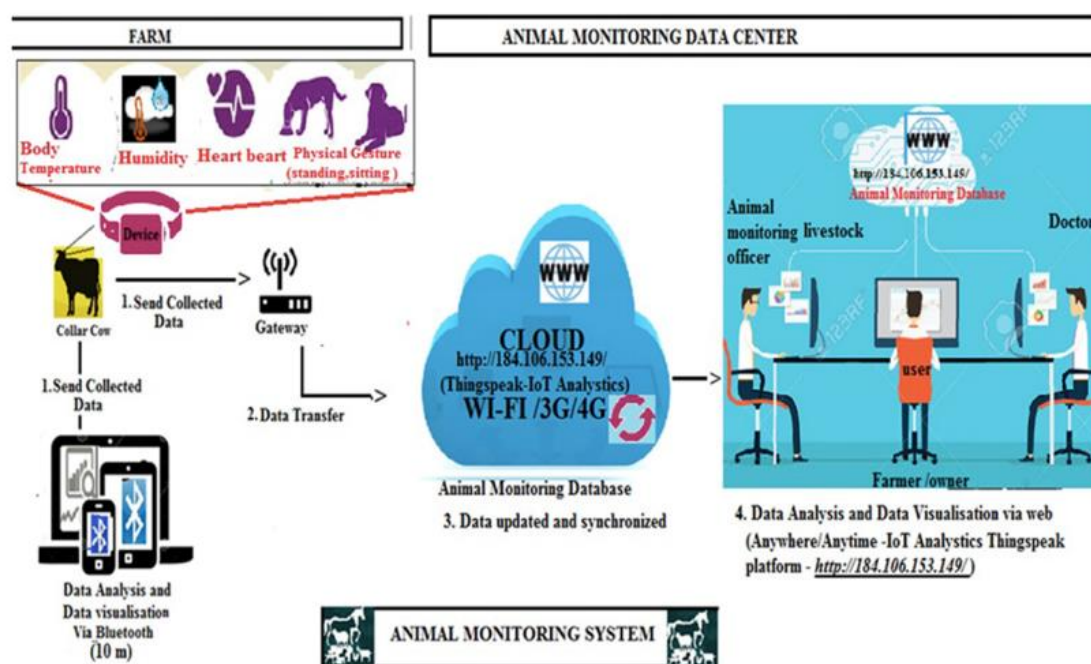
Sistemas de aquisição de dados (SAD) são sistemas que integram coleta de dados e que medem condições físicas do mundo real, como temperatura, velocidade ou qualquer outra grandeza física como a ingestão alimentar, transformando-as em sinais elétricos que, em seguida, são codificados em valores numéricos digitais compatíveis com sistemas computacionais de análise da informação neles contidas (EMILIO, 2013).

Emilio (2013) explica as funções de cada item essencial ao SAD. Os parâmetros físicos, como umidade, temperatura, são convertidos em sinais elétricos pelos sensores e transdutores. Formado o circuitos de tratamento, o fluxo é processado e condicionado em sinais elétricos dos sensores, deixando-os aptos para a conversão em valores digitais. Já os conversores analógicos-digitais transformam os sinais analógicos captados pelos sensores em valores digitais e por fim, essas interfaces de comunicação disponibilizam os dados ao computador.

2.2 O potencial da IoT na pecuária nacional

O Brasil tem um mercado pecuário extremamente transitório. Existem os produtores que estão investindo muito em tecnologia e os que ainda são relutantes em adquiri-la. Nessa fase de transição, na qual há uma pressão da sociedade por uma carne mais sustentável, neste cenário, uma variedade de pacotes tecnológicos surge como alternativa e, muitas vezes, o próprio pecuarista não sabe o que fazer com a massiva quantidade de dados gerados. A carência de informações é tanto quantitativa, quanto qualitativa, sendo comum ter poucos dados ou muitos, porém de má qualidade, o que resulta em uma tomada de decisão imprecisa. Até mesmo quando esses dados são coletados na quantidade e com qualidade corretas, mas interpretados tardiamente, comprometem a qualidade da tomada de decisão. As tecnologias devem ser capazes de coletar informação e dados de todo o sistema, como mostra a figura 1, mas principalmente, devem permitir que os dados sejam coletados automaticamente por meio de dispositivos, conforme ocorrem os processos (RIBAS et al., 2017; ASTILL et al., 2019).

Figura 2– Exemplo de arquitetura do Sistema de Monitoramento de Gado baseado em IoT na nuvem.



Fonte: Saravanan; Saraniya, 2018

Neste cenário, é importante que seja possível controlar quem, quando e onde. Para isso, Addo-Tenkorang et al. (2019) propuseram uma nova metodologia chamada *Track & Trace* – Rastrear e Traçar em tradução livre. Tal metodologia se baseia no uso de RFID para obter dados do rebanho, em conjunto com outras ferramentas, como *Google Earth*, para obter informações de localização dos animais a fim de minimizar problemas como roubo, acidentes na estrada e fuga. Esses temas são parte da produção, mas muito pouco explorados em estudos científicos pelo fato de o produtor rural aceitar esses problemas como não solucionáveis.

Sistemas à pasto também são passíveis da IoT, quando associadas informações sobre os padrões climáticos com as ferramentas computacionais para estimar a produtividade da pastagem. Isso permite um planejamento do sistema pastoril, que garante um melhor resultado econômico e, concomitantemente, menor impacto ambiental, parte importante dessa revolução 4.0 (MEDEIROS et al., 2014).

Partindo da premissa da integração, um fator extremamente importante na produção animal é o acompanhamento nutricional, já que o primeiro indicativo que há algo errado com o animal é justamente a queda do consumo. Desta forma, é possível inferir a saúde e a eficiência alimentar de um animal, observando seu comportamento e

monitorando sua ingestão de alimentos. Para os bovinos, existem vários métodos que podem ser empregados manualmente, por meio da observação direta por pessoal treinado, ou automatizado, usando vários dispositivos eletrônicos conectados ou usados por cada animal. As técnicas de vigilância eletrônica incluem acelerômetros, pedômetros, brincos eletrônicos, Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e sensores de temperatura (CHILTON, 2018).

Desta forma, Ribas et al. (2017) afirmam que a IoT é um exemplo de evolução tecnológica que permite o crescimento da pecuária de precisão. Os dados gerados podem ser coletados, armazenados e tratados integradamente e de maneira eficiente em um intervalo de tempo muito menor do que de maneira individualizada. Fica a cargo de o Zootecnista ser o tomador de decisões diante das respostas dadas por estes sistemas, a fim de propor soluções rápidas, produzindo resultados práticos, porém embasados do que antes era tido como muito difícil de ser solucionado.

2.3 Exemplos de tecnologias que possuem potencial de integração para formar um sistema de Internet das Coisas

Chizzotti et al. (2013) classificam a identificação do animal e, conseqüentemente, a individualização da informação como a base da zootecnia de precisão. A identificação eletrônica mais utilizada atualmente é o sistema RFID, constituído por um transponder, um leitor e um *software* gerenciador. Esse transponder é comumente encontrado na forma de brincos eletrônicos e injetáveis, que leem e atualizam informações automaticamente e em tempo real, o que compõe a parte inicial e primordial da coleta de dados, a base do sistema IoT (ADDO-TENKORANG et al., 2019).

De acordo com Costa et al. (2010) a identificação do animal fica armazenada em um microchip, dispensando qualquer meio físico para transmitir seus dados, o que resulta em uma comunicação efetiva com o sistema central de processamento e monitoramento.

Quando se individualizam as informações do animal, vários tipos de outras tecnologias entram para compor um sistema IoT. Um exemplo é a obtenção da curva de crescimento por meio de balanças inteligentes. Registrar diariamente o peso dos animais é uma metodologia ainda pouco acessível, que permite acompanhar a curva de crescimento dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, o que torna possível estimar o ponto

ótimo de abate, com base no melhor retorno econômico e predizer o rendimento de carcaça (RIBAS et al., 2014).

Enfim, têm-se os sistemas de análise de composição de carcaça por meio de imagens. Alguns autores afirmam que determinar qual o grau de acabamento de um animal ainda vivo é extremamente difícil, entretanto, o teor de gordura na carcaça é, de acordo com Berg e Buterfield⁵ (1976, apud RIBAS et al., 2014) incontestavelmente o fator mais importante para escolher o melhor momento de abater os animais. Essa técnica já é muito conhecida quando feita via ultrassonografia. Nubiato et al. (2013) cita que em bovinos, as principais medidas corporais analisadas são a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura de cobertura (EGC).

Ribas et al. (2014) também citam que estão sendo desenvolvidos, como alternativa para o ultrassom, alguns métodos de determinação da composição corporal com o uso de imagens e sensores infravermelhos tridimensionais, utilizando Processamento Digitais de Imagens (PDI) pela plataforma MATLAB®.

3. Discussão

Com a premissa básica da IoT sendo a identificação animal, o primeiro passo é identificar quais tipos de equipamentos são mais eficientes para obter os melhores resultados integrativos. Dentre todos os tipos existentes de identificação animal, Maroto-Molina et al. (2019) integraram colares com GPS a uma rede de área ampla e baixa potência (LPWA), e *tags* nos brincos *bluetooth* de baixo custo e energia (BLE) conectadas a estes colares. Alguns animais do rebanho tinham de ficar com o GPS, enquanto outros com o BLE. Os colares GPS coletavam dados da localização dos animais que os utilizavam, enquanto gravavam a localização das *tags* BLE, disponibilizando uma localização aproximada dos animais com o dispositivo BLE. Os dados eram enviados a um servidor e nele armazenados. O sistema se mostrou eficaz no que se propôs a fazer, demonstrando uma alternativa de baixo custo para fazendas comerciais. A fração colar/*tag* se mostrou facilmente adaptável, dependendo da quantidade de animais no rebanho. Os autores disseram que são necessárias mais pesquisas para desenvolver outras utilidades aos dados coletados pelo equipamento. Grande parte dos

⁵ *BERG, R. T. ; BUTTERFIELD, R. M. New concepts of cattle growth. New York, 1976.

trabalhos encontrados demonstra propensão a rastreabilidade e localização geográfica do rebanho, modos de captar e traduzir tais informações.

Zhang et al. (2016) desenvolveram um sistema de monitoramento ambiental para aquisição de dados em tempo real por meio de sensores que captam informações do ambiente como umidade, intensidade da luz, temperatura, velocidade do vento, amônia, CO₂ e metano, e dos animais como batimentos cardíacos em uma produção de bovinos de corte. Apesar do alto número de variáveis que os sensores podem captar, eles são frágeis e susceptíveis a danos severos nos ambientes naturais, como chuva, alta umidade, gelo, poeira e neblina. Além disso, quando o sensor capta dados que são anormais, a leitura precisa ser feita manualmente, o que prejudica a premissa básica da IoT de processamento de uma grande quantidade de dados no menor tempo possível.

Já Saravanan e Saraniya (2018) criaram um sistema de monitoramento de parâmetros fisiológicos no animal, o que difere do monitoramento ambiental de Zhang et al. (2016), porém, os *outputs* dos dados foram enviados do módulo de sensor criado, para uma unidade processamento, por meio de comunicação *wireless*. O modelo é autônomo, podendo ser adicionados mais módulos de sensores caso necessários. No estudo, foram colocados nos animais colares com sensores de temperatura, acelerômetro, batimentos cardíacos e umidade. Os sensores coletavam e transmitiam as informações para *smartphones* através de comunicação *wi-fi/bluetooth*. Desta forma conseguiram aferir temperatura e verificar doenças, assim como o melhor momento para inseminação artificial e detecção de estro pelo comportamento do animal. Com isso, observaram diminuição das mortes em gestação, diminuição de intervalo entre partos e redução no custo de inseminação ao utilizarem os dados obtidos para adaptar o manejo do rebanho.

No quesito acompanhamento nutricional Chilton (2018) se propôs a criar um sistema de monitoramento de alimentação de bovinos. Para isso, instalou um sistema RFID integrado com sensores de peso no cocho e um brinco no animal. Desta forma, o sensor de peso o capta no cocho, e o RFID capta, via antena, a identificação do animal, transmitindo intermitentemente, sendo capaz de reconhecer o animal no cocho pelo tempo que este permanecer. Os dados obtidos, considerando animais no pasto, podem ser enviados via rádio a central, a até 5 km de distância. Utilizando um cabo Ethernet, cada um dos dispositivos é conectado a um endereço de IP distinto, para que a estação de recepção consiga distingui-los. Todos os dados são armazenados na estação de recepção, podendo ser no escritório da fazenda.

