

Série Coletânea de Atualidades em
Zootecnia, v. II

O papel da Zootecnia no cenário mundial

Cristiane Gonçalves Titto
Roberta Ariboni Brandi
(Organizadoras)



Cristiane Gonçalves Titto

Roberta Ariboni Brandi

(Organizadoras)

O papel da zootecnia no cenário mundial

Série Coletânea de Atualidades em Zootecnia, v. II

DOI: 10.11606/9786587023229

Pirassununga - SP
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo
2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior

Vice-Reitora: Profa. Dra. Maria Arminda do Nascimento Arruda

FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Avenida Duque de Caxias Norte, 225

Pirassununga, SP

CEP 13635-900

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

Diretor: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ambrósio

Vice-Diretor: 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

P214 O papel da zootecnia no cenário mundial / Cristiane Gonçalves Titto (org.), Roberta Ariboni Brandi (org.)
-- Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2022. (Série Coletânea de Atualidades em Zootecnia, v. II).
246 p.

ISBN 978-65-87023-22-9 (e-book)
DOI: 10.11606/9786587023229

1. Analítica. 2. Atualidades. 3. Revisão de literatura. 4. Zootecnia. I. Titto, Cristiane Gonçalves. II. Brandi, Roberta Ariboni. II. Série.

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 Carolina de Sousa Silva
Arlindo Saran Netto
Catarina Abdalla Gomide
Celso da Costa Carrer
César Augusto Pospissil Garbossa
Cristiane Gonçalves Titto
Daniel Emygdio de Faria Filho
Daniele dos Santos Martins
Douglas Emygdio de Faria
Evaldo Antonio Lencioni Titto
Fabiana Cunha Viana Leonelli
Ives Cláudio da Silva Bueno
Janaina Silveira da Silva
Lilin Elgalise Techio Pereira
Luciane Silva Martello
Lúcio Francelino Araujo
Luiz Fernando Zuin
Marcelo Machado de Luca de Oliveira Ribeiro
Marco Antonio Trindade
Maria Estela Gaglianone Moro
Miguel Henrique de Almeida Santana
Mirele Daiana Poleti
Nycolas Levy Pereira
Rafael Vieira de Souza
Ricardo Luiz Moro de Sousa
Roberta Ariboni Brandi
Rodrigo Silva Goulart
Sarita Bonagurio Gallo
Saulo da Luz e Silva
Thaysa Santos Silva
Valéria Lara Carregaro

Apoio na formatação:

Daniela Oliveira de Lima

Fotos: Douglas Henrique Silva de Almeida

Apresentação

Um novo tema foi desenvolvido por alunos da turma 2020-2021 do Curso de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, com revisões de literatura com temas atuais sobre a atuação do Zootecnista no cenário mundial. Nesta coletânea temos revisões das principais espécies de interesse zootécnico, com foco em produção e produtividade, nutrição, bem-estar, tecnologia e biotecnologia.

Como em nossa primeira Coletânea, esta também reuniu os melhores trabalhos apresentados, indicados pelo orientador e pelo revisor. O primeiro autor é o discente e o segundo autor (quando houver) é o coorientador, sempre um pós-graduando, e o terceiro autor é o docente orientador.

Esperamos que esta nova Coletânea seja tão interessante quanto a primeira, como leitura e consulta aos interessados nas áreas publicadas. 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

Organizadoras

Sumário

Tecnologias da zootecnia de precisão aplicadas à bovinocultura de leite...	7
Peptídeos bioativos do leite: como a nutrição pode afetá-los?.....	22
Produção orgânica de búfalos como alternativa frente às novas exigências do consumidor	37
O avanço da zootecnia na busca de alternativas para a substituição dos melhoradores de desempenho na produção suinícola	51
A importância da ingestão de colostro para ovinos	65
Cunicultura: uma alternativa rentável para pequenos produtores?	77
Políticas públicas e ações dos profissionais de ciências agrárias em benefício da agricultura sustentável.....	93
Bem-estar animal como ferramenta de sustentabilidade na aquicultura	108
Impactos da ausência do correto bem-estar animal na produtividade de bubalinos domésticos (<i>Bubalus bubalis</i> sp.)	123
Definindo biotecnologia de precisão e seu impacto no futuro da zootecnia	137
A influência da adição do aminoácido triptofano na dieta em relação ao bem estar e produtividade de peixes.....	154

Suplementos e nutracêuticos na nutrição de cães.....	167
O novo mercado consumidor de ovos.....	177
Desenvolvimento do comportamento ingestivo e o bem-estar em equinos	190
A comunicação entre técnicos e produtores e o desenvolvimento regional: análise de mudança tecnológica de produção agropecuária e a comunicação das inovações.....	203
Influência dos sistemas de terminação sobre o desempenho e características de carcaça em bovinos de corte.....	218
A Biosseguridade na interface entre os ambientes natural e antrópico: controle e monitoramento de agentes patogênicos de potencial zoonótico/epidêmico em áreas de produção animal	233

Tecnologias da zootecnia de precisão aplicadas à bovinocultura de leite

Precision animal production technologies applied to dairy cattle

Alessandra Fernandes dos Santos Magalhães, Danielle de Cássia Martins da Fonseca, Profa. Dra. Ana Maria Centola Vidal

1. Introdução

O papel do zootecnista no cenário mundial abrange além do campo do saber que se dedica ao estudo a criação, conservação e produção animal; na capacidade de adaptação às transformações tecnológicas da agricultura e pecuária 4.0. O conhecimento e domínio sobre conectividade, digitalização, mobilidade, tecnologias de propósito geral, sensorização e robótica formará as habilidades e competências de destaque e diferenciação do profissional zootecnista atuante na nova era digital.

Uma das ferramentas que possibilita ao zootecnista o desenvolver produções mais eficientes é a zootecnia de precisão, que utiliza combinações de recursos tecnológicos para a criação de condições de manejo e de ambiente favoráveis para a maximização eficiência e produtividade animal.

Entende-se por zootecnia de precisão o uso de sistemas mecânicos ou eletrônicos, manual ou digital, que permitem a interação entre o homem-animal-ambiente-máquina proporcionando o planejamento e o gerenciamento de todos os elos envolvidos em determinada cadeia produtiva. Esta tem por princípios a informatização, a exatidão no processo de decisão e a redução de erros e perdas através do monitoramento das práticas de manejo alimentar, sanitário, produtivo e reprodutivo usando instrumentos de automação nos sistemas de controle, via remota e contínua e em tempo real ou simulado.

Os avanços nas áreas de eletrônica, tecnologia de informação, internet das coisas, processamento de imagens, assim como o desenvolvimento de algoritmos, *softwares*, *hardware* e aplicativos inteligentes têm contribuído

para o surgimento das *startups*, empresas emergentes, desenvolvedoras ou aprimradoras de modelos de negócios escaláveis e repetíveis, que proporcionam inovação, aplicação e difusão da zootecnia de precisão.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi compor um apanhado bibliográfico acerca de algumas das tecnologias de precisão, bem como as suas funcionalidades e potencialidades, demonstrando as vantagens, desvantagens, implicações e limitações das suas serventias para a bovinocultura de leite.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da zootecnia de precisão na bovinocultura de leite com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2021, 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: Google Acadêmico, Science Direct e Biblioteca Digital de Produção Intelectual da Universidade de São Paulo.

2.1 A evolução da agropecuária

No período compreendido de 1900 a 1950, tinha-se a agricultura e a pecuária 1.0, em que a força de trabalho era provida pela mão de obra das famílias, utilizando instrumentos manuais, ajudada pela tração animal. Era uma agricultura com baixa produção (EMBRAPA, 2020).