O sistema de Chilton (2018) calcula a ingestão de alimento pelo animal baseando-se na pesagem do cocho antes e após o animal se alimentar, identificando-o via sistema RFID. O pesquisador conseguiu avaliar, pelos dados obtidos, que os animais tinham um cocho preferido, por exemplo, o animal 4 se alimenta mais no cocho 1 do que nos cochos 2 e 3, enquanto os animais 16 e 17 preferem os cochos 3 e 4. A ingestão variou de 27 a 45 kg de alimento entre os animais, aferindo que alguns deles necessitam de menos alimento que outros, sendo mais eficientes na conversão alimentar. A análise dos dados obtidos trouxe descobertas que anteriormente não estavam nos planos dos pesquisadores. O autor cita o exemplo de que o experimento focava em dados de consumo individuais de alimento, porém descobriu que alterar levemente os algoritmos dos cálculos permitiria identificar um animal baseando-se apenas na movimentação de sua cabeça no cocho ao se alimentar, não necessitando dos brincos e do sistema RFID para realizar a identificação.

No estudo de Addo-Tenkorang et al. (2019) o objetivo foi propor uma solução baseada em Base de Dados na Nuvem e integração IoT para auxiliar na rastreabilidade dos animais, como histórico de saúde, nascimento e posição geográfica. A pesquisa ainda é um trabalho em andamento, mas o autor afirma que basear o sistema na IoT tornou o *Track&Trace* mais competitivo, melhorou a performance e demonstrou melhora geral no retorno sobre investimento da tecnologia.

Já Astill et al. (2019) abordaram o aspecto integrativo econômico da IoT na pecuária de corte e objetivaram explorar os diferentes tipos de tecnologias que necessitam ser desenvolvidas e integradas à economia *agri-food* para promover maior grau de transparência na mesma. Para estes autores, a IoT se mostra promissora, por permitir um alto grau de integração e facilidade na coleta de dados, mas apresenta também desafios significativos, dependendo da realidade de cada país. No Brasil, o desafio é a necessidade de conexão com a internet, não existente em algumas áreas rurais, o que pode prejudicar a base da IoT, que é a coleta dos dados.

Outros fatores positivos que Astill et al. (2019) citam são a privacidade e segurança, facilidade de implementação, aceitação pelo consumidor e sustentabilidade econômica, sendo estes os fatores requisitados que a tecnologia necessita adereçar para se tornar utilizável na cadeia de fornecimento de alimentos.

Pelo que foi pesquisado na literatura, ainda não há um trabalho que integre todos os aspectos da cadeia produtiva desde a identificação até a comercialização do gado.

Muitos estudos, porém, associam varias técnicas que já são conhecidas e as colocam na arquitetura que melhor se adapta em seu sistema. Ou seja, essas tecnologias não são novidades, a IoT existe justamente para conectá-las e fazer com que conversem em uma base comum, acessível e com resultados já interligados.

4. Conclusão

Inexoravelmente, o produtor ficará face a face com a nova revolução industrial. A forma de produzir, comercializar e divulgar processos e produtos na cadeia produtiva da bovinocultura de corte está mudando rapidamente, e o advento da IoT possibilitará uma gestão integrada e muito mais eficiente do sistema produtivo.

O desenvolvimento de soluções de plataforma e sistemas embarcados integrados para IoT e automação já possui, atualmente, diversas aplicações, tais como: georreferenciamento de rebanhos, aquisição, monitoramento e interpretação de dados ambientais que afetam o desempenho do animal, identificação e monitoramento de dados individuais de animais (peso, parâmetros fisiológicos e nutricionais) e integração destas informações com índices reprodutivos, sanitários, bem como produtivos e econômicos da fazenda.

Além do ganho de produtividade passível de ser obtido, uma vez que aspectos pontuais podem ser identificados e corrigidos, as tecnologias permitem uma economia significativa com mão de obra.

Alguns pontos básicos como a conexão de internet precisam ser mais acessíveis no campo, o que está melhorando atualmente, mas vai depender de um volume maior de adesão por parte das propriedades rurais. Apesar disso, os estudos que obtiveram sucesso provaram o quanto a IoT se tornou antes um aliado que um gerador de custos, possibilitando, antes de mais nada, o controle do agronegócio de ponta a ponta na cadeia.

Referências

ADDO-TENKORANG, R. et al. Advanced animal track-&-trace supply-chain conceptual framework: an internet of things approach. **Procedia Manufacturing**, Amsterdam, v. 30, p. 56–63, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.009>>.

ASTILL, J. et al. Transparency in food supply chains: a review of enabling technology solutions. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 91, p. 240–247, 2019.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The internet of things: a survey. **Computer**

Networks, Amsterdam, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>>.

CHILTON, M. A. Knowledge discovery in agriculture: an IoT network of cattle monitoring devices. **Current Analysis on Communication Engineering**, Manhattan, v. 1, n. 1, p. 8–19, 2018.

CHIZZOTTI, M. L. et al. A zootecnia de precisão no contexto da intensificação sustentável. In: SIMPEC, 8., 2013, Lavras-MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2013. p. 15–34.

COSTA, E. J. X. et al. Instrumentos para a automação das atividades zootécnicas. IN: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa, 2010. p. 329–342.

EMILIO, M. D. P. **Data acquisition systems: from fundamentals to applied design**. New York: Springer, 2013.

GIGLI, M.; KOO, S. Internet of Things: services and applications categorization. **Advances in Internet of Things**, China, v. 01, n. 02, p. 27–31, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **[Bovinos]**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=bovinos>>. Acesso em: 25 set. 2019

MADAKAM, S.; RAMASWAMY, R.; TRIPATHI, S. Internet of Things (IoT): a literature review. **Journal of Computer and Communications**, S. l., v. 03, n. 05, p. 164–173, 2015.

MAROTO-MOLINA, F. et al. A low-cost IoT-based system to monitor the location of a whole herd. **Sensors**, New York, v. 19, n. 10, p. 1–15, 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 – rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JUNIOR, L. **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28–35.

MEDEIROS, S. et al. Ferramentas de pecuária de precisão voltadas à nutrição de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PECUÁRIA DE PRECISÃO APLICADA À BOVINOCUTURA DE CORTE, 1., 2014, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande, 2014. p. 1–22.

NUBIATO, K. E. Z. et al. A técnica do ultrassom para avaliação da carcaça em tempo real. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 8, ed. 231, art. 1526, p. 1–10, 2013.

RIBAS, M. N. et al. Instrumentos de precisão para suporte às atividades zootécnicas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 9, 2014, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2014. p. 213–238.

RIBAS, M. N. et al. Pecuária de precisão: uso de tecnologias para apoio à tomada de

decisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27., 2017, Santos. **Anais...** Pirassununga: FZEA-USP, 2017. p. 1–20.

SARAVANAN, K.; SARANIYA S. Cloud IoT based novel livestock monitoring and identification system using UID. **Sensor Review**, United Kingdom, n, v. 38, n. 01, p. 21–33, 2018.

ZHANG, J. et al. Design and development of IoT monitoring equipment for open livestock environment. **International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology**, United Kingdom, v. 17, n. 26, art. 23, p. 1–6, 2016.

Análise comparativa dos mecanismos moleculares da eficiência alimentar nas espécies de produção animal.

Comparative analysis of the molecular mechanisms of feed efficiency in animal production species.

Rayane Dias Faveri Barboza, Prof. Dr. Heidge Fukumasu

1. Introdução

A demanda crescente por alimento, estimada em pelo menos 60% pela FAO (*Food and Agriculture Organization*), decorrente do aumento populacional de cerca de 70 milhões de pessoas ao ano, atingindo até metade do século, uma ordem de 9 bilhões de pessoas, que em sua maioria estarão nas regiões urbanas, com níveis de renda e conseqüentemente de poder aquisitivo mais elevados, favorece principalmente o aumento do consumo de proteína animal, que deve elevar o requerimento por carne de 200 milhões para 470 milhões de toneladas ao ano (MUTEIA, 2014).

Essas estatísticas colocam a pecuária global diante de uma questão imediata em termos de produtividade, em que a produção de alimentos de origem animal deve ocorrer aliada a sustentabilidade, ou seja, produzir maior quantidade de proteína animal, sem consumir recursos ambientais de maneira excessiva, sem promover a rápida degradação dos solos, a escassez dos recursos hídricos, o desmatamento e a desertificação (MARTHA-JUNIOR, 2015).

Por muito tempo, se selecionou animais para fenótipo de ganho de peso médio diário, o que tem resultado em animais cada vez maiores, com maior exigência de manutenção, que demandam maior consumo alimentar e sugere conseqüentemente um aumento na utilização de grãos comuns a alimentação humana. Esses animais também produzem mais dejetos e metano por quilograma de carne produzido, aspectos que são contrários as atuais preocupações com o meio ambiente (HAYES; LEWIN; GODDARD, 2013). Como alternativa, tem-se buscado a seleção de animais para característica de alta eficiência alimentar (EA), em que a demanda por alimento é menor e o aproveitamento de nutrientes de baixa qualidade são maiores, aperfeiçoando a produção de carne e conseqüentemente aumentando a lucratividade do sistema, considerando os altos custos despendidos para a nutrição (WIDMANN et al., 2013).

A obtenção de resultados pela seleção de animais superiores para eficiência alimentar em programas de melhoramento é difícil, pois esse fenótipo não é controlado por apenas um mecanismo, mas por diversos mecanismos biológicos (RICHARDSON et al., 2004). Nesse contexto a presente revisão teve por objetivo realizar uma análise comparativa dos diferentes mecanismos moleculares que controlam o fenótipo da eficiência alimentar nas espécies de produção, a fim de aplicar esse conhecimento na seleção de animais com elevada eficiência alimentar.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da eficiência alimentar como fenótipo, para utilização na seleção de animais pelos programas de melhoramento e, de como este é controlado por diversos mecanismos moleculares em diferentes espécies de produção, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados PUBMED e SCOPUS, utilizando as seguintes palavras chave: eficiência alimentar, vias moleculares, consumo alimentar residual, somados aos nomes das espécies de interesse (*Bos taurus*, *Bos indicus*, *Ovis aries*, *Sus scrofa domesticus* e *Gallus gallus domesticus*).

2.1 Avaliação da Eficiência Alimentar

As medidas de EA dependem de diversos fatores, como a quantidade ingerida de alimento, condição fisiológica, peso vivo do animal, composição do ganho de peso, condições do ambiente, idade e demais aspectos que são inerentes a sua mensuração, isto é, taxa de digestão e absorção de nutrientes, capacidade efetiva de utilização da energia catabolizada e proteína metabolizável (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

A equação para eficiência alimentar bruta é dada pela razão entre a ingestão de matéria seca e o ganho médio diário:

$$EA = GMD/IMS$$

A medida usualmente utilizada para estimar a EA é o Consumo Alimentar Residual (CAR), que foi proposta por Kock et al. (1963) sendo obtida pela diferença do consumo alimentar observado e o consumo alimentar predito, com base no peso vivo

médio metabólico e o ganho médio diário em um determinado período, como demonstrado na equação abaixo:

$$\text{CAR} = \text{CMS}_{\text{observada}} - \text{CMS}_{\text{estimada}}[f(\text{GMD}; \text{PV}^{0,75})]$$

O CAR é uma medida com moderada herdabilidade e não apresenta correlação com o ganho de peso médio diário (GMD), o que pode ter um viés de selecionar animais eficientes, mas que ganham menos peso ao dia.

Berry e Crowley (2012) desenvolveram a medida de consumo e ganho residual (CGR) que correlaciona o ganho de peso e o consumo alimentar:

$$\text{CGR} = [\text{CAR} \times (-1)] + \text{GR}$$

A seleção de animais por meio destas medidas demanda tempo e inúmeras mensurações em um período mínimo de 70 dias, o que pode inviabilizar a seleção de animais através desta estratégia. Desta forma, se torna atrativo o uso de marcadores genéticos, para se obter o resultado de um maior número de animais, para esta característica (MOORE et al., 2013).

A EA é um fenótipo complexo, poligênico e multifatorial, coordenado por diversos processos, cinco deles já bem determinados: ingestão, digestão, metabolismo, atividade e termorregulação (RICHARDSON et al., 2004). A determinação de regiões genômicas, genes e de polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs), tem sido o foco de pesquisas para elucidar os mecanismos associados a EA.

2.2 Mecanismos moleculares de eficiência alimentar em ruminantes

Estudos de biologia de sistemas têm relacionado algumas vias metabólicas com a eficiência alimentar em bovinos de corte. Alexandre et al. (2015) utilizando uma análise simultânea de cinco tecidos revelou a importância do tecido hepático na determinação de alta ou baixa EA e encontraram que grupos de alta EA e baixa EA são semelhantes quanto ao ganho de peso e características de carcaça, como rendimento e área de olho de lombo, porém, os animais do grupo de baixa eficiência demonstraram maior consumo de alimento, maior deposição de gordura, elevados níveis de colesterol, além de resposta inflamatória, encontrada através de biopsia hepática.

Outro estudo utilizando análises proteômicas do fígado revelou 42 proteínas distintas e três redes de proteínas co-expressas que estão associadas a processos como o metabolismo microbiano, a biossíntese de ácidos graxos, vitaminas, hormônios, aminoácidos, gliconeogênese e processamento e apresentação de antígenos, indicando

que essas são vias metabólicas importantes para classificar EA em bovinos, nas nossas condições ambientais (FONSECA et al., 2019).

Elolimy et al. (2020) em seu estudo utilizando bovinos leiteiros de diferentes categorias animais e fases de desenvolvimento, encontraram vias metabólicas diretamente envolvidas na geração de energia para os bezerros, sendo essas, a via de metabolismo de ácidos graxos, vitaminas, aminoácidos e glicose, que estão intimamente ligados a sinalização celular, resposta imune e redução do estresse oxidativo. Além disso, relacionaram a capacidade metabólica do microbioma, que pode ter beneficiado o desenvolvimento de bezerras com melhor EA, melhorado a digestibilidade dos nutrientes quando novilhas e aumentado a proporção de propionato:acetato no rúmen de vacas com EA elevada, durante a fase de lactação, o que não apenas beneficiou a ação dos microrganismos, mas melhorou o metabolismo hepático.

Tizioto et al. (2015), relacionou principalmente processos oxidativos com o controle do fenótipo da eficiência alimentar em bovinos de corte. Seus achados sugerem que animais menos eficientes na alimentação, possuem maior estresse oxidativo e utilizam de fontes diferentes para obtenção de energia, enquanto bovinos mais eficientes possuem maior capacidade de absorver glicose. O estresse oxidativo decorrente do aumento da carga microbiana e das alterações no metabolismo lipídico hepático, observado em animais com baixa EA, pode esclarecer a necessidade do uso da energia para estabelecer o equilíbrio homeostático do organismo, ao invés de direcioná-la para o ganho de peso (ALEXANDRE et al., 2015; ELOLIMY et al., 2020).

Lima et al. (2020), utilizando gado Nelore, identificaram alguns genes centrais, que regulam vias relacionadas a eficiência alimentar. Seus achados corroboram com os demais, pois esses genes estão principalmente ligados a síntese de proteínas, crescimento muscular, sistema imune, homeostase da glicose, equilíbrio no uso de energia e regulação do estresse oxidativo. Com base nesse resultados, sugeriram que o aumento na expressão desses genes ribossômicos, promove maior eficiência na alimentação de bovinos zebuínos.

Outro estudo com bovinos Nelore, buscou entender o papel dos miRNAs, envolvidos na regulação do fenótipo de EA, expressos de forma diferente no músculo esquelético e tecido hepático. Oliveira et al. (2018), desvendaram miRNAs associados ao crescimento do músculo esquelético e a deposição de tecido adiposo, através da ineficiência do metabolismo lipídico e da via glicolítica. Níveis elevados de insulina e

glucagon, foram super-representados, influenciando na diminuição da ingestão de alimentos por bovinos com alta EA. As análises de co-expressão, neste mesmo estudo, revelou genes envolvidos na eficiência do sistema imunológico e termorregulação.

Em sinergia com os demais estudos, Li et al. (2019) encontraram SNP's (polimorfismo de nucleotídeo único) relacionados principalmente com a digestão e metabolismo de carboidratos e proteínas, atividade do sistema imunológico, regulação do ATP (adenosina trifosfato) mitocondrial, homeostase energética e atividade das bactérias no rúmen de bovinos da raça holandesa.

Clemmons et al. (2019) utilizando bovinos de corte em seu estudo, relacionou o pantotenato, um componente chave da coenzima A (CoA), que participa de diversas atividades metabólicas, inclusive na transferência de ácidos-graxos para dentro e fora das mitocôndrias, com bactérias que hospedam o rúmen, que quando aumentadas ou diminuídas podem causar abscessos hepáticos em bovinos menos eficientes na alimentação.

Em ovinos Zhang et al. (2017) encontraram resultados que indicam que a seleção de animais para alta EA, pode significar um aumento no teor de carne magra nas carcaças, corroborando com os resultados obtidos em estudos com bovinos, em que animais com baixa EA, possuem maior deposição de gordura subcutânea (ALEXANDRE et al., 2015). O perfil microbiológico do rúmen também foi correlacionado com a EA em cordeiros. Ellison et al. (2019) obtiveram resultados que indicam que espécies específicas, podem desempenhar papel importante na predição de alta ou baixa EA.

Zhang et al. (2017) encontraram diferenças na composição corporal de cordeiros, demonstrando que cordeiros de alta EA, possuem o rúmen menor, o que leva a menor ingestão de alimento, porém maior eficiência digestiva por ação dos microrganismos. O peso do fígado e pulmão, nessa mesma população de cordeiros, também diferiu entre os grupos de alta e baixa EA, observando aumento na taxa metabólica basal e taxa de respiração no grupo de baixa EA. O comprimento total do TGI não diferiu entre os grupos de alta e baixa EA, porém o comprimento do duodeno e íleo nos animais de elevada EA foram maiores, potencializando a absorção de nutrientes por esses cordeiros.

2.3 Mecanismos moleculares de eficiência alimentar em monogástricos.

Em suínos análises de transcriptomas de multitecidos foram utilizadas para relacionar genes que podem estar contribuindo para o fenótipo de EA. A resposta ao

estresse oxidativo, nos músculos e no tecido adiposo, foi vinculada a imunidade e ao metabolismo celular, através de uma rede de genes co-expressos. Resultados sugeriram que a diminuição do estresse oxidativo pode caracterizar suínos mais eficientes na alimentação. Os achados indicam ainda, que os genes que regulam o transporte e degradação de proteínas, são importantes no controle de vários processos envolvidos com a eficiência alimentar e que o teor de colesterol pode estar associado ao fenótipo de eficiência (GONDRET et al., 2017).

Le Naou et al. (2012) encontraram em seu estudo diferenças na síntese e atividade de proteínas específicas em que o catabolismo proteico foi reduzido no fígado de suínos com baixa EA, o que sugere menor rotatividade de proteínas hepáticas nesses animais. Nesse mesmo estudo, os autores encontraram uma divergência na forma de uso da glicose e na oxidação de ácidos graxos, entre as classes de alta e baixa EA, indicando que os animais com alta EA, possuem menores requisitos para manutenção da taxa metabólica basais.

Outro estudo, utilizando suínos divergentes em EA, encontrou alterações nas concentrações de ácidos graxos presentes no tecido hepático, sugerindo que animais menos eficientes na alimentação, utilizam de forma alterada os ácidos-graxos saturados (SFA) e os ácidos-graxos poli-insaturados (PUFA), ou seja, possuem taxas menores de mobilização de ácidos-graxos. A homeostase da glicose e a forma de utilização e mobilização de energia, através de vias mais econômicas, também foi relacionada a menor eficiência na alimentação por parte dos animais com este fenótipo (REYER et al., 2017).

Vigors et al. (2019) encontraram genes, nos músculos e no fígado de suínos de baixa e alta EA, sendo a maioria expressa no fígado. Os genes foram agrupados e separados em três funções principais sendo: proteína direcionada para membrana, matriz extracelular e função imunológica.

Alterações nas expressões de funções mitocondriais também estão envolvidos no controle da EA em suínos. Bottje e Carstens (2009) acharam resultados, que elucidam a contribuição das mitocôndrias musculares, duodenais e hepáticas na EA de frangos de corte, indicando comprometimento da atividade mitocondrial, em animais com baixa EA, aumentando o estresse oxidativo, de forma a elevar a rotatividade de proteínas, resultando em maior gasto energético para controle da homeostase do organismo.

Lee e Aggrey (2016) em um estudo, avaliando as diferenças transcriptômicas de genes expressos no fígado, que atuam como sensor de nutrientes, energia intracelular, crescimento celular, divisão e apoptose, regulada principalmente por hormônios, como a insulina e fatores de crescimento que se assemelham a insulina, sugerindo um grande envolvimento da via alvo da rapamicina na seleção para frangos de corte mais eficientes na alimentação.

Alterações na sensibilidade a insulina, níveis elevados de triglicerídeos e colesterol séricos pós-prandial e o aumento de ácido-úrico sérico, sugere que frangos tipo carne com baixa EA, são menos eficientes no metabolismo de lipídios, proteínas e na recuperação de nitrogênio (METZLER-ZEBELI et al., 2017). Com base na utilização de energia e na manutenção da homeostase, três proteínas do soro também foram identificadas como possíveis biomarcadores da EA, atuando principalmente no desencadeamento da resposta imune e inflamatória (WEN et al., 2018).

A composição de tecido magro e gorduroso é alterada quando se seleciona para elevada EA, havendo maior deposição de tecido adiposo em animais com fenótipo para baixa EA (COSTA et al., 2019; WEN et al., 2018). Em concordância com esses resultados, Lee et al. (2015) encontraram aumento na oxidação lipídica, em animais de EA elevada, o que pode esclarecer o baixo conteúdo de tecido gorduroso nos frangos de corte de alta EA.

Diferentes genes, que regulam processos metabólicos em outras espécies, como características de carcaça, metabolismo lipídico, estresse térmico, diferenciação e proliferação celular, inibição da osteogênese e consumo energético, também foram relacionados à eficiência alimentar em frangos de corte (COSTA et al., 2019).

3. Discussão

Os estudos envolvendo as espécies de produção usadas como base para esta revisão possuem em comum: vias e processos que estão relacionadas com o fenótipo da eficiência alimentar, o que elucidada seu nível de complexidade e como multifatores, podem estar simultaneamente envolvidos na sua determinação (HERD; ARTHUR, 2009).

Entre as principais descobertas, a homeostase do organismo e manutenção da taxa metabólica, interage com todas as vias e processos descritos nos estudos para maior eficiência na alimentação.

A forma de obtenção, mobilização e uso de energia, foi divergente entre as classes de alta e baixa EA, em que os animais de alta eficiência, utilizaram de fontes diferentes para obtenção de energia, tendo em vista, que possuem maior capacidade de metabolismo de carboidratos, proteínas (ELOLIMY et al., 2020; LI et al., 2019; REYER et al., 2017) ou as realizam através de vias mais econômicas (TIZIOTO et al., 2015).

Nesse mesmo contexto, destacam-se as funções da cadeia respiratória mitocondrial (BOTTJE; CARSTENS, 2009) e as atividades de ATP mitocondrial (ELOLIMY et al., 2020; LI et al., 2019; LIMA et al., 2020), que representam um fator chave para a eficiência das vias metabólicas que geram energia através dos nutrientes.

O sistema imunológico, a termorregulação e o estresse, estão diretamente relacionados ao equilíbrio das taxas metabólicas basais e de respiração nos animais que se mostraram mais eficientes na alimentação (BALDASSINI et al., 2018; COSTA et al., 2019; LEE; AGGREY, 2016; ZHANG et al., 2017), ou seja, os animais com alta EA têm menor incidência de doenças e são menos afetados por estresse térmico, portanto, despendem menor gasto energético para a manutenção da homeostasia, quando expostos a fatores ambientais adversos (HERD; ARTHUR, 2009).

A maior demanda por gastos energéticos, também foi observada quando o aumento dos processos de metabolismo xenobiótico e inflamatórios resultaram na formação de espécies reativas ao oxigênio (EROs), estabelecendo um quadro de estresse oxidativo, devido a menor capacidade de estabelecer a homeostase do sistema, frente a esses agentes oxidantes. (ALEXANDRE et al., 2015). Alguns genes, miRNAs e redes de co-expressão de proteínas, podem estar envolvidos nas respostas ao estresse oxidativo (LIMA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2018; TIZIOTO et al., 2015).

O metabolismo do microbioma foi relacionado a eficiência alimentar, em bovinos, ovinos e aves (ALEXANDRE et al., 2019; METZLER-ZEBELI et al., 2017; ZHANG et al., 2017). Os estudos demonstraram que maior abundância e variabilidade de espécies bacterianas no intestino e rúmen, podem contribuir e servir como bases para a seleção de animais mais eficientes. Alguns genes centrais desvendados pelos estudos utilizados como referência para esta revisão regulam o metabolismo de síntese e degradação de proteínas, biossíntese de ácidos graxos, hormônios e vitaminas, que participam de processos fundamentais na homeostase do organismo (FONSECA et al., 2019; LI et al., 2019; LIMA et al., 2020).

A seleção para animais com melhor eficiência alimentar, como esperado, resulta em uma diminuição na ingestão de alimentos, sem comprometer o ganho em unidade de proteína animal produzida, diminuindo os custos com alimentação (HERD et al., 2014). Entretanto, esse fenótipo possui outras implicações. O comportamento alimentar é alterado, ou seja, os animais mais eficientes realizam um número menor de refeições, o que pode resultar futuramente em uma dificuldade entre os ruminantes, para suportar dietas com alto teor de concentrado (MARIE-ETANCELIN et al., 2019).