A agricultura brasileira ainda era pouco desenvolvida em meantes do século anterior, o Brasil passava por um período de intensa industrialização, com o crescimento das cidades, acréscimo populacional e uma população com um maior poder aquisitivo. A condição era de escassez de alimentos (EMBRAPA, 2020). Nessa época ocorreu a revolução verde, que trouxe inúmeras inovações tecnológicas na esfera agropecuária. Tais inovações tinham a finalidade tornar maior a produtividade através da alteração dos genes das sementes, de novos métodos de fertilização dos solos, do uso de

produtos industrializados, como por exemplo, os agrotóxicos, e da utilização intensa de máquinas, fez com que fosse reduzido, consideravelmente, o tempo despendido para realização da colheita. O uso de todas essas novas tecnologias culminou na implantação da agricultura e da pecuária 2.0, compreendendo de 1950 a 1990.

Posteriormente, a intensificação da produção agrícola fortaleceu-se, enquanto a monocultura foi substituída por soluções tecnológicas integradas e sistemas rotacionados de produção. Os estudos se tornaram metódicos, uma vez que era necessário ter a capacidade de compreender toda a cadeia dos sistemas produtivos. Desde então, as tecnologias evoluíram de um modo inimaginável para a época, com máquinas e implementos que aumentavam a eficiência das atividades do campo, uma tendência que ficou conhecida como agricultura de precisão, inaugurando a agricultura e a pecuária 3.0 nos anos de 1990 a 2010 (PILLON, 2017).

Paralelamente a essas novas demandas da agricultura, surge a transformação digital, trazendo as novas tecnologias disruptivas, que passaram a ser utilizadas provocando o surgimento da agricultura digital e levando a mais uma fase da revolução tecnológica, ou seja, a agricultura e a pecuária 4.0. A era 4.0 surgiu a partir de 2010 e é tida por ser um plano de gerenciamento que coleta, processa e analisa informações temporais, espaciais e individuais e os concilia com outros dados a fim de sustentar as deliberações na gestão conforme a variabilidade ponderada para tornar mais eficiente a utilização de recursos, qualidade, produtividade, sustentabilidade e lucratividade da produção agropecuária, transformando digitalmente o setor agrícola facilitando a tomada de decisões nas propriedades (STAFFORD, 2021).

2.2 Sistemas de automação inteligente e a bovinocultura de leite

Os sistemas de automação inteligente são um conjunto de dispositivos formados por sensores, que realizam a captação da informação do animal e do ambiente; controladores, que armazenam e processam a informação obtida e, atuadores, que interpretam o comando e executam a ação

pretendida. O funcionamento desse mecanismo permite que o profissional responsável pelo setor monitore a rotina de manejo alimentar, sanitário, produtivo e reprodutivo, acompanhando individualmente a saúde e bem-estar dos animais de cada fase de produção e criação da bovinocultura de leite (NIELSEN, 2013).

2.2.1 Biossensores de reprodução

Um dos principais problemas no manejo reprodutivo dos animais e que limita a maximização na eficiência reprodutiva na bovinocultura leiteira é a dificuldade na identificação e os erros cometidos na detecção do estro (BONATO et al., 2012). Além disso, vacas de alta produção apresentam uma duração e intensidade de estro, menores que a média, característica que fica ainda mais acentuada em condições de estresse térmico, fazendo-se extremamente necessário atentar-se às tecnologias de detecção de cio, a fim de garantir que a inseminação artificial aconteça no período correto, viabilizando uma produção mais eficiente (WALSH et al., 2011). A vista disso, algumas ferramentas podem ser utilizadas para auxiliar os produtores na detecção de estro e melhorar o manejo reprodutivo do rebanho.

A exemplo disto, foi realizado um estudo em Uberlândia-MG, para avaliar a eficiência da utilização do Estrotect[®], um dispositivo adesivo colado transversalmente na coluna vertebral das vacas, frente à inserção da cauda, que permitia que o produtor identificasse que a monta ocorreu, em função da mudança na coloração do detector, que ocorre devido o atrito e o calor gerado sobre a fita. Ao final do experimento, os autores concluíram que esta ferramenta pode ser aplicada tanto como coadjuvante na identificação do estro, junto da detecção visual, do mesmo modo que pode ser utilizado como único instrumento de detecção do cio, com o propósito de facilitar o manejo na produção leiteira (BONATO et al., 2012).

Outra ferramenta utilizada na detecção do estro é o pedômetro, um dispositivo fixado a um dos membros posteriores, utilizado para mensurar a atividade física dos animais por determinado período, haja vista que,

durante a fase de estro, a vaca apresenta uma maior movimentação, mudanças de temperatura e de frequência de pulsação (VASCONCELOS et al., 2015). Um experimento realizado com vacas holandesas, em sistema *compost barn*, constatou que a utilização de pedômetros nos animais facilitou o trabalho de identificação do estro, principalmente no período noturno em que geralmente não há funcionários na propriedade para realizar a detecção do estro e ainda apresenta um alto percentual de precisão, mostrando-se um instrumento eficiente, visto que é capaz de reduzir o trabalho dos seres humanos, reduzindo também erros cometidos na detecção do estro (SCARIOT et al., 2020).

2.2.2 Sistemas automáticos no monitoramento da ruminação

Como mencionado antes, o acompanhamento do comportamento das vacas mostra-se cada vez mais significativo para o entendimento de fatores como a produção, nutrição, bem-estar e saúde geral do rebanho leiteiro. A utilização de sensores acelerômetros em colares é um exemplo de tecnologia válida e cabível de utilização para o monitoramento do comportamento ingestivo dos animais (MATTACHINI, 2016). O colar de ruminação possui um microfone e a partir dos sons registrados, é possível acompanhar o tempo de ruminação dos animais. Os registros são armazenados, processados e posteriormente é possível fazer a análise do relatório gerado por um software, da ruminação de cada animal.

As vacas normalmente passam de 35 a 40% de seu dia ruminando e a observação de um declínio no percentual, geralmente indica um problema que pode estar associado tanto a fatores ambientais, como o estresse térmico, problemas de saúde, manejo incorreto e distúrbio do bem-estar (BAR; SOLOMON 2010). A maioria das enfermidades que acomete os animais compromete o comportamento ingestivo e de ruminação e são, portanto, fatores de suma importância para identificação de problemas de saúde dos ruminantes. A exemplo, pode-se mencionar a redução no tempo de ruminação e alimentação de vacas leiteiras de um experimento, sujeitas a um desafio de mastite, no qual foi inoculado uma cepa de *Escherichia coli*, e

verificou-se que os animais diminuíram a ingestão de alimento, mesmo em condições de fácil acesso (FOGSGAARD et al., 2012).

Outros fatores também podem afetar o comportamento de ruminação e alimentação, como o manejo, o estágio de lactação, a composição da dieta e o ambiente (THORUP et al., 2016). Outra ferramenta utilizada para monitoramento do rúmen são os sensores eletrônicos intra-ruminais ou *bolus* de aferição de pH, temperatura e pressão. Estes dispositivos são capazes de fornecer informações imprescindíveis acerca da saúde ruminal, apesar de apresentarem algumas limitações quanto à coleta de dados (LIN et al., 2010).