As características de composição da carcaça também são alteradas, quando se seleciona para eficiência alimentar, pois os animais são mais eficientes em depositar musculatura e menos eficientes em depositar gordura (ALEXANDRE et al., 2015; COSTA et al., 2019; HERD et al., 2014; HOQUE et al., 2009; LE NAOU et al., 2012; ZHANG et al., 2017), conseqüentemente haverá aumento na área de olho de lombo em bovinos, ovinos e suínos, e menor gordura subcutânea em bovinos, em ovinos, em suínos e aves. Esses atributos de carcaça mencionados, também implicam nas preferências do consumidor, que procuram por produtos específicos no varejo, além de estarem diretamente relacionados com o retorno econômico para o produtor, tendo em vista as bonificações por acabamento de carcaça e qualidade da carne.

Herd et al. (2014), não obteve diferenças na gordura intramuscular, entre as classes de alta e baixa EA e considera que essas qualidades, permitem maior rendimento de carne para o varejo, sem que o grau de marmorização seja comprometido.

Ainda considerando a diminuição, na porcentagem de tecido adiposo em animais que são menos eficientes para alimentação, temos as possíveis conseqüências na reprodução. A deposição de gordura está diretamente relacionada com a puberdade nas espécies animais de produção e pode atrasar a maturidade sexual em machos e fêmeas (ALEXANDRE et al., 2019; LI et al., 2020), portanto, a idade ao primeiro parto, o retorno ao cio, o número de serviços por concepção, entre outros índices zootécnicos seriam afetados.

Nesse cenário, a seleção para eficiência alimentar destaca-se, como sendo uma linha de pesquisa promissora, com diversos resultados a serem atestados. As ciências ômicas se mostram eficientes, na obtenção de conteúdo que elucide as vias, processos e genes que estão no controle deste fenótipo, estudados principalmente em órgãos que realizam grande atividade metabólica, como fígado e músculo esquelético.

Conteúdos ruminal, microbiológicos e sanguíneos também podem servir de bases para pesquisas, que busquem respostas sobre a eficiência na alimentação animal. Pesquisas que avaliem as implicações zootécnicas e econômicas são indispensáveis, para se validar o emprego desse fenótipo nos programas de melhoramento genético animal.

4. Conclusão

A análise comparativa realizada a partir desta revisão nos dá suporte para concluir que as vias metabólicas que coordenam o fenótipo de EA são interespecies, ou seja, não diferem entre as espécies animais utilizados como base neste trabalho.

Ainda não estão elucidados, os mecanismos moleculares que realmente, poderão ser bases para seleção de animais com elevada EA, porém, os trabalhos realizados possuem dados que consolidam o uso de bases moleculares na avaliação e aplicação deste fenótipo nos programas de melhoramento animal, a fim de diminuir os impactos ambientais, viabilizar o sistema produtivo e a oferta de alimento para as próximas gerações.

Referências

ALEXANDRE, P. A. et al. Liver transcriptomic networks reveal main biological processes associated with feed efficiency in beef cattle. **BMC Genomics**, London, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2015.

ALEXANDRE, P. A. et al. Systems biology reveals NR2F6 and TGFB1 as key regulators of feed efficiency in beef cattle. **Frontiers in Genetics**, Lausanne, v. 10, p. 230, 2019.

BALDASSINI, W. A. et al. Estimated heat production, blood parameters and mitochondrial DNA copy number of Nellore bulls (*Bos indicus*) with high and low residual feed intake. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 217, p. 140-147, 2018.

BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and body weight gain: a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 109-115, 2012.

BOTTJE, W. G.; CARSTENS, G. E. Association of mitochondrial function and feed efficiency in poultry and livestock species. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 14, supl., p. E48-E63, 2009.

CLEMMONS, B. A. et al. Rumen bacteria and serum metabolites predictive of feed efficiency phenotypes in beef cattle. **Scientific Reports**, London, v. 9, n. 1, e19265, p. 1-8, 2019.

COSTA, G. et al. Unraveling genomic associations with feed efficiency and body weight traits in chickens through an integrative approach. **BCM Genomics**, London, v. 20, art. 83, p. 1–15, 2019.

ELLISON, M. J. et al. Predicting residual feed intake status using rumen microbial profiles in ewe lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 97, n. 7, p. 2878–2888, 2019.

ELOLIMY, A. et al. Residual feed intake divergence during the preweaning period is associated with unique hindgut microbiome and metabolome profiles in neonatal Holstein heifer calves. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, Pequim, v. 11, art. 13, p. 1–15, 2020.

FONSECA, L. D. et al. Liver proteomics unravel the metabolic pathways related to Feed Efficiency in beef cattle. **Scientific Reports**, London, v. 9, n. 1, art. 5364, p. 1-11, 2019.

GONDRET, F. et al. A transcriptome multi-tissue analysis identifies biological pathways and genes associated with variations in feed efficiency of growing pigs. **BMC Genomics**, London, v. 18, n. 1, p. 1–17, 2017.

HAYES, B. J.; LEWIN, H. A.; GODDARD, M. E. The future of livestock breeding : genomic selection for efficiency , reduced emissions intensity , and adaptation. **Trends in Genetics**, Amsterdam, v. 29, n. 4, p. 206–214, 2013.

HERD, R. M.; ARTHUR, P. F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 14, suppl., p. E64-E71, 2009.

HERD, R. M. et al. Genetic divergence in residual feed intake affects growth, feed efficiency , carcass and meat quality characteristics of Angus steers in a large commercial feedlot. **Animal Production Science**, Clayton, v. 58, n. 1, 2014.

HOQUE, M. A. et al. Genetic parameters for measures of residual feed intake and growth traits in seven generations of Duroc pigs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 45–49, 2009.

KOCH, R. M. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 22, p. 486 – 494, 1963.

LE NAOU, T. et al. Metabolic changes and tissue responses to selection on residual feed intake in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 13, p. 4771-4780, 2012.

LEE, J.; AGGREY, S. E. Transcriptomic differences of genes in the avian target of rapamycin (mTOR) pathway in a divergent line of meat-type chickens selected for feed efficiency. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 2, p. 1–11, 2016.

LEE, J. et al. Transcriptomic analysis to elucidate the molecular mechanisms that underlie feed efficiency in meat-type chickens. **Molecular Genetics and Genomics**,

Heidelberg, v. 290, n. 5, p. 1673–1682, 2015.

LI, B. et al. Genomic prediction of residual feed intake in US Holstein dairy cattle. **American Dairy Science Association**, Champaign, 2020.

LI, B. et al. High-density genome-wide association study for residual feed intake in Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 102, n. 12, p. 11067–11080, 2019.

LIMA, A. O. et al. Potential biomarkers for feed efficiency-related traits in nelore cattle identified by co-expression network and integrative genomics analyses. **Frontiers in Genetics**, Lausanne, v. 11, n. 189, p. 1–14, 2020.

MARIE-ETANCELIN, C. et al. Detailed genetic analysis of feeding behaviour in Romane lambs and links with residual feed intake. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Hoboken, v. 136, n. 3, p. 174–182, 2019.

MARTHA-JUNIOR, G. B. **A sustentabilidade da pecuária brasileira**. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/GBMJ_ArtigoPecu%C3%A1ria-Embrapa_29mar17_v.rev.pdf/49d67c99-9162-7d79-0baa-6dcac25a520d>. Acesso em: 31 mar. 2020.

METZLER-ZEBELI, B. U. et al. Assessing serum metabolite profiles as predictors for feed efficiency in broiler chickens reared at geographically distant locations. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 58, n. 6, p. 729–738, 2017.

MOORE, S. S. et al. Molecular basis for residual feed intake in beef cattle Molecular basis for residual feed intake in beef cattle 1. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 14, p. 41–47, 2013.

MUTEIA, H. O crescimento populacional e a questão alimentar. **O País**, Lisboa, 25 de julho de 2014, p. 16. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/lisbon/docs/O_Pa%C3%ADs_25_7_2014.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996.

OLIVEIRA, P. S. N. et al. An integrative transcriptome analysis indicates regulatory mRNA-miRNA networks for residual feed intake in Nelore cattle. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 17072, p. 1–12, 2018.

REYER, H. et al. Strategies towards improved feed efficiency in pigs comprise molecular shifts in hepatic lipid and carbohydrate metabolism. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 18, n. 8, art. 1674, p. 1-15, 2017.

RICHARDSON, E. C. et al. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**,

Collingwod, v. 44, n. 5, p. 441, 2004.

TIZIOTO, P. C. et al. Global liver gene expression differences in Nelore steers with divergent residual feed intake phenotypes. **BMC Genomics**, London, v. 16, n. 242, p. 1–14, 2015.

VIGORS, S. et al. A comparative analysis of the transcriptome profiles of liver and muscle tissue in pigs divergent for feed efficiency. **BMC Genomics**, London, v. 20, n. 1, p. 1–12, 2019.

WEN, C. et al. Feed efficiency measures and their relationships with production and meat quality traits in slower growing broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 97, n. 7, p. 2356–2364, 2018.

WIDMANN, P. et al. A systems biology approach using metabolomic data reveals genes and pathways interacting to modulate divergent growth in cattle. **BMC Genomics**, London, v. 14, art. 798, p. 1-17, 2013.

ZHANG, X. et al. Association of residual feed intake with growth and slaughtering performance, blood metabolism, and body composition in growing lambs. **Scientific Reports**, London, v. 7, n. 1, p. 1–11, 2017.

Alternativas para melhorar a qualidade da produção *in vitro* de embriões como ferramenta para o incremento na produção de bovinos

Alternatives to improve the quality of in vitro embryo production as a tool to increase production in cattle

Sophia Silva Carrijo, Profa. Dra. Cláudia Lima Verde Leal

1. Introdução

A crescente representatividade financeira da pecuária nacional e consequente dependência do PIB em relação a este setor produtivo impulsionam o aprimoramento e desenvolvimento de técnicas que aumentem a produção e produtividade animal, e, principalmente, das biotecnologias associadas à reprodução. Essas por sua vez, buscam melhorar a eficiência reprodutiva, aperfeiçoar a produção de animais geneticamente superiores e aproveitar material genético obtido para garantir alto número de descendentes em um menor tempo, além da diminuição de custos para torná-las cada vez mais acessíveis (LUSTOSA et al., 2018).

Neste contexto, a produção *in vitro* (PIV) de embriões tem significativa participação no agronegócio e influência em programas de melhoramento e evolução genética de rebanhos de corte e leite, onde, produzindo 92,1% de seus embriões pela PIV, o Brasil ocupa posição de referência na técnica, retendo 66% da produção global (BARUSELLI et al., 2019a; GONÇALVES; VIANA, 2019).

A PIV, em geral, está em uma fase avançada de desenvolvimento, porém, é uma técnica que ainda exige alto investimento financeiro e, para maximizar resultados, é necessário minimizar as perdas nos procedimentos, tanto no campo como no laboratório, uma vez que a qualidade dos embriões PIV depende não somente da qualidade específica dos oócitos, mas também das condições de cultivo *in vitro* (GONÇALVES; VIANA, 2019).

Para reduzir as perdas, dentre os principais desafios estão diminuir a variação dos resultados e padronização dos meios utilizados, possibilitando o aumento do conhecimento a respeito dos mecanismos envolvidos na ativação genética durante as primeiras fases de desenvolvimento embrionário (PEIXER et al., 2018).

Além do controle das condições externas do cultivo, a suplementação *in vitro* pode corrigir deficiências moleculares, aumentando a eficiência das técnicas de reprodução assistida (LUCAS et al., 2019).

O presente trabalho apresenta tecnologias que possam viabilizar a produção em escala de embriões bovinos *in vitro*, bem como estratégias que interferem na qualidade dos mesmos, aumentando a efetividade e, assim, reduzindo os custos.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da produção *in vitro* de embriões com suas inovações atuais. Será temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2019, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Google Acadêmico, Research Gate, ScienceDirect e Wiley Online Library.

2.1 A produção *in vitro* de embriões bovinos

A PIV de embriões se refere à aquisição de embriões fora do aparelho reprodutor da fêmea e vem sendo utilizada em escala comercial no Brasil e no mundo (LUSTOSA et al., 2018; MELLO et al., 2016).

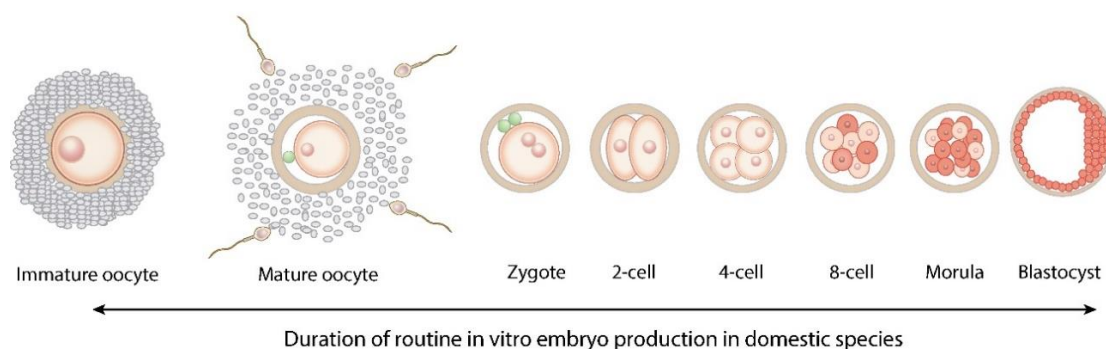
O objetivo da PIV em um sistema produtivo é de obter um maior número de embriões viáveis de fêmeas saudáveis e geneticamente superiores do que seria possível em sistemas de reprodução natural. Mesmo considerando as perdas da PIV e TE (transferência de embrião), uma vaca pode produzir de 50 a 100 bezerros, bem como aumentar os ganhos genéticos em 10% ao ano, enquanto que, por métodos de produção de embriões *in vivo*, uma fêmea é capaz de produzir até 10 descendentes durante todo seu período produtivo no rebanho (BERTOLINI; BERTOLINI, 2009; LOIOLA et al., 2014; LUSTOSA et al., 2018). Além disso, podem ser obtidos descendentes também daquelas fêmeas que não apresentam doenças genéticas, mas que não se encontram aptas para reprodução a partir de técnicas convencionais. Como doadoras de oócitos, podem-se utilizar fêmeas a partir de seis meses de idade, gestantes até o terceiro mês ou no período pós-parto (MELLO et al., 2016).

Segundo Penitente Filho (2011), dentre as vantagens da aplicação da PIV encontram-se: determinação e controle do sexo da progênie, sistemas produtivos mais

eficientes, rápidos e melhores resultados para execução de cruzamentos, avaliação de efeito materno acerca da descendência, multiplicação de raças, facilidade de importação e exportação de material genético da fêmea, formação de bancos de gametas congelados, maior eficiência do uso de sêmen de alto valor genético congelado, desenvolvimento de biotécnicas reprodutivas a partir da manipulação de gametas e embriões.

O processo envolve: coleta, seleção e maturação *in vitro* (MIV) de oócitos, fertilização *in vitro* (FIV) e cultivo *in vitro* (CIV) de zigotos e embriões fora do útero animal (MELLO et al., 2016) até o estágio de blastocisto (Figura 3) onde serão transferidos às receptoras sincronizadas ou serão criopreservados para transferência futura.

Figura 3 – Duração da produção *in vitro* de embriões rotineira nas espécies domésticas.



Fonte: LONERGAN, P.; FAIR, T. Maturation of oocytes in vitro. **Annual Review of Animal Biosciences**, Palo Alto, v. 4, p. 255-268, 2016.

No tocante à eficiência da técnica, se estima que 80-90% dos oócitos imaturos de bovinos submetidos à maturação *in vitro* concluem a maturação nuclear, 80% deles passam por fertilização, 30-40% chegam a se desenvolver ao estágio de blastocisto e até 50% dos embriões transferidos estabelecem e mantêm a gestação a termo (WRENZYCKI, 2016). Assim, nota-se que há ainda uma grande proporção dos oócitos que são maturados *in vitro* que não chegam a gerar um blastocisto ao final da PIV e destes, como a qualidade ainda é inferior, ainda há uma perda adicional na gestação a termo, evidenciando a necessidade de melhorias ao longo do processo para garantir maior eficiência e redução de custos.

2.1.1 Etapas envolvidas na PIV

A forma de obtenção dos oócitos mais utilizada é através de aspiração transvaginal guiada por ultrassom – *ovum pick up* (OPU) – mas, também podem ser obtidos por punção ou dissecação folicular de ovários retirados de animais que sofreram morte súbita. Para fins de pesquisa, são usualmente recuperados dos ovários de novilhas e vacas abatidas em abatedouros comerciais, também por punção ou dissecação folicular (PENITENTE FILHO, 2011; SOUZA; ABADE, 2018). Ovários provenientes de abatedouros é uma fonte de oócitos de menor custo e que permitem produção de embriões em larga escala, contudo, sua utilização em programas de melhoramento genético é limitada uma vez que o histórico e estado sanitário são, geralmente, desconhecidos (MARIANO et al., 2015).

São geralmente aspirados para PIV oócitos de folículos com diâmetro entre 2 a 8 mm, já que os menores ainda não apresentam competência para continuar o desenvolvimento e os maiores se encontram em atresia ou já iniciaram a maturação, tornando-se inviáveis (MARIANO et al., 2015). Com a finalidade de prever a eficiência de um animal de OPU-PIVE, o hormônio anti-mulleriano (AMH) vem sendo utilizado como marcador endócrino para a população folicular, possibilitando a seleção dos melhores animais (BARUSELLI et al., 2019b).

De acordo com Lustosa et al. (2018), o sucesso da PIV está diretamente ligado à boa qualidade dos oócitos, selecionados segundo características morfológicas e de desenvolvimento adequadas, que influenciarão a competência oocitária considerando o tamanho do folículo de origem e a extensão e integridade das células do cumulus que envolvem o oócito. O material aspirado é lavado com PBS (*phosphate-buffered saline*) em filtro de colheita de embriões até que o conteúdo do filtro se torne translúcido e, deposite-se o sedimento restante em placas de Petri para procura e seleção de oócitos, contagem, avaliação da qualidade e classificação em graus de I a V (MARIANO et al., 2015).

Os oócitos selecionados associados às suas células do cumulus (complexos cumulus-oócitos – CCO) serão mantidos em meio de maturação num período de 18 a 22 horas, sendo comumente usados o *Tissue Culture Medium 199* (TCM199) acrescido de 10% de soro bovino, FSH (*Follicle-stimulating hormone*), LH (*Luteinizing hormone*), E₂ (estradiol) e EGF (*Epidermal growth factor*), numa incubadora de CO₂ com atmosfera a 5% de CO₂ em ar e umidade saturada e temperatura de 39°C, gerando 90% dos oócitos

em metáfase II (MII) (LUSTOSA et al., 2018). Segundo Guemra et al. (2013), essas condições de MIV são fundamentais para a produção de embriões.

Para realizar a fertilização, deve-se fazer o processamento do sêmen através de uma seleção e capacitação espermática, onde os espermatozoides viáveis são separados do plasma seminal, crioprotetores, extensores e dos espermatozoides mortos antes do co-cultivo com os oócitos maturados (LUSTOSA et al., 2018; PENITENTE FILHO, 2011). Os métodos de separação mais utilizados para os bovinos são o gradiente de Percoll e o *swim-up* e, em seguida, eles serão diluídos em uma concentração de 1 a 5×10^6 sptz/ml de meio de cultivo para fertilização (PENITENTE FILHO, 2011).

A quantidade de espermatozoides é calculada a partir da motilidade e concentração espermática e depositada em contato com os oócitos em cada gota de meio FIV, cobertos com óleo mineral e, em seguida, colocados em estufa nas mesmas condições da etapa de maturação. O meio de fertilização mais utilizado é o FERT-TALP (Tyrode-albumina-lactato-piruvato) que através de seus compostos, como a heparina, irá capacitar os espermatozoides. Para melhorar a capacitação e reação do acrossoma do espermatozoide, ainda pode-se suplementar o meio com PHE (Penicilamina, hipotaurina e epinefrina). Todos estes elementos agem para que ocorra adequada interação oócito/espermatozoide para FIV (PEIXER et al., 2018).

No cultivo embrionário, é necessário garantir a nutrição celular e bom desenvolvimento; geralmente feito em meio de cultivo baseado em fluidos do útero e oviduto durante o início da gestação, o tempo varia de 7-9 dias, onde a taxa de blastocisto é avaliada no 7º dia e, caso haja avaliação de eclosão *in vitro*, se estenderá até o 9º dia de cultivo, em temperatura de 39°C e atmosfera controlada (5% de O₂, 5% de CO₂ e 90% de N₂) e umidade saturada (PENITENTE FILHO, 2011). Usualmente, nesta etapa podem ser acrescidos alguns suplementos, como fatores de crescimento, a fim de promover melhor desenvolvimento embrionário (PEIXER et al., 2018).

2.2 Desafios a superar na PIV em suas fases

A técnica de PIV apresenta produção e qualidade de embriões ainda aquém do desejável, o resultado é que as taxas de gestação após a TE, assim como a criotolerância do embrião produzido *in vitro*, ainda são menores em comparação às dos embriões produzidos *in vivo*, além do alto custo de se produzir cada embrião (PENITENTE FILHO, 2011).

O sucesso da PIV é dependente de diversos fatores, que incluem a raça, população folicular, idade, status reprodutivo, estresse térmico e nutrição da doadora dos oócitos, necessitando levá-los em consideração quando se pretende aplicar algum tipo de biotecnologia reprodutiva para obtenção destes oócitos, dado que estes são fatores correlacionados com o comprometimento da qualidade oocitária (BARUSELLI et al., 2019b). A qualidade oocitária é um fator crucial para o sucesso da PIV, como demonstram estudos, onde a proporção de embriões produzidos depende fortemente da qualidade intrínseca dos oócitos e a qualidade embrionária das condições de cultivo *in vitro* (PENITENTE FILHO, 2011; SALHAB et al., 2013).

Comparativamente aos embriões produzidos *in vivo*, embriões PIV possuem alterações cromossômicas, menor quantidade de células, baixa criotolerância e lipídeos em maior quantidade, características que influenciam na sobrevivência embrionária pós-transferência e conseqüentemente no estabelecimento da prenhez, de forma que, os sistemas de cultivo *in vitro* podem impactar o desenvolvimento e qualidade dos embriões, inclusive o perfil de expressão gênica dos mesmos (TRINDADE et al., 2016).

Dentre os fatores que exercem maior influência na PIV, a composição do meio CIV e atmosfera gasosa são de grande destaque. Esses meios de cultivo *in vitro* são classificados como definidos, semi-definidos e indefinidos. Nos meios definidos não se utiliza soro ou constituintes celulares, diferentemente dos meios indefinidos que apresentam em sua composição soro, componente biológico, constituído de uma mistura complexa de moléculas como, fatores de crescimento, hormônios e proteínas; enquanto que os semi-definidos são os intermediários. São usualmente acrescidos aos meios de cultivo: macromoléculas de origem animal, como a albumina sérica bovina (BSA) e o soro fetal bovino (SFB), ou macromoléculas sintéticas, como o álcool polivinil (PVA), álcool pirrolidona (PVP) e polissacarídeo Ficoll (TRINDADE et al., 2016).

Outra condição de cultivo de extrema relevância é a tensão de O₂, necessária para a competência meiótica dos oócitos e conseqüente desenvolvimento embrionário adequado, uma vez que a alta concentração deste gás naturalmente produz metabólitos, as espécies reativas de oxigênio (EROs), que irão gerar estresse oxidativo levando a efeitos deletérios na função celular e acarretando apoptose (TRINDADE et al., 2016).

Com a finalidade de diminuir os efeitos citotóxicos do estresse oxidativo e melhorar a PIV, vem sendo proposta a redução da tensão de O₂ a níveis próximos do fisiológico e suplementação dos meios de cultivo oocitário e embrionário com

antioxidantes. Para etapas de MIV e CIV a adição de antioxidantes teria efeito benéfico enquanto que na FIV, as EROs são essenciais para hiperativar, capacitar e promover reação acrossômica dos espermatozoides, de forma, que neste caso, a utilização de antioxidantes não é recomendada (CROCOMO et al., 2012).

2.3 Implicações do oxigênio e o uso de antioxidantes como estratégia adotada para alavancar a eficiência da PIV

O desequilíbrio entre as EROs e os agentes antioxidantes é chamado estresse oxidativo ou desequilíbrio redox e está entre as causas centrais da baixa eficiência da PIV de embriões, por sua alta e contínua produção em sistemas *in vitro*. As EROs são altamente reativas com moléculas celulares (proteínas, lipídios e DNA) e causam alterações funcionais que levam ao estresse oxidativo (CRUZ et al., 2014). Em gametas e embriões foram relatados como efeitos deletérios das EROs a peroxidação dos lipídios das membranas, danos ao DNA e morte celular por apoptose ou necrose (SILVA et al., 2010).

Segundo Takahashi et al. (2016), a concentração de oxigênio no corpo é menor do que o encontrado na atmosfera, e no oviduto e útero, essa concentração é reduzida à aproximadamente um quarto do existente na atmosfera. O desenvolvimento embrionário é relatado com sucesso quando as concentrações de oxigênio estão por volta de 5% para bovinos.