2.2.3 Estação robotizada de ordenha

No ano de 1992, foi lançada a primeira máquina de ordenha robótica, pela empresa holandesa Lely (SCHEWE; STUART, 2015). Um sistema de ordenha automática, quando executando sua atividade de modo correto, permite que os animais adentrem o centro de ordenha robótica, de forma voluntária, para serem ordenhados diversas vezes ao dia, sem que seja necessária a intervenção do ser humano. Desta maneira, a demanda pelo trabalho humano e custos com mão de obra são reduzidos, há uma melhoria nas condições sociais dos produtores, somado ao aumento da saúde, incremento na produção de leite e bem-estar das vacas, são alguns dos fatores benéficos da adoção da ordenha robótica (KONING, 2011).

Um estudo realizado mostrou que os produtores que adotaram a ordenha robótica em suas propriedades, verificaram que os animais apresentavam menos estresse e inquietação, em comparação aos sistemas de ordenha convencionais. Além disso, foi possível identificar doenças de forma mais rápida e detectar o estro das vacas com prontidão, tudo em virtude das tecnologias presentes no equipamento de ordenha automática, o qual possui sensores que captam as informações necessárias para melhor gestão do sistema como um todo (WOODFORD et al., 2015).

A utilização de sistema de ordenha robótica, embora apresente inúmeros benefícios, também possui limitações. Alguns produtores notaram

que precisam estar a todo momento disponíveis para atender o chamado dos robôs, caso algum problema venha a acontecer, o que foi visto por eles como um desafio. Outros relataram que o excesso de informação gerado por esses implementos tecnológicos também é um problema (HANSEN, 2015). A ordenha robotizada apesar de demandar um maior investimento, se comparado aos sistemas convencionais, pode gerar uma redução nos custos fixos por kg de leite produzido e aumento das margens, devido ao incremento na produção de leite e redução da mão de obra (KONING, 2010; DRACH et al., 2017).

3. Discussão

No passado, os fazendeiros possuíam apenas um pequeno número de animais de produção e eram capazes de monitorar com facilidade esses animais, já que o tamanho do rebanho não demandava tanto esforço e tempo, facilitando sua observação. Atualmente, o cenário é bem diferente, sendo que a projeção é de que até o ano de 2050 a população atinja a marca de 9 bilhões, ou seja, cerca de 2 bilhões de habitantes a mais do que a população atual. Com isso, nota-se um aumento na demanda mundial por alimentos de origem animal e uma modificação nos sistemas de produção, sendo possível verificar uma mudança nos sistemas de produção pecuário, que se intensificaram nos últimos anos, em termos de produtividade por animal. Este crescimento acentuado na produtividade gera preocupações sociais que afetam a concepção dos consumidores acerca da segurança dos alimentos, bem-estar animal, sustentabilidade alimentar e questões relacionadas à saúde dos seres humanos e animais (MCLEOD, et al., 2011; BERCKMANS; GUARINO, 2017; LOVARELLI et al., 2020; NEETHIRAJAN; KEMP, 2021).

Diante disso, fez-se necessário desenvolver tecnologias para monitorar o rebanho e a qualidade dos produtos de origem animal, a qual chamamos atualmente de pecuária ou zootecnia de precisão, possibilitando o acesso a um vasto universo de informações e dados mais precisos à nível animal e da fazenda (ROJO-GIMENO et al., 2019). Dentro de sistemas de

produção leiteira, tem ocorrido um processo de especialização, marcado pela expansão do tamanho dos rebanhos, aumento da produtividade e, fortemente marcado pelo menor contato entre o ser humano e a vaca. A diminuição da mão de obra no sistema produtivo requer o incremento de dispositivos de zootecnia de precisão, que possibilitem a geração de informações individualizadas dos bovinos leiteiros. Para tal, é necessário a obtenção de sensores que sejam capazes não apenas de identificar e gerar os dados dos animais de forma individualizada, como também a interpretação das informações para desenvolvimento de decisões lógicas que auxiliem no processo de tomada de decisão (CARVALHO et al., 2014).

A literatura tem demonstrado que diversas ferramentas empregadas no manejo de vacas, a fim de melhorá-lo, tem se mostrado bastante úteis, uma vez que as informações coletadas têm ajudado os produtores nesse processo de tomada de decisões para destinação dos insumos e gerenciamento do rebanho, as quais tem se mostrado melhores que as práticas tradicionais de gestão (CARILLO; ABENI, 2020).

Em relação aos dispositivos utilizados na detecção do estro, a literatura tem evidenciado que a utilização do adesivo EstroTECT® tem trazido resultados bastante precisos e têm auxiliado na identificação do estro, sendo que esses métodos adicionais para detecção podem ser utilizados em rebanhos leiteiros em pastejo, em especial durante o verão (PEREIRA et al., 2020). Outros autores também relatam que a utilização do EstroTECT® tem sido bastante eficiente na detecção de estro podendo ser utilizado tanto como ferramenta auxiliar, associado a identificação visual, assim como um dispositivo único, com a finalidade de facilitar o manejo dos animais leiteiros (BONATO et al., 2012; COLAZO et al., 2018). Em contrapartida, um estudo realizado por Talukder et al. (2014), demonstrou que a sensibilidade e a especificidade para prever o estro através do EstroTECT®, foi inferior a outros dispositivos, demonstrando que apesar de ser um dispositivo mais econômico, não é o mais eficiente para identificar o estro.

Outro dispositivo utilizado para detecção do estro é o pedômetro, o qual é possível identificar o estro da vaca pela variação da atividade física diária do animal (VASCONCELOS et al., 2015). De acordo com Scariot et al. (2020), através das mensurações feitas pelo pedômetro é possível identificar com precisão o estro de vacas holandesas no sistema de *compost barn*, consistindo em uma metodologia muito promissora no prognóstico da ovulação e, portanto, uma ferramenta interessante para aumentar os índices reprodutivos do rebanho leiteiro, principalmente no período noturno em que muitos dos animais apresentaram estro, justamente por ser se tratar das horas mais frescas do dia. Hemmi et al. (2013), também consideraram o pedômetro eficiente na detecção de estro para realização de uma reprodução planejada, uma vez que a contagem de passos desempenhada pelo dispositivo permitiu que o procedimento de inseminação artificial fosse realizado no momento correto, sem que fosse necessário realizar a observação visual dos animais.

Em relação aos dispositivos utilizados no monitoramento do rúmen, pode-se mencionar com o colar ruminação que é um dispositivo que tem um papel importante no controle da saúde, bem-estar e produtividade de bovinos leiteiros, já que esse equipamento anexado ao pescoço do animal, permite que seja monitorado comportamentos alimentar, tanto relacionados à ingestão quanto à ruminação (BENAISSA et al., 2019). Alguns autores apontam que esse dispositivo não é recomendado para bovinos recém-desmamados, uma vez que o tempo de ruminação desses animais pode acabar sendo superestimados (RODRIGUES et al., 2019).

Outros autores sugerem que o colar deve ser utilizado apenas em instalações fechadas, pois apenas nessas condições é possível determinar a atividade de ruminação dos animais e ser um substituto para as observações visuais. O mesmo não se aplica a ambientes abertos, já que o colar não se mostrou eficiente para monitorar a ruminação (AMBRIZ-VILCHIS et al., 2015). Um estudo realizado por Stangaferro et al. (2016) mostrou que à aplicação de sistemas de monitoramento automatizados de ruminação são capacitados para serem utilizados sozinhos ou em associação com outras

técnicas convencionais de avaliação de saúde animal, para detectar distúrbios metabólicos e digestivos e a ocorrência de mastite clínica e metrite.