Para se proteger dos efeitos nocivos das EROs, o organismo dispõe de dois sistemas antioxidantes, não enzimáticos e enzimáticos, os quais atuarão em diferentes níveis de proteção: inibindo a formação e ação oxidativa das EROs e reparando lesões provocadas pelos metabólitos oxidativos. Os antioxidantes não enzimáticos incluem compostos de baixo peso molecular como ácido ascórbico (vitamina C), tocoferol (vitamina E), selênio, zinco, taurinas, hipotaurinas, caroteno, ácido lipóico, bem como os compostos tióis: cistina, cisteína, cisteamina e beta-mercaptoetanol, utilizados nos meios de cultivo oocitário e embrionário *in vitro*. Os enzimáticos incluem a superóxido dismutase, catalase, peroxirredoxinas e o sistema glutatona redutase/peroxidase (CROCOMO et al., 2012).

A suplementação do meio MIV com antioxidantes como a quercitina e cisteamina em um sistema de alta concentração de oxigênio atmosférico, aumenta as taxas de produção de blastocistos (GUEMRA et al., 2013). O desenvolvimento ao estágio de

blastocisto também pode ser melhorado com a adição de tocoferol (TRINDADE et al., 2016). Segundo demonstrado por Takada et al. (2012), a indolamina melatonina quando adicionada ao meio de maturação de oócitos, reduz dano ao DNA em células do cumulus. De acordo com Wang et al. (2014), a melatonina também atua sobre a cinética do desenvolvimento de embriões PIV, a qualidade dos blastocistos resultantes e criotolerância dos mesmos através de diversos mecanismos, principalmente, modificando a expressão de alguns genes importantes no desenvolvimento embrionário.

Outros antioxidantes enzimáticos extracelulares foram usados para suplementação CIV como a superóxido dismutase ou catalase (TRINDADE et al., 2016), entretanto os relatos encontrados na literatura são controversos em relação aos efeitos antioxidantes enzimáticos na neutralização das EROs na PIV de embriões.

Em um estudo pioneiro relatado por Santos et al. (2019), é possível utilizar antioxidantes naturais como o EOSA (óleo essencial de *Syzygium aromaticum*) para melhorar a viabilidade de células do cumulus com resultados semelhantes aos da cisteamina. No caso do EOSA, ou óleo de cravo-da-índia, todos os compostos encontrados tiveram atividades biológicas positivas: o eugenol com efeito benéfico na proteção celular por sua natureza hidrofóbica que o permite se incorporar à membrana, inibindo o ataque de ERO e reduzindo a peroxidação lipídica; o β -cariofileno mostrou efeitos protetores e antioxidantes promovendo melhoria significativa na viabilidade celular, atividade mitocondrial e expressão de genes relacionados à apoptose; e, o acetil eugenol com efeito antioxidante demonstrado em ensaios bioquímicos para quantificação da peroxidação lipídica e sequestro de ERO. Sendo assim uma alternativa acessível para reduzir o estresse oxidativo na PIV pois, além do custo reduzido, é de fácil obtenção.

3. Discussão

Os índices atuais da PIV no Brasil retratam a competência do mesmo como destaque mundial nas biotecnologias reprodutivas e, principalmente, na PIV de embriões bovinos, que é um procedimento comercialmente disponível, mas que representa uma eficiência razoável (WRENZYCKI, 2016).

Diante disso, essa técnica vem se desenvolvendo para proporcionar condições mais adequadas de MIV, FIV e desenvolvimento embrionário *in vitro*, fundamentais para atingir melhores resultados na produção de bovinos e onde alguns incrementos podem ser utilizados para garantir sucesso e aumento da eficiência, trazendo retorno financeiro para o produtor. Isso se deve à maximização na quantidade de descendentes

dos animais de melhor mérito genético e viabilização do aproveitamento daqueles mais jovens.

A demanda de embriões produzidos *in vitro* (Tabela 2) demonstra significativo aumento a cada ano acompanhando as oscilações de mercado de acordo com os sistemas produtivos. Contudo, é importante levar em consideração que a viabilidade depende não só da taxa de produção de embriões, mas também da qualidade dos mesmos, refletidas na capacidade de estabelecer gestação e desenvolvimento normal, tanto do feto como da placenta, e um nascimento de crias viáveis e saudáveis.

Tabela 2 – Produção de embriões bovinos no Brasil em 2015 de acordo com o grupo genético (*Bos taurus* ou *Bos indicus*), indústria (leite ou carne) e tecnologia utilizada (derivados *in vivo*, DIV ou produção *in vitro*, PIV).

Grupo	DIV	PIV
<i>B. indicus</i> leite	172	13,481
<i>B. taurus</i> leite	5,759	188,853
Subtotal leite	5,931	202,334
<i>B. indicus</i> corte	2,042	81,636
<i>B. taurus</i> corte	14,382	69,569
Subtotal corte	16,424	151,205
Total	22,355	353,539

Fonte: VIANA, J. H. M.; FIGUEIREDO, A. C. S.; SIQUEIRA, L. G. B. Brazilian embryo industry in context: pitfalls, lessons, and expectations for the future. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 14, p. 476-481, 2017.

O custo da implantação e manutenção de um programa de PIV é objeto de pouco estudo e difícil predição quanto ao custo real das etapas, no qual a principal limitação se dá na difusão da técnica, especialmente levando em consideração os custos e resultados atuais, em que a viabilidade quanto ao custo-benefício se mostra sobretudo, em rebanhos cujos animais possuam grande valor comercial, pressupondo-se que os “produtos” compensam o custo de produção.

Analisando grosseiramente dados demonstrados por Beltrame et al. (2010) em uma simulação de análise econômica da PIV (Tabela 3), um cenário com sexagem fetal por ultrassonografia constatou viabilidade econômica, principalmente, devido à possibilidade de agregar valor à progênie. Importante constatar que o modelo, em todos os cenários, reproduz uma situação real de escassez e de sobra de receptoras e de embriões, ou seja, ele é capaz de aperfeiçoar o número de receptoras que se devem

utilizar para produzir prenhez com custo mínimo. Ainda, é possível observar que, apesar de ganho nos cenários base e na transferência de embriões com tempo fixo (TETF), a TEFT permite maior ganho uma vez que a utilização do protocolo minimiza ociosidade de animais e necessidade de observação de estro.

Tabela 3 – Resultados do modelo de simulação para projeção da biotecnologia de produção *in vitro* de embriões bovinos em fazendas em um período de dez anos.

PIVE	Cenário base – PGF2a		TETF(2) – P4	
	Base	Base M ⁽³⁾	C2	C2M ⁽⁴⁾
Número de doadoras	5	5	5	5
Número de receptoras	200	210	200	145
Número de fêmeas	611 ^d	636 ^c	793 ^a	655 ^b
Número de prenhez	1.421 ^d	1.480 ^c	1.843 ^a	1.523 ^b
Sexagem convencional				
Custo médio por prenhez (R\$)	1.846,53	1.844,12	1.905,74	1.719,79
Valor presente líquido (R\$)	-4.685,83	-4.292,32	-127.044,79	184.566,36
Sexagem fetal				
Custo médio por prenhez (R\$)	1.897,84	1.894,53	1.952,41	1.771,82
Valor presente líquido (R\$)	621.588,22	612.746,56	651.821,46	776.875,78

(1) Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade. (2) Transferência de embriões com tempo fixo. (3) Cenário obtido com número adequado de receptoras com uso de sincronização com PGF2a. (4) Cenário obtido com número adequado de receptoras com uso de sincronização para TETF.

Fonte: BELTRAME, R. T. et al. Simulação e análise econômica da produção *in vivo* e *in vitro* de embriões em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1513-1520, dez. 2010.

Na tentativa de superar os desafios impostos nas diferentes fases da PIV, vários grupos de pesquisa estudam como melhorar o processo, levando em consideração distintas categorias animais e situações adversas. Entretanto, não há expectativa de grandes alterações na atual forma de se produzir embriões *in vitro* visto que a técnica se encontra estabilizada. Busca-se então, através de todos os trabalhos, minimizar flutuações nos resultados, padronizando os meios usados e ampliando o conhecimento acerca dos mecanismos envolvidos na ativação genética durante as primeiras fases do desenvolvimento embrionário (SILVA et al., 2017; WRENZYCKI, 2016).

Segundo Guemra et al. (2013), a adição do antioxidante quercitina na MIV pode promover um ganho de 7,3 a 17,2%, dependendo da quantidade utilizada, no percentual

de blastocisto D7 comparativamente ao grupo controle. Traduzindo isso para valores e utilizando a eficiência da PIV descrita no tópico 2.1 por Wrenzycki (2016), em uma produção fictícia, a partir da adição de 2 μ M de quercetina, supomos que haverá 6 animais a mais para este produtor (**Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Este custo não pode ser considerado sozinho uma vez que é necessário dentro de uma análise econômica referenciar o custo de mão-de-obra, da doadora, da receptora, dos protocolos utilizados etc. Apesar disso, é presumível que os ganhos serão bastante superiores quando há adição de um antioxidante na MIV.

Tabela 4 – Comparação de tratamento com antioxidante quercitina em produção *in vitro* de embriões bovinos.

Tratamento	Oócitos selecionados	Maturação nuclear (80%)	Fertilização (80%)	Desenvolvimento à blastocisto no D7	Embriões transferidos que mantêm gestação (50%)
Controle	100	80	64	27 (42,3%)	13
Quercitina (2 μ M)	100	80	64	38 (59,5%)	19

Fonte: Autoria própria com dados adaptados do trabalho realizado por Guemra et al., 2013.

Em condições definidas, um sistema de cultivo precisa ser capaz de fornecer todo suprimento para o embrião atingir seus requerimentos fisiológicos. Promover a melhoria nessas etapas para mimetizar o que ocorre *in vivo*, possibilita, além da produção de mais embriões na fase de blastocisto, blastocistos de melhor qualidade (WRENZYCKI, 2016).

Dessa forma, neste estudo, foi possível reconhecer o uso de antioxidantes como substancial para obtenção de melhores taxas de MIV e CIV e consequente aumento das taxas de embriões viáveis. Pesquisas com antioxidantes naturais que substituem substâncias sintéticas têm se mostrado uma alternativa interessante visto que reduzem o custo total da PIV, além de serem de fácil obtenção.

4. Conclusão

Conclui-se a relevância de considerar que, quanto mais os estudos forem direcionados para os aspectos bioquímicos e moleculares das condições fisiológicas *in vivo*, será possível mimetizar essas condições na PIV aumentando a produção, produtividade e viabilizando financeiramente a técnica, possibilitando ainda a padronização dos meios. Dessa forma, a ação dos antioxidantes se mostra relevante e eficaz para contribuir para esse incremento da produção de bovinos.

Referências

- BARUSELLI, P. S. et al. Challenges to increase the AI and ET markets in Brazil. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 364-375, 2019a.
- BARUSELLI, P. S. et al. Estratégias para aumentar a produção de embriões em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 43, n. 2, p. 315-326, 2019b.
- BELTRAME, R. T. et al. Simulação e análise econômica da produção *in vivo* e *in vitro* de embriões em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1513-1520, dez. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010001200024&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- BERTOLINI, M.; BERTOLINI, L. R. Advances in reproductive technologies in cattle: from artificial insemination to cloning. **Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia**, Bogotá, v. 56, n. 3, p. 184-194, 2009.
- CROCOMO, L. F. et al. Produção de embriões *in vitro*: estresse oxidativo e antioxidantes. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, p. 470-479, 2012.
- CRUZ, M. H. C. et al. Essential actions of melatonin in protecting the ovary from oxidative damage. **Theriogenology**, Stoneham, n. 82, p. 925-932, 2014.
- GONÇALVES, R. L. R.; VIANA, J. H. M. Situação atual da produção de embriões bovinos no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 43, n. 2, p. 156-159, 2019.
- GUEMRA, S. et al. Maturação *in vitro* de oócitos bovinos em meios suplementados com quercetina e seu efeito sobre o desenvolvimento embrionário. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 6, p. 1616-1624, 2013.
- LOIOLA, M. V. G. et al. Validação de um programa de produção *in vitro* de embriões bovinos com transporte de oócitos e de embriões por longas distâncias. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 15, n. 1, p. 93-101, 2014.

LONERGAN, P.; FAIR, T. Maturation of oocytes in vitro. **Annual Review of Animal Biosciences**, Palo Alto, v. 4, p. 255-268, 2016.

LUCAS, C. G. et al. Applications of omics and nanotechnology to improve pig embryo production in vitro. **Molecular Reproduction and Development**, New York, p. 1-17, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/mrd.23260>>. Acesso em: 19 out 2019.

LUSTOSA, A. A. et al. Aspectos relevantes na produção comercial de embriões bovinos por meio da técnica biotecnológica de fertilização in vitro: revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 12, n. 3, art. 51, p. 1-6, 2018.

MARIANO, R. S. G. et al. Aspiração folicular em ruminantes – revisão de literatura. **Investigação**, Franca, v. 14, n. 6, 2015.

MELLO, R. R. C. et al. Produção in vitro (PIV) de embriões em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 40, n. 2, p. 58-64, 2016.

PEIXER, P. F. et al. Produção in vitro de embriões bovinos. **Revista Espacios**, Caracas, v. 39, n. 16, p. 2, 2018.

PENITENTE FILHO, J. M. Produção de embriões bovinos in vivo e in vitro. In: SEMANA DO FAZENDEIRO, 82, 2011, Viçosa. [Trabalhos apresentados]. Viçosa: UFV, 2011. p. 11-14. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/236943702_Producao_de_embrioes_bovinos_in_vivo_e_in_vitro>. Acesso em: 12 out. 2019.

SALHAB, M. et al. In vitro maturation of oocytes alters gene expression and signaling pathways in bovine cumulus cells. **Molecular Reproduction and Development**, New York, v. 80, n. 2, p. 166-182, 2013.

SANTOS, M. V. O. et al. Syzygium aromaticum essential oil supplementation during in vitro bovine oocyte maturation improves parthenogenetic embryonic development. **Theriogenology**, Stoneham, v. 128, p. 74-80, 2019.

SILVA, C. M. G. et al. Influência da tensão de oxigênio na maturação oocitária e cultivo in vitro de folículos e embriões. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 34, n. 4, p. 233-242, 2010.

SILVA, R. R. et al. Produção in vitro de embriões bovinos: estado da arte. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. Especial, p. 402-415, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328242612_PRODUCAO_IN_VITRO_DE_EMBRIOES_BOVINOS_ESTADO_DA_ARTE>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SOUZA, N. S.; ABADE, C. C. Produção in vitro de embriões bovinos: etapas de produção e histórico no Brasil. **Ciência Veterinária UniFil**, Londrina, v. 1, n. 3, p. 95-108, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-vet/article/view/988>>. Acesso em: 16 out. 2019.

TAKADA, L. et al. Effect of melatonin on DNA damage of bovine cumulus cells during in vitro maturation (IVM) and on in vitro embryo development. **Research in Veterinary Science**, London, v. 92, n. 1, p. 124–127, 2012.

TAKAHASHI, T. et al. N, N-Dimethylglycine decreases, oxidative stress and improves in vitro development of bovine embryos. **Journal of Reproduction and Development**, Japan, v. 62, n. 209-212, 2016.

TRINDADE, M. C. et al. Estresse oxidativo na produção in vitro de embriões bovinos: revisão de literatura. **Investigação**, Franca, v. 15, n. 1, p. 37-45, 2016.

VIANA, J. H. M.; FIGUEIREDO, A. C. S.; SIQUEIRA, L. G. B. Brazilian embryo industry in context: pitfalls, lessons, and expectations for the future. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 14, p. 476-481, 2017.

WANG, F. et al. Melatonin improves the quality of in vitro produced (IVP) bovine embryos: implications for blastocyst development, cryotolerance, and modifications of relevant gene expression. **PloS One**, San Francisco, v. 9, n. 4, p. e93641, 2014.

WRENZYCKI, C. Sistemas de cultivo in vitro: quão longe estamos das condições ideais? In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE EMBRIÕES, 30, 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBTE, 2016. p. 155.

Dieta BARF na Alimentação Natural de cães e gatos

BARF Diet in the Natural Diet of dogs and cats

Tainá Queiroz de Freitas, Prof. Dra. Roberta Ariboni Brandi

1. Introdução

O surgimento de dietas alternativas atravessou a fronteira entre as diferentes espécies e atualmente também ocorre no meio da nutrição animal, principalmente dos animais domésticos. Em busca de tornar a alimentação dos cachorros e gatos cada vez mais saudável, a procura dos tutores por dietas não convencionais tem se tornado cada vez mais comum. Através delas, é possível tornar a alimentação dos animais de companhia, mais próximas a alimentação humana, atendendo a tendência mundial de humanização de animais de companhia (ARAÚJO et al., 2018).

As dietas comerciais, consideradas convencionais, possuem vantagens como a facilidade na aquisição, oferecimento e armazenamento, a confiabilidade na empresa que a produz, o balanço nutricional adequado e, possível menor custo (levando-se em consideração a classificação da ração escolhida). Mesmo assim, as dietas não convencionais surgiram com o objetivo de fornecer uma dieta com o benefício da multifuncionalidade em diversas situações clínicas, moldando-se com facilidade ao perfil nutricional de animais em diferentes fases e estado fisiológico e fisiopatológico (CARCIOFI et al., 2009; HALFEN et al., 2017).

As dietas não convencionais abrangem as diferentes dietas naturais disponíveis no mercado como, as dietas vegetarianas, as dietas caseiras feitas pelos tutores, que incluem diferentes alimentos e a dieta com alimentos crus. O responsável pelo movimento de oferecer alimentos crus para cães e gatos, é o médico veterinário e pesquisador australiano Ian Billinghurst, criador do conceito “BARF” uma abreviação de “alimentos crus biologicamente apropriados” ou de “ossos e alimentos crus”. Hoje é comumente utilizado como um sinônimo para nomear a dieta com alimentos crus que teve início no começo dos anos 90 e ganhou força nos anos 2000 (BILLINGHURST, 2001; FELIX et al., 2009).

Esta revisão teve como objetivo avaliar a dieta BARF como uma nova alternativa na alimentação natural para cães e gatos, apresentando seu conceito, vantagens e desvantagens.

2. Desenvolvimento

Esta revisão fornecerá um panorama geral do desenvolvimento da Dieta BARF na Alimentação Natural de cães e gatos com suas inovações atuais. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2009 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Google Acadêmico.

2.1 Dietas convencionais e não convencionais

As dietas comerciais para cães e gatos têm como objetivo atender as demandas nutricionais das diferentes fases fisiológicas do animal. Uma perspectiva importante para se estudar como um dos principais responsáveis pela boa nutrição desses animais é a origem dos elementos empregados, além da biodisponibilidade de nutrientes, adequada digestibilidade e as propriedades dos ingredientes utilizados para identificação de possíveis alterações por microrganismos ou metabólitos. Desta forma, as dietas comerciais, possuem grande confiabilidade devido ao cuidado e controle com os ingredientes e produto (ALGYA et al., 2018; FELIX et al., 2009).

A alimentação convencional de cães e gatos é constituída basicamente por rações secas e úmidas. O mercado brasileiro neste segmento é um dos maiores e mais competitivos do mundo, possuindo uma das maiores variedades de produtos com diferentes níveis de qualidades. As rações podem ser consideradas como padrão, *premium* e *super-premium*, de acordo com sua qualidade nutricional e formulação, determinadas por técnicos profissionais. As rações econômicas possuem menores preços de prateleira e de produção e qualidade nutricional menor, já as padrão e *premium* possuem ingredientes com maior qualidade nutricional e preços mais altos. Os alimentos *super-premium* são considerados os melhores, produzidos com ingredientes de qualidade superior e excelente balanço nutricional (CARCIOFI et al., 2009).

A qualidade dos ingredientes utilizados nas dietas dos animais domésticos tem sido priorizada e melhorada. Além disso, as diferentes dietas para animais de companhia disponíveis no mercado nos dias de hoje, podem influenciar a reprodução

animal, o desempenho zootécnico e até mesmo a saúde e bom funcionamento do organismo. É importante a avaliação de todas as dietas disponíveis para determinar qual melhor se adapta, ou seja, a que responde a todas as exigências nutricionais individuais do animal e também garante o seu bem estar. Neste sentido, um dos grandes atrativos positivos da dieta crua, é que sua alta palatabilidade e umidade atraem os animais, contribuindo para um possível consumo total e mais rápido (ARAÚJO et. al., 2018; HANDL, 2014).

A alimentação convencional é oferecida no mercado já pronta para consumo e foi desenvolvida para possibilitar a ingestão completa e equilibrada dos nutrientes essenciais aos animais domésticos de forma padronizada e facilitada, sendo em geral composta por rações secas e úmidas. Já a alimentação não convencional, foi criada para abranger dietas alternativas, com diferentes possibilidades, principalmente caseiras e naturais. Em geral a alimentação não convencional é preparada pelos tutores através do uso de diferentes alimentos frescos, que incluem carnes, vegetais e ovos, como a dieta de alimentação natural cozida, que inclui carnes, ovos e vegetais, a vegetariana, composta por vegetais, mas podendo haver adição de ovos, a vegana, sem nenhum produto de origem animal e as dietas cruas (dieta BARF), a base de carne crua, ossos, órgãos e miúdos, incluindo também uma pequena porcentagem de vegetais, além de uma diversidade de outras dietas caseiras (CARCIOFI et al., 2009; PEDRINELLI; GOMES; CARCIOFI, 2017).

2.2 O que é e qual é a origem da Dieta BARF

A dieta BARF consiste em uma alimentação completa que oferece carne crua, miúdos e ossos, ocupando cerca de 80% da dieta de cães e gatos, com a possibilidade de combinação de até 25% do uso de vegetais. Considerada por muitos como uma forma de dar aos cães e gatos domésticos a oportunidade de aproximá-los do ambiente natural e de seus ancestrais, tem se desenvolvido e popularizado entre os tutores de animais de companhia nos últimos anos. Os animais funcionam como “predadores” ao ingerirem a “presa” de forma crua e mais natural possível (BILLINGHURST, 2001; SCHMIDT et al., 2018).

A alimentação crua caseira pode incluir alimentos mais frescos e variados, mas é importante equilibrar adequadamente a dieta às necessidades do cão considerando sua idade e saúde, além de garantir a qualidade e origem dos alimentos utilizados. Além

disso, quando a dieta BARF é preparada em casa, a responsabilidade passa a ser do tutor, desde a compra dos ingredientes, preparo e até o oferecimento do alimento ao seu animal. Tutores que optam pela alimentação crua justificam sua escolha defendendo suas vantagens como a melhora na saúde geral dos animais, da pelagem, dentição e aumento da energia e disposição (GERSTNER; LIESEGANG, 2017; HALFEN et al., 2017).

Como os carboidratos não são um item constituinte da dieta natural alimentar do lobo, são comumente eliminados da dieta BARF, ou usados em pequenas quantidades. Deste modo, as dietas possuíam grande quantidade de proteína animal oferecida de forma crua, como a carne, miúdos, ossos carnudos e órgão, combinados com uma fração de frutas, nozes, óleos, ervas, legumes e ovos em quantidades adequadas. Além disso, é necessário associar a BARF com a suplementação de minerais e vitaminas, para que não ocorra nenhum déficit nutricional, considerados comuns em dietas BARF (SCHMIDT et al., 2018).

As dietas cruas podem ser: comercializadas (prontas e congeladas), preparadas pelo tutor (caseiras e exclusivamente cruas), ou dietas de combinação, que misturam a caseira e a dieta disponível pronta no mercado. Em todos os casos as dietas não possuem regulamentação. Comercialmente, as dietas cruas que podem ser encontradas com maior facilidade são frescas ou congeladas e geralmente são equilibradas e completas, formuladas de forma específica para atender os perfis nutricionais dos cães ou gatos. Se forem formuladas de forma individual, ou seja, particular, podem atender a requisitos específicos como a idade, o gênero, fase gestacional, condições médicas entre outros e possui uma garantia maior de confiabilidade do que a preparada em casa, já que vem pronta para ser oferecida ao animal, sem interferência do tutor. Entretanto, se formulada de maneira incorreta ou oferecida de maneira errônea, pode ser considerada incompleta nutricionalmente e desequilibrada, por isso é sempre necessário acompanhamento profissional, mesmo para as dietas cruas adquiridas comercialmente (HANDL, 2014).

2.3 Desafios da adoção da Dieta BARF

Na comparação do genoma do lobo selvagem com o cão atual, foram encontradas 36 regiões que os diferenciam, dentre elas 10 possuem grande importância na digestão de amido e gordura, podendo se considerar que seus sistemas digestivos atuam de

maneira diferente. A dieta típica de cães e gatos selvagens de vida livre funciona bem para esses animais porque eles buscam seu alimento na natureza e possuem vida mais curta, mas essa dieta pode não ser ideal para os animais domésticos, criados dentro de casa por seus tutores, com acesso a cuidados sanitários e de saúde com estimativa de uma vida mais longa e saudável. Em vista disso, o conceito de aproximar os animais de seus ancestrais através da dieta BARF torna-se ínfimo (AXELSSON et al., 2013).