O *bolus* de aferição do pH, pressão e temperatura é um outro sistema para monitoramento do rúmen, que embora apresente uma baixa captação de dados e variações nos valores de pH, é um dispositivo que causa uma evidente melhora na gestão e produtividade do rebanho. Em um experimento, o *bolus* utilizado não foi o de última geração, e, portanto, não evidencia a capacidade de gerir com precisão os dados coletados pelos modelos atuais, embora já apresente um grande potencial para fornecer informações acerca do ambiente ruminal (LIN et al., 2010).

Outro fator limitante para a utilização do *bolus* é apresentado por Jonsson et al. (2019), que embora não apresentem os gastos empregados na adoção dessa ferramenta, dizem que o custo desse dispositivo certamente dificultará, em um futuro previsível, sua utilização de forma generalizada. Porém os dados coletados a partir dos experimentos, no qual foram empregados esses dispositivos, podem assumir um papel importante no que diz respeito ao refinamento das recomendações vigentes relacionadas à análise dos dados da ruminocentese.

Um estudo realizado com vacas leiteiras comerciais, demonstrou que a utilização do *bolus* mostrou-se muito eficiente no controle do pH ruminal de animais não fistulados. Além disso, a utilização desse dispositivo permitiu o monitoramento contínuo das variações do pH de bovinos leiteiros alimentados com diferentes dietas, e dessa forma, preveniu-se os possíveis casos de acidose subaguda (SATO et al., 2012).

Outra ferramenta utilizada na zootecnia de precisão é a ordenha robotizada. A literatura mostra que esse equipamento tem sido bastante empregado nas propriedades leiteiras modernas, sendo que uma das principais motivações para o uso desse sistema é a diminuição de despesas com mão de obra. Além disso, os sistemas de ordenha robotizada apresentam vantagens em comparação aos sistemas convencionais, como o fornecimento de dados mais precisos sobre a hígidez dos animais,

desempenho da produção, bem-estar das vacas (MACULAN; LOPES, 2016; JI et al., 2020) e maior flexibilidade na carga de horário de trabalho braçal, proporcionando melhores condições de vida para os produtores (VIK et al., 2019).

Somado a isso ainda, apesar dos autores sugerirem que há uma redução na mão de obra, é necessário compreender que para que isso ocorra é preciso realizar um bom planejamento do *layout* do celeiro e das características do rebanho, pois embora haja relatos de uma redução em torno de 20 a 30% dessa mão de obra, esse trabalho manual irá migrar para o trabalho gerencial, já que os produtores terão que saber trabalhar com as informações coletadas para que seja atingido um bom resultado com a aplicação da ordenhadeira robotizada (KONING, 2011). Além disso, segundo Maculan e Lopes (2016), o sistema de ordenha robotizada pode reduzir o percentual de proteína e gordura no leite e aumentar os ácidos graxos livres, em função da mobilização de tecido adiposo, que ocorre justamente pelo aumento no número diário de ordenhas.

Outra questão importante a se considerar é a motivação das vacas para serem ordenhadas, uma vez que a ordenhadeira robotizada depende da ida do animal até o equipamento. Se o bovino não vai até o sistema voluntariamente, é preciso buscar esse animal, e conseqüentemente faz se necessário o emprego de mão de obra. Entretanto, já existem sistemas de pastoreio automáticos que substituem o trabalho humano (DRACH et al., 2017).

4. Considerações finais

A zootecnia de precisão tem conquistado cada vez mais visibilidade e notoriedade, visto sua importância no cenário da produção agropecuária, ainda mais na atualidade, em que há uma grande necessidade de monitorar os animais e todos os processos fisiológicos e patológicos nos quais eles estão envolvidos buscando a otimização do sistema e a minimização dos erros e perdas produtivas. A literatura consultada mostra que embora as ferramentas tecnológicas utilizadas na zootecnia de precisão tenham seus

benefícios, ainda possui limitações, sendo preciso aprimorá-las. Em um futuro próximo, as ferramentas serão capazes de encontrar soluções cada vez mais acuradas e assertivas. São necessários mais estudos acerca da viabilidade econômica, financeira e operacional da adoção dessas tecnologias, pois ainda são escassas as informações sobre essa temática.

Referências

AMBRIZ-VILCHIS, V. et al. Comparison of rumination activity measured using rumination collars against direct visual observations and analysis of video recordings of dairy cows in commercial farm environments. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 3, p. 1750-1758, 2015.

BAR, D.; SOLOMON, R. Rumination collars: what can they tell us. In: **The first North American Conference on Precision Dairy Management**, p. 214-215. 2010.

BENAISSA, S. et al. Classification of ingestive-related cow behaviours using RumiWatch halter and neck-mounted accelerometers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 211, p. 9-16, 2019.

BERCKMANS, D.; GUARINO, M. Precision livestock farming for the global livestock sector. **Animal Frontiers**, v. 7, n. 1, p. 4 – 5, 2017.

BONATO, G. L. et al. Eficiência do Estrotect® na identificação de estros em vacas leiteiras mestiças. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 1, p. 19-23, 2012.

CARILLO, F.; ABENI, F. An estimate of the effects from precision livestock farming on a productivity index at farm level. Some evidences from a dairy farms' sample of lombardy. **Animals**, v. 10, n. 10, p. 1781, 2020.

CARVALHO, B. C. et al. Pecuária de precisão: pesquisas em saúde e comportamento alimentar. **Revista Leite Integral**, v. 11, p. 68-71, 2014.

COLAZO, M. G. et al. Evaluation of a modified GnRH-based timed-AI protocol associated with estrus detection in beef heifers inseminated with sex-selected or conventional semen. **Theriogenology**, v. 118, p. 90-95, 2018.

DRACH, U. et al. Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking. **Biosystems Engineering**, v. 155, p. 134-141, 2017.

EMBRAPA. Visão 2014 – 2030. O futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira, **Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (AGROPENSA)**, 1 ed., 2020.

FOGSGAARD, K. K. et al. Sickness behavior in dairy cows during *Escherichia coli* mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 2, p. 630-638, 2012.

HANSEN, B. G. Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jæren, Norway. **Journal of Rural Studies**, v. 41, p. 109-117, 2015.

HEMMI, K. et al. Effects of AI protocol and time interval from onset of estrus to AI on conception rate in Japanese Black cow. **Animal Science Journal**, v.84, n.1, p.23–27, 2013.

JI, B. et al. Modelling of heat stress in a robotic dairy farm. Part 3: Rumination and milking performance. **Biosystems Engineering**, v. 199, p. 58-72, 2020.

JONSSON, N. N. et al. Evaluation of reticuloruminal pH measurements from individual cattle: Sampling strategies for the assessment of herd status. **The Veterinary Journal**, v. 243, p. 26-32, 2019.

KONING, C. J. A. M. Milking Machines | Robotic Milking. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, 2 ed., p. 952 – 958, 2011.

LIN, X. et al. Evaluation of sensors for monitoring rumen pH, temperature and pressure. In: **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 70, p. 71-76. 2010.

LOVARELLI, D.; BACENETTI, J.; GUARINO, M. A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production? **Journal of Cleaner Production**, v. 262, p. 121-409, 2020.

MACULAN, R; LOPES, M. A. Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, n.1, p. 80-87, 2016.

MATTACHINI, G. et al, Monitoring feeding behaviour of dairy cows using accelerometers. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 47, n. 1, p. 54-58, 2016.

McLEOD, A. **World livestock 2011 – Livestock in food security**, FAO, 2011.

NEETHIRAJAN, S.; KEMP, B. Digital Livestock Farming. **Sensing and Bio-Sensing Research**, v. 32, p. 1-12, 2021.