Não existe nenhum tipo de prescrição para fabricação de alimentos que contenham carne crua, e isso pode possibilitar desequilíbrios alimentares e riscos à saúde do animal, como contaminação biológica, considerando que salmonelose, toxoplasmose e verminoses são o elo mais frágil da dieta BARF. Atualmente existem processamentos com intuito de eliminar esses possíveis patógenos das dietas cruas comerciais e embora esses processos reduzam a contaminação, em geral não a eliminam completamente. A alimentação natural pode ser composta por alimentos de consumo humano, ela não é uma dieta padronizada e por ser preparada pelo tutor, não há fiscalização em relação aos ingredientes utilizados e o modo de preparo (LENZ et al., 2009; HALFEN et al., 2017).

Por serem abrasivas demais para intervir no controle da formação de placas dentárias as dietas convencionais dificilmente mantem a dentição dos cães higienizados e saudáveis. Atualmente existem no mercado produtos para reduzir ou prevenir problemas dentários nos animais domésticos, mas a maioria dos tutores ainda não utiliza, pois não conhecem os riscos ligados à saúde bucal dos animais, o que pode acarretar sérios problemas de saúde à longo prazo. Essa pode ser considerada uma grande vantagem da dita BARF, pois os cães têm um grande instinto e desejo de mastigar ossos, e cães adultos quando alimentados com ossos crus, tiveram o cálculo dentário preexistente removido de forma eficiente em curto prazo devido a mastigação, além de não apresentarem formação de novos cálculos ao longo do tempo (MARX et al., 2016).

Além disso, pode ocorrer hipertireoidismo em cães alimentados com carne crua, isso porque a dieta BARF pode alterar os níveis de concentração sérica de tiroxina. Em estudos foram identificadas e descritas alterações na concentração sérica de tiroxina de animais que se alimentavam de carne crua e apresentavam sinais clínicos de hipertireoidismo. Ao alterar a dieta dos cães, todos passaram a apresentar níveis de

tiroxina dentro do intervalo de referência (KÖHLER; STENGEL; NEIGER-CASAS, 2012).

Em gatos alimentados com dieta crua o nível de concentração de colesterol é mais alto que as faixas de referência, quando comparados aos níveis de concentração de colesterol de gatos alimentados com dieta convencional. Desta forma, novas pesquisas devem se concentrar na adequação e segurança das dietas cruas para melhora adequação ao metabolismo dos gatos (KERR et al., 2015).

As dietas convencionais possuem preço mais acessível, porém, existem tutores que consideram que as dietas caseiras têm um custo menor do que as dietas convencionais comerciais, isso se deve ao fato de que erroneamente para possíveis reduções de custos, alguns tutores realizam modificações na dieta formulada prescrita. Há falta de conhecimento a respeito do cálculo do preço das dietas caseiras por parte dos tutores, o que os leva a acreditar que a dieta caseira possui menor valor monetário. Além disso, pode se considerar que alguns tutores compram os ingredientes que compõe a dieta de seus animais domésticos junto de alimentos de consumo pessoal, o que pode acarretar confusão no momento da contabilidade das finanças. Em muitos casos também não consideram a energia elétrica gasta, a água e o tempo de preparo, isto é, os valores do custo da dieta caseira não são avaliados corretamente (HALFEN et al., 2017).

3. Discussão

Cães e gatos há séculos convivem ao lado do ser humano e são tratados como animais domésticos. Atualmente a maioria dos animais domésticos recebe de seus tutores uma alimentação considerada convencional, que é composta por uma dieta balanceada apresentada na forma de ração seca ou úmida. Existe uma grande variedade de tipos e marcas de rações no mercado atual, com diferentes faixas de preços, ingredientes, sabores e qualidades, que buscam sempre suprir as necessidades específicas dos animais, como idade, porte e existência de doenças, além de serem encontradas com facilidade.

A ração é uma dieta completa, com todos os nutrientes, vitaminas e minerais necessários para o funcionamento do organismo animal. Uma vantagem da ração sobre outros tipos de dietas, é que ela já vem pronta, facilitando seu oferecimento de forma rápida e simples. Entretanto, há tutores que consideram a ração como um alimento não apetitoso, sempre com o mesmo sabor e aparência, sem alterações, longe da dieta

encontrada na natureza. Isso ocorre devido à humanização destes animais, que passaram a ser tratados como parte da família, influenciando além do tratamento privilegiado, nos hábitos alimentares.

Nos últimos tempos, diversas dietas têm surgido com a intenção de responder às necessidades e exigências dos tutores de cães e gatos que procuram uma alimentação mais próxima da humana, mais saborosa e natural, fugindo da alimentação convencional. Dentre as dietas não convencionais, consideradas alimentação natural existe as dietas veganas, vegetarianas, a alimentação natural cozida e a crua, chamada de dieta BARF, entre outras. A alimentação natural pode ser considerada como uma alternativa para animais com restrições alimentares e até mesmo pela alta palatabilidade.

Um dos tipos de alimentação natural que tem ganhado espaço é a dieta BARF, baseada em uma alimentação crua, feita de forma caseira, onde são oferecidos alimentos, como carne, vísceras, ossos e frutas em sua forma natural. É ajustada a fisiologia dos cães e gatos de forma balanceada, com acompanhamento profissional. A dieta BARF pode ser considerada uma inovação e muitos tutores defendem que esta dieta remete a ancestralidade da vida dos animais, mais próxima da alimentação que possuíam na natureza de forma livre, porém atualmente a humanização dos animais domésticos tem os tornando cada vez mais distantes de seus ancestrais.

Seus ancestrais, lobos e gatos selvagens, se mantinham buscando a própria comida e lutando pela sobrevivência. Tinham hábitos alimentares completamente distintos, com alimentos que eram caçados por eles mesmos como carnes, ossos e ovos de suas presas e até mesmo frutas. Além disso, viviam em um ambiente diferente do atual, com hábito de vida livre, onde não recebiam cuidados medicamentosos, vacinas e eram expostos a todos os efeitos climáticos sem proteção, ou seja, possuíam um sistema imunológico diferente. Esse conjunto que incluía alimentação, ambiente e saúde, formava um animal completamente diferente dos cachorros e gatos dos tempos modernos. Deste modo, é necessária uma adaptação da dieta, de forma balanceada e associada a suplementação necessária.

As pesquisas e estudos científicos recentes a respeito da dieta BARF são ínfimos, o que dificulta a discussão e debate sobre seus benefícios e perigos. Existem diversas vantagens destacadas, como a grande palatabilidade da carne crua, que gera fácil aceitação do animal e consumo completo do alimento, e formulações prescritas

permitindo ajustes para dietas específicas, possibilitando considerar as condições de saúde individuais dos animais. Entretanto sua segurança e efeitos em longo prazo não são comprovados, por isso os animais que seguem a dieta BARF tem necessidade de fazer exames e consultas periódicas com profissionais, para garantir que a dieta está equilibrada e que não existe nenhuma deficiência.

A alimentação crua possui maior umidade e um bom aproveitamento do alimento pelo organismo, o que gera uma proteção maior ao sistema urinário dos animais, além de melhorar a pele e os pelos. Diferente da alimentação convencional, que é rica em carboidratos e reduzida em proteínas, a dieta BARF é abundante em proteína e escassa em carboidratos, gerando uma baixa carga glicêmica ao organismo e auxiliando em um aproveitamento superior dos alimentos, com pouco resíduo para eliminação, reduzindo as fezes e os odores.

O oferecimento de ossos junto à carne crua também pode ser considerado uma vantagem, já que os ossos são tecidos vivos ricos em diferentes nutrientes, minerais e em proteína. Além disso, a saúde periodontal do animal é melhorada com a mastigação dos ossos, reduzindo as placas nos dentes dos animais. A mastigação de ossos também pode auxiliar na diminuição do estresse do animal, já que pode também ser considerada uma atividade recreativa. Entretanto, pode ser um risco à saúde de alguns animais, que podem ter dificuldades na mastigação, pois se mal mastigados, esses ossos podem formar lascas pontiagudas e possíveis rupturas no sistema gastrointestinal, além de asfixia se engolidos em grandes pedaços.

A dieta na forma crua gera maior necessidade de cuidados e atenção dos tutores com o alimento que será ofertado ao animal. Além de ser necessário uma adaptação do animal a dieta, a carne crua pode ser considerada perigosa, pois há maior possibilidade de contaminação e deterioração caso não seja de boa procedência ou não seja armazenada de forma correta. Desta forma, para profilaxia, torna-se fundamental o congelamento em freezer da carne crua por um período, com a finalidade de aniquilar possíveis parasitas.

Por ser energética e uma excelente fonte de proteína, gordura, vitaminas, aminoácidos essenciais e água, principalmente se for oferecida crua, a carne é um alimento primordial na dieta de cães e gatos. Entretanto, para o oferecimento da carne crua deve ser feito com acompanhamento profissional e é necessário existir um balanço

nutricional, já que uma dieta não pode ser composta apenas de carne, isso pode causar um desequilíbrio nutricional grave.

Há necessidade de um rigoroso acompanhamento profissional para prescrição e formulação da dieta crua, de forma balanceada e com as suplementações necessárias. É importante um grande comprometimento do tutor, organização para preparação com muita disciplina e rigidez, e o estabelecimento de uma rotina com horários fixos para oferecimento do alimento, o que pode demandar mais tempo e cuidados. Além disso, pode gerar gastos financeiros bem mais altos do que a dieta convencional, devido aos suplementos e valor variado dos ingredientes.

4. Conclusão

A dieta BARF pode ser uma alternativa positiva para substituição da alimentação convencional dos cães e gatos, principalmente em casos específicos, auxiliando na melhoria de problemas preexistentes de saúde, na aceitabilidade do alimento, maior consumo e em uma possível melhor qualidade de vida dos animais domésticos. Entretanto, pode ser considerada uma dieta de risco, pela dificuldade no manuseio, necessitando de disciplina, maiores custos e possíveis perigos à saúde animal se feita de forma incorreta, sem uma rígida prescrição profissional e suplementação adequada.

Referências

ALGYA, K. M. et al. Apparent total-tract macronutrient digestibility, serum chemistry, urinalysis, and fecal characteristics, metabolites and microbiota of adult dogs fed extruded, mildly cooked, and raw diets. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 9, p. 3670–3683. Reino Unido, 2018.

ARAÚJO, I. C. S. et al. Efeito do tipo de alimentação de cães saudáveis sobre análises clínicas e aspectos comportamentais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 689–698. Unai - Minas Gerais, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-9558>>.

AXELSSON, E. et al. The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. **Nature**, v. 495, n. 7441, p. 360–364. Uppsala - Sweden, 2013.

BILLINGHURST, I. **The BARF diet: Raw feeding for dogs and cats using evolutionary principles**. Bathurst, Austrália, 2001.

CARCIOFI, A. C. et al. Qualidade e digestibilidade de alimentos comerciais de diferentes segmentos de mercado para cães adultos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 489–500. São Paulo, 2009.

FELIX, AP.; SÁ-FORTES, C.M.L., SILVA, A.C.M.; NASCIMENTO, S.T.; CARCIOFI, A.C.; LAURENTIZ, A.C.; BERGAMASCHINE, A. F. . Digestibilidade de uma dieta caseira e dois alimentos comerciais, econômico e super-prêmio, para cães. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 1, p. 25–30. Paraná, 2009.

GERSTNER, K.; LIESEGANG, A. Survey: nutrition, body condition and activities of dogs in Switzerland. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, p. 15–20. Zurich - Switzerland, 2017.

HALFEN, D. P. et al. Tutores de cães consideram a dieta caseira como adequada, mas alteram as fórmulas prescritas. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1453–1459. Pirassununga - São Paulo, 2017.

HANDL, S. the “BarF” trend – advantages, drawbacks and risks. **Journal Veterinary Focus**, v. 24, n. 3, p. 16–23. Vienna - Áustria, 2014.

KERR, K. R. et al. Apparent total tract energy and macronutrient digestibility and fecal fermentative end-product concentrations of domestic cats fed extruded, raw beef-based, and cooked beef-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 2, p. 515–522. Illinois - USA, 2015.

KÖHLER, B.; STENGEL, C.; NEIGER-CASAS, R. Dietary hyperthyroidism in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 53, n. 3, p. 182–184. Reino Unido, 2012.

LENZ, J. et al. Pathogens and the Feeding of Raw Meat To Dogs. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 50, n. June, p. 637–643, Canadá, 2009.

MARX, F. R. et al. Raw beef bones as chewing items to reduce dental calculus in Beagle dogs. **Australian Veterinary Journal**, v. 94, n. 1–2, p. 18–23. Austrália, 2016.

PEDRINELLI, V.; GOMES, M. D. O. S.; CARCIOFI, A. C. Analysis of recipes of home-prepared diets for dogs and cats published in Portuguese. **Journal of Nutritional Science**, p. 1–5. São Paulo - Brasil, 2017.

SCHMIDT, M. et al. The fecal microbiome and metabolome differs between dogs fed Bones and Raw Food (BARF) diets and dogs fed commercial diets. **PLOS - ONE**, v. 13, n. 8. Illinois - USA, 2018.