NIELSEN, P. P. Automatic registration of grazing behaviour in dairy cows using 3D activity loggers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 148, n. 3-4, p. 179-184, 2013.

PEREIRA, G. M.; HEINS, B. J.; ENDRES, M. I. Estrous detection with an activity and rumination monitoring system in an organic grazing and a low-input conventional dairy herd. **Animal Reproduction Science**, v. 221, p. 1-7, 2020.

PILLON, C. N. Dos pós de rocha aos remineralizadores: passado, presente e desafios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., Pelotas. 2017, **Anais...** Pelotas: CPACT, 2017.

RODRIGUES, J. P. P. et al. Evaluation of an automatic system for monitoring rumination time in weaning calves. **Livestock Science**, v. 219, p. 86-90, 2019.

ROJO-GIMENO, C. et al. Assessment of the value of information of precision livestock farming: A conceptual framework. **NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90 - 91, p. 1-9, 2019.

SATO, S. et al. Development and testing of a radio transmission pH measurement system for continuous monitoring of ruminal pH in cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 103, n. 4, p. 274-279, 2012.

SCARIOT, J. et al. Teste de eficiência de um novo dispositivo eletrônico de identificação de cio em fêmeas bovinas leiteiras mantidas em regime de *compost barn*. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 44, n. 2, p. 64-70, 2020.

SCHEWE, R. L.; STUART, D. Diversity in agricultural technology adoption: How are automatic milking systems used and to what end? **Agriculture and Human Values**, v. 32, n. 2, p. 199-213, 2015.

STAFFORD, J.; DeBOER, J. M. L. Precision Agriculture. An International Journal on Advances in Precision Agriculture. **Springer**, v. 22, n. 3, 2021.

STANGAFERRO, M. L. et al. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 9, p. 7422-7433, 2016.

TALUKDER, S. et al. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. **Theriogenology**, v. 81, n. 7, p. 925-935, 2014.

THORUP, V.M. et al. Lameness affects cow feeding but not rumination behavior as characterized from sensor data. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 3, p. 37, 2016.

VASCONCELOS, G. L.; LOPES, M. A.; REIS, E. M. B. Detecção eletrônica do estro em vacas leiteiras: uma revisão. **Ciência Animal**, v.25, n. 2, p. 48-59, 2015.

VIK, J.; STRAETE, E. P.; HANSEN, B. G.; NAERLAND, T. The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. **NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90-91, p. 1-9, 2019.

WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, n. 3-4, p. 127-138, 2011.

WOODFORD, K. B.; BRAKENRIG, M. H.; PANGBORN, M. C. New Zealand case studies of automatic-milking-systems adoption. In: **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, p. 127-131. 2015.

Peptídeos bioativos do leite: como a nutrição pode afetá-los?

Bioactive milk peptides: how can nutrition affect them?

Ana Paula da Silva Borges, Mellory Martinson Martins, Profa. Dra.

Janaina Silveira da Silva

1. Introdução

O leite é um alimento de grande relevância no cenário mundial, sendo consumido por milhares de pessoas em todo o mundo, em sua forma natural ou através dos derivados lácteos. É uma importante fonte de proteína, vitaminas e minerais, porém seu papel na nutrição humana tem ido além da parte nutricional básica, pois com aumento das doenças crônicas, os consumidores estão começando a repensar a sua alimentação, passando a procurar por alimentos mais saudáveis e que tragam benefícios à saúde. A partir dessa demanda surgiram os alimentos funcionais, que são alimentos em sua forma natural ou processados, que além de contribuir para a nutrição básica, também podem auxiliar na promoção de boas condições de saúde, atenuando ou até mesmo prevenindo algumas doenças.

Dentre os alimentos funcionais, o leite e seus derivados vêm ganhando destaque devido aos peptídeos bioativos, compostos funcionais derivados das proteínas do leite que vêm sendo estudados por apresentarem diversas propriedades que contribuem no tratamento e prevenção de diversas doenças.

A partir da nutrição animal de precisão é possível alterar o teor de proteína do leite o qual está diretamente relacionado com a mudança do perfil de peptídeos bioativos, possibilitando a produção de leite e derivados lácteos com maiores proporções destes compostos de interesse. Dentro da área de nutrição animal o zootecnista tem grande importância, contribuindo para a descoberta e desenvolvimento de novas dietas que permitam uma maior produção de leite com maior qualidade e benefícios à saúde humana.

O objetivo do presente trabalho foi apresentar o que são os peptídeos bioativos do leite, sua importância na saúde humana e como a nutrição animal pode interferir na composição de peptídeos bioativos do leite bovino.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da importância dos peptídeos bioativos do leite e de como a nutrição animal pode modular a composição desses peptídeos no leite bovino com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi desenvolvida de forma temporal com cobertura do tema no período de 2010 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados e livros nas bases de dados: ScienceDirect, PubMed, Google Acadêmico e Scielo. As palavras chaves utilizadas para a pesquisa foram: “Mercado consumidor de leite”, “Peptídeos bioativos do leite”, “Alimentos funcionais” e “Alteração no teor de proteína do leite”.

2.1 Importância do consumo de leite

O leite e seus derivados são consumidos por mais de 6 bilhões de pessoas no mundo todo (GEROSA; SKOET, 2013). No Brasil, o consumo per capita de leite e derivados teve um aumento de 23% entre os anos de 2006 e 2017, passando de 135,8 litros por pessoa ano em 2006 para 166,8 litros em 2017. Esse aumento está relacionado a diversas causas, mas entre as principais estão o crescimento da renda e também a mudança de hábitos alimentares da população (SORIO, 2018).

Além de sua relevância econômica o leite também é uma fonte vital de nutrição, sendo importante fonte de proteína, carboidratos (lactose), lipídios, vitaminas e minerais, contribuindo significativamente para o atendimento das exigências nutricionais de cálcio, fósforo, potássio, magnésio, zinco, selênio, vitamina A, vitamina B12, riboflavina, e ácido pantotênico (SIQUEIRA, 2019). No Brasil, o leite e seus derivados se encontram entre as fontes mais baratas de nutrientes como cálcio, proteína, vitamina A e vitamina D (SIQUEIRA et al., 2020).

Sendo assim, o leite é considerado um produto saudável com diversos benefícios substanciais à saúde. Portanto, o leite in natura e os seus diversos derivados podem ser considerados como um componente essencial de uma dieta equilibrada, tanto do ponto de vista nutricional como também funcional, contribuindo para melhorar a saúde do consumidor (VERRUCK et al., 2019).

2.2 Busca dos consumidores por alimentos funcionais

As doenças relacionadas à alimentação, como hipertensão e obesidade, vêm sofrendo um aumento expressivo em todo o mundo, o que tem levado os consumidores a aumentarem a percepção sobre hábitos alimentares saudáveis (MANIKKAM et al., 2015). O interesse pela saúde e melhor qualidade de vida está fazendo com que os consumidores modernos desejem alimentos mais saudáveis (COMAN et al., 2012) e com efeitos benéficos à saúde humana (CROWE; FRANCIS, 2013).

Esse interesse levou ao desenvolvimento dos alimentos funcionais, que são alimentos industrialmente processados ou naturais que, quando consumidos regularmente, oferecem não só o seu valor nutricional básico, mas que também apresentam efeitos fisiológicos que podem ajudar na promoção de condições ideais de saúde e também serem capazes de prevenir o surgimento de enfermidades, auxiliando na redução dos riscos de doenças não transmissíveis (MANIKKAM et al., 2015; GRANATO; NUNES; BARBA, 2017).

A busca dos consumidores por alimentos funcionais demonstra ser uma tendência de longo prazo, apresentando-se como um potencial de mercado importante (BIGLIARDI; GALATI, 2013). O mercado global de alimentos funcionais apresenta uma taxa de crescimento anual média de aproximadamente 8,5%, devendo ultrapassar US\$ 350,4 bilhões até 2020. O Brasil tem uma importância significativa nesse mercado, movimentando uma quantia de US\$ 8,7 bilhões no ano de 2014 com uma perspectiva de 12% de aumento até 2019. Esse resultado pode ser atribuído ao fato do

consumidor desejar ter uma vida mais saudável, aliado ao aumento do poder aquisitivo da classe média brasileira (BOGUE; COLLINS; TROY, 2017).

Todos os alimentos que possuem em sua composição ingredientes ou compostos biologicamente ativos são considerados funcionais (ALKHATIB et al., 2017). Os compostos funcionais incluem compostos organossulfurados, ácidos graxos ômega-3, ácido linolênico, vitamina E, glucosinolatos, terpenos, ácidos fenólicos, flavonoides, proteínas, peptídeos entre outros, (AGYEI; DANQUAH, 2011).

Dentre esses compostos funcionais, os peptídeos bioativos oriundos de proteínas alimentares vêm atraindo atenção crescente nos últimos tempos, sendo as proteínas derivadas do leite uma das fontes mais conhecidas desse composto fisiológico, se apresentando como uma promissora área para o desenvolvimento de produtos alimentícios com valor agregado (MANIKKAM et al., 2015).

2.3 Peptídeos bioativos

Os peptídeos bioativos do leite foram definidos como fragmentos específicos de proteínas, constituídos de sequências curtas de aminoácidos, inativos na sequência da proteína original e que são ativados em condições de proteólise, como o que ocorre no trato gastrointestinal ou durante o processamento dos produtos lácteos. Depois de liberados da estrutura original, os peptídeos bioativos desempenham sua atividade no corpo humano atuando como compostos reguladores (NONGONIERMA; FITZGERALD, 2015a).

Urista et al. (2011) verificaram que os peptídeos bioativos oriundos das proteínas do leite apresentam várias atividades fisiológicas como: anti-hipertensivas, antimicrobianas, imunomoduladores, antioxidantes, citomoduladores, antitrombóticos, entre outras.

Diversos estudos sugeriram que os peptídeos bioativos derivados da proteína do leite podem atuar como agentes profiláticos, aliviando os sintomas de várias doenças em humanos (NONGONIERMA; FITZGERALD, 2015b). Estes são descritos como sendo capazes de reduzir o risco de doenças

cardiovasculares, através da redução da pressão arterial pela inibição da enzima conversora de angiotensina (CICERO et al., 2016); de eliminar o estresse oxidativo (BAMDAD et al., 2017); modular os distúrbios imunológicos e reduzir a ingestão de alimentos (SAADI et al., 2015). Também são descritos como capazes de inibir a ação da dipeptidil peptidase-IV, relacionado com o controle da diabetes mellitus tipo II (UENISHI et al., 2012) e apresentar citotoxicidade contra células cancerígenas (ARIAS et al., 2017).

2.4 Formas de alterar a composição e proporção de peptídeos bioativos

Apesar da composição de peptídeos bioativos serem alterados através de vários processos tecnológicos, a demanda dos consumidores atualmente é maior para produtos alimentícios naturais e/ou menos processados (ROMAN; SÁNCHEZ-SILES; SIEGRIST, 2017).

Para atender essa demanda, elevando a concentração de peptídeos bioativos específicos no leite e seus derivados, a genética e a nutrição animal podem ser ferramentas na busca desse objetivo. Investir em genética animal é a forma eficaz de aumentar a composição de peptídeos bioativos no leite, porém envolve um alto investimento econômico e os resultados são obtidos a longo prazo (GANDINI et al., 2017). Já através da modulação da nutrição animal, consegue-se melhorar a concentração de peptídeos bioativos em um menor tempo e de uma forma menos onerosa (COLOMBO et al., 2018). Entretanto, existem poucos estudos relacionando a nutrição animal visando à alteração do perfil de peptídeos bioativos no leite (VARGAS-BELLO-PÉREZ; MÁRQUEZ-HERNÁNDEZ; HERNÁNDEZ-CASTELLANO, 2019). Dessa forma, essa revisão aborda alguns estudos que relacionam a mudança na nutrição com a alteração do perfil proteico do leite, que podem ser associados com o perfil de peptídeos bioativos.

Uma das estratégias para o aumento do teor proteico do leite é através do aumento da síntese de proteína microbiana. Em seu estudo, Zhou et al. (2015) relatou que o aumento no teor de energia da dieta leva ao

aumento da produção e do teor de proteína do leite, devido à maior disponibilidade de energia para a formação da proteína microbiana. Para otimizar a síntese de proteína microbiana e proteína do leite, além da energia da dieta, também é importante a composição da proteína contida na dieta, pois ela é a responsável por fornecer nitrogênio para a síntese de proteína microbiana no ambiente ruminal (SOK et al., 2017).

Outra forma de alterar o teor de proteína do leite é aumentando a proporção de carboidratos não estruturais na dieta, principalmente o amido de milho. Comparando vacas alimentadas com dietas que continham alto teor de amido com vacas alimentadas com dietas com baixo teor de amido, Rius et al. (2010) descreveram que o aumento dos níveis de amido na dieta acarretou o aumento da síntese de proteína do leite e na eficiência do uso de nitrogênio em vacas em lactação. A composição de lipídios da dieta também afeta a relação de proteína do leite, sendo que seu aumento causa a diminuição do teor proteico do leite (RABIEE et al., 2012).

O aumento da proporção de volumoso: concentrado na alimentação de vacas em lactação também é capaz de alterar o teor de proteína do leite. Li, Beauchemin e Yang (2020) constataram que o aumento da proporção de volumoso em relação ao concentrado na dieta de vacas em lactação diminui o consumo de MS, bem como a produção de leite e a síntese de proteína do leite, devido a diminuição da concentração de ácidos graxos voláteis totais e da síntese de proteína microbiana.

A alteração da relação entre proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) não alteram o perfil proteico do leite, porém dietas ricas em PNDR mostraram uma diminuição na concentração das proteínas β -caseína, κ -caseína e caseína total no leite (TACOMA et al., 2017).

Outra maneira de aumentar o teor proteico do leite é através da suplementação com aminoácidos, como lisina e metionina. Vacas em lactação suplementadas com metionina e lisina apresentam produção (29,7 kg/ dia) e teor de proteína no leite (3,14%) maior do que as que não receberam suplementação (28 kg/dia e 3,09%) (AWAWDEH, 2016).

3. Discussão

Segundo Mohanty et al. (2016), os peptídeos bioativos têm despertado o interesse de pesquisadores em todo o mundo, sendo reconhecidos como componentes potenciais de alimentos funcionais promotores da saúde. Na literatura são encontrados diversos estudos que comprovam a atividade desses compostos, como pode ser observado no Quadro 1, no qual são apresentados alguns desses estudos.

Em seus estudos, Del Mar Contreras et al. (2013) e Garcia-Tejedor et al. (2014), utilizando diferentes peptídeos bioativos derivados da caseína e da lactoferrina, demonstraram a atuação destes compostos na inibição da ECA, que é considerada a principal enzima responsável pelo aumento da pressão arterial.

Com relação a diabetes mellitus tipo 2, Silveira et al. (2013), Uenishi et al. (2012), Lacroix et al. (2017) e Nongonierma e Fitzgerald (2014) comprovaram a ação antidiabética dos peptídeos bioativos, através da inibição da dipeptidil peptidase-IV (DPP-IV), enzima responsável pela inativação de vários hormônios que atuam diretamente na regulação dos níveis sanguíneos de glicose.

Já Arias et al. (2017) comprovou a atividade citotóxica de peptídeos bioativos derivados da lactoferrina sobre células leucêmicas, através de diferentes mecanismos de ação, comprovando desta forma a ação anticâncer que esses compostos podem exercer. Além das doenças citadas acima, os peptídeos bioativos também desempenham outras funções que trazem benefícios à saúde humana, atuando na prevenção de diversas enfermidades e na manutenção da saúde, como os efeitos antimicrobiano e antioxidante, apresentados no quadro 1.

É importante ressaltar que grande parte dos resultados encontrados na literatura acerca da atividade dos peptídeos bioativos são provenientes de estudos que avaliaram a atuação desses compostos somente em condições *in vitro*. Lacroix et al. (2017), levantou o questionamento se os peptídeos podem não ser capazes de conferir uma ação significativa em condições *in vivo*. Porém, deve-se destacar que as avaliações *in vitro* desses peptídeos

bioativos são importantes para separar e identificar novos peptídeos bioativos e para entender o seu modo de ação na fisiologia (MOHANTY et al., 2016).

Quadro 1 – Exemplos de peptídeos bioativos oriundos do leite com atividade comprovada

Bioatividade	Fonte precursora	Peptídeo	Efeito	Referência
Anti-hipertensivo	Caseína	RYLGY, AYFYPEL, YQKFPQY	Inibição da ECA (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	DEL MAR CONTRERAS et al., 2013
Anti-hipertensivo	Lactoferrina	DPYKLRP, PYKLRP, YKLRP, GILRP	Inibição da ECA (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	GARCÍA-TEJEDOR et al., 2014
Anti-hipertensivo	Caseína	IPP e VPP	Inibição da ECA (<i>in vivo</i> / humanos)	CICERO et al., 2016
Citotóxico (Anticâncer)	Lactoferrina	RRWQWR	Induz citotoxicidade via mecanismo mediado por caspase e catepsina B em células T-leucemia (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	ARIAS et al., 2017
Citotóxico (Anticâncer)	Lactoferrina	FKCRRWQWRMKKL - GAPSITCVRRAF	Inibe células leucêmicas (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	ARIAS et al., 2017
Antimicrobiano	Caseína	TTMPLW	Causa a destruição da membrana de bactérias e leveduras (<i>in vitro</i>)	MCCLEAN; BEGGS; WELCH, 2014
Antimicrobiano	Caseína	LRLKKYKVPQL	Interage com bactérias para causar inibição (<i>in vitro</i>)	TANG et. al, 2015
Antimicrobiano	Caseína	IKHQGLPQE	Inibe o crescimento de bactérias patogênicas (<i>in vitro</i>)	GUINANE et al., 2015
Antidiabetes mellitus tipo 2	Caseína	YP, LP, IPI, VPL, IPA IPAVF	Inibe a DDP-IV (<i>in vitro</i>)	NONGONIERMA; FITZGERALD, 2014
Antidiabetes mellitus tipo 2	Caseína	LPQNIPPL	Inibe a DDP-IV (<i>in vitro</i>)	UENISHI et al., 2012
Antidiabetes mellitus tipo 2	Proteínas do soro do leite	LKPTPEGDL, LPYPY, IPIQY, WR	Inibe a DDP-IV (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	LACROIX et al., 2017
Antidiabetes mellitus tipo 2	β -lactoglobulina	IPAVF, IPAVFK	Inibe a DDP-IV (<i>in vitro</i>)	SILVEIRA et al., 2013
Antioxidante e Anti-inflamatório	Caseína	PGPIP, PFPGP, YPFPPIP, YYPFPPIP, MPFPKYPVEP	Eliminação de radicais e quelantes de metais (<i>in vitro</i>)	BAMDAD et al., 2017
Antioxidante e Anti-inflamatório	Caseína	EPVLPVVRGPF, QEPVLPVVRGPF, TPVVVPFLQPE, TQTPVVVPFLQPE	Eliminação de radicais e quelantes de metais (<i>in vitro</i>)	BAMDAD et al., 2017

ECA – Enzima Conversora de Angiotensina; DDP- IV – Dipeptidil Peptidase-IV
 Fonte: Própria autoria, 2021.

Em relação às avaliações da ação destes compostos em humanos, foram encontrados na literatura poucos estudos referentes à ação de peptídeos bioativos oriundos do leite no organismo humano. O estudo de Cicero et al. (2016), apresentado no quadro 1, é um desses poucos estudos que avaliaram e comprovaram a atividade benéfica dos peptídeos bioativos oriundos do leite em humanos.

Neste estudo foi realizado um ensaio clínico duplo-cego controlado por placebo em humanos hipertensos para avaliar a ação de dois peptídeos bioativos, IPP e VPP, na alteração da pressão arterial. Os resultados encontrados foram que a suplementação desses dois peptídeos na dieta proporcionou uma significativa diminuição média na pressão arterial sistólica ($-3,4 \pm 4,4$ mmHg, $P = 0,041$) e na pressão arterial diastólica ($-3,1 \pm 3,2$ mmHg, $P = 0,049$), enquanto nenhuma mudança significativa na pressão arterial foi observada no grupo placebo, tendo sido $P < 0,05$ considerado significativo para todos os testes. Mesmo com a comprovação do benefício desses peptídeos no controle da hipertensão em humanos, os autores afirmam que os resultados obtidos requerem confirmação de estudos cada vez mais longos, para avaliação da ação benéfica desses compostos a longo prazo.

Apesar deste e outros estudos demonstrarem resultados promissores acerca da atividade benéfica dos peptídeos bioativos em humanos, alguns estudos não conseguiram demonstrar os benefícios adicionais à saúde destes compostos (NONGONIERMA; FITZGERALD, 2015b). Isso ocorre devido ao fato de que aspectos do papel fisiológico desses compostos no organismo humanos ainda não serem totalmente conhecidos, como por exemplo a estabilidade desses peptídeos, sua biodisponibilidade no organismo humano e o mecanismo de ação envolvido (NONGONIERMA; FITZGERALD, 2015a).

São necessárias mais avaliações *in vivo* que envolvam o consumidor final nas avaliações, para que se possa ter dados científicos mais sólidos e confiáveis a respeito dos efeitos dos peptídeos bioativos derivados do leite na saúde humana, para que assim se possa consumir os derivados lácteos

conhecendo as potentes propriedades funcionais dos peptídeos bioativos neles presentes, bem como desenvolver novos produtos baseados nesses compostos para ação nas diversas doenças (MOHANTY et al., 2016).

Com relação às formas de alterar a composição e proporção dos peptídeos bioativos no leite bovino, pode-se destacar que a forma mais relatada na literatura para alterar o teor proteico do leite é através do aumento da síntese de proteína microbiana, que pode ser obtido de diversas formas, como o aumento do teor de energia da dieta.

Em um experimento testando várias fontes e níveis de energia na dieta de vacas holandesas, Zhou et al. (2015) relatou que tanto a produção de leite, quanto a síntese de proteína do leite, bem como a síntese de lactose foram superiores quando a dieta dos animais continha níveis mais elevados de energia. Os autores sugeriram que o aumento do nível de energia da dieta e da taxa de degradação ruminal aumentam a síntese de proteína do leite, relacionando esse achado a uma maior síntese de proteína microbiana ruminal em dietas com maior teor de energia. Esse resultado corrobora com o estudo proposto por Lérias et al. (2013), que verificaram uma diminuição do teor de proteína e na produção total de leite em dietas que continham baixo teor de energia.

A composição da proteína dietética, um maior fornecimento de carboidratos não estruturais, o aumento na proporção de concentrado em relação ao volumoso e a suplementação com aminoácidos também são estratégias para aumentar a síntese de proteína microbiana, que é utilizada pelo organismo do animal para a síntese da proteína do leite.

Até o presente momento não foram encontrados estudos que correlacionem as estratégias nutricionais citadas com aumento do perfil de peptídeos bioativos no leite (VARGAS-BELLO-PÉREZ; MÁRQUEZ-HERNÁNDEZ; HERNÁNDEZ-CASTELLANO, 2019). Esse ponto pode ser explicado, devido ao fato de que ainda há poucos estudos que comprovem os benefícios dos peptídeos bioativos no organismo humano, o que acarreta um menor interesse em se pesquisar formas de alterar a composição do conteúdo

de peptídeos bioativos no leite bovino. Esse fato demonstra uma grande lacuna na pesquisa dessa área, e seu potencial a ser explorado.

4. Considerações Finais

Os produtos lácteos são uma excelente fonte de peptídeos bioativos, que podem exercer diversas atividades benéficas ao organismo humano. Há vários estudos que apontam que esses compostos apresentam papéis em diversos processos fisiológicos do nosso organismo, podendo atuar na prevenção, tratamento e atenuação de diversas doenças, como doenças cardiovasculares através de sua ação anti-hipertensiva, da diabetes tipo 2, câncer, obesidade, entre outras. Parte ainda desses resultados é baseado em estudos *in vitro*, porém se faz necessário maiores estudos *in vivo* em humanos, e não somente em ratos, para testar a atividade destes compostos, para que se possam ter dados científicos mais sólidos que apoiem a ação benéfica dos peptídeos bioativos derivados do leite na saúde humana.

Uma possível estratégia para aumentar o perfil de peptídeos bioativos no leite bovino é através de estratégias nutricionais, pois diversos estudos relacionam mudanças na dieta com a alteração do teor de proteína do leite. Não foram encontrados estudos que investiguem os efeitos mais específicos da nutrição animal no conteúdo de peptídeos bioativos, dessa forma, caracterizando como uma potencial área de pesquisa que ainda não foi explorada.

Portanto, verifica-se que são necessários estudos que relacionem a nutrição animal com o conteúdo de peptídeos bioativos. Uma área de pesquisa promissora para o Zootecnista, visando contribuir para o desenvolvimento de novos produtos funcionais que atendam às necessidades da população.

Referências

AGYEI, D.; DANQUAH, M. K. Industrial-scale manufacturing of pharmaceutical-grade bioactive peptides. **Biotechnology Advances**, New York, v. 29, n. 3, p. 272-277, 2011.

ALKHATIB, A. et al. Functional foods and lifestyle approaches for diabetes prevention and management. **Nutrients**, Basel, v. 9, n. 12, p. 1310-1327, 2017.

ARIAS, M. et al. Anticancer activities of bovine and human lactoferricin-derived peptides. **Biochemistry and Cell Biology**, Ottawa, v. 95, n. 1, p. 91-98, 2017.

AWAWDEH, M. S. Rumen-protected methionine and lysine: effects on milk production and plasma amino acids of dairy cows with reference to metabolisable protein status. **Journal of Dairy Research**, London, v. 83, n. 2, p. 151-155, 2016.

BAMDAD, F. et al. Anti-inflammatory and antioxidant properties of casein hydrolysate produced using high hydrostatic pressure combined with proteolytic enzymes. **Molecules**, Basel, v. 22, n. 4, p. 609-624, 2017.

BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 31, n. 2, p. 118-129, 2013.

BOGUE, J.; COLLINS, O.; TROY, A. J. Market analysis and concept development of functional foods. In: BAGCHI, D.; NAIR, S. (Ed). **Developing New Functional Food and Nutraceutical Products**. 1 ed. Cambridge: Academic Press, 2017. cap. 2, p. 29–45.

CICERO, A. F.G. et al. Effect of lactotriptides (isoleucine–proline–proline/valine–proline–proline) on blood pressure and arterial stiffness changes in subjects with suboptimal blood pressure control and metabolic syndrome: a double-blind, randomized, crossover clinical trial. **Metabolic Syndrome and Related Disorders**, Larchmont, v. 14, n. 3, p. 161-166, 2016.

COLOMBO, M. et al. The potential use of probiotic and beneficial bacteria in the Brazilian dairy industry. **Journal of Dairy Research**, London, v. 85, n. 4, p. 487-496, 2018.

COMAN, M. M. et al. Functional foods as carriers for SYN BIO®, a probiotic bacteria combination. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 157, n. 3, p. 346-352, 2012.

CROWE, K. M.; FRANCIS, C. Position of the academy of nutrition and dietetics: functional foods. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, New York, v. 113, n. 8, p. 1096-1103, 2013.

DEL MAR CONTRERAS, M. et al. Resistance of casein-derived bioactive peptides to simulated gastrointestinal digestion. **International Dairy Journal**, Barking, v. 32, n. 2, p. 71-78, 2013.

GANDINI, G. et al. Economic evaluation of genetic improvement in local breeds: the case of the Verzaschese goat. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 16, n. 2, p. 199-207, 2017.

GARCÍA-TEJEDOR, A. et al. Novel antihypertensive lactoferrin-derived peptides produced by *Kluyveromyces marxianus*: gastrointestinal stability profile and in vivo angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 62, n. 7, p. 1609-1616, 2014.

GEROSA, S.; SKOET, J. Milk availability: Current production and demand and medium-term outlook. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed). **Milk and dairy products on human nutrition**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013, cap. 2, p. 11-37. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2020.

GRANATO, D.; NUNES, D. S.; BARBA, F. J. An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: a proposal. **Trends Food Science & Technology**, Cambridge, v. 62, p.13–22, 2017.

GUINANE, C. M. et al. Generation of the antimicrobial peptide caseicin A from casein by hydrolysis with thermolysin enzymes. **International Dairy Journal**, Barking, v. 49, p. 1-7, 2015.

LACROIX, I. M. E et al. Investigation into the bioavailability of milk protein-derived peptides with dipeptidyl-peptidase IV inhibitory activity using Caco-2 cell monolayers. **Food & Function**, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 701-709, 2017.

LÉRIAS, J. R. et al. Body live weight and milk production parameters in the Majorera and Palmera goat breeds from the Canary Islands: influence of weight loss. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 45, n. 8, p. 1731-1736, 2013.

LI, C.; BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Feeding diets varying in forage proportion and particle length to lactating dairy cows: I. Effects on ruminal pH and fermentation, microbial protein synthesis, digestibility, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 5, p. 4340-4354, 2020.

MANIKKAM, V. et al. A Review of Potential Marine-derived Hypotensive and Anti-obesity Peptides. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v. 56, n. 1, p. 92–112, 2015.

MCCLEAN, S.; BEGGS, L. B.; WELCH, R. W. Antimicrobial activity of antihypertensive food-derived peptides and selected alanine analogues. **Food Chemistry**, Barking, v. 146, p. 443-447, 2014.

MOHANTY, D. P. et al. Milk derived bioactive peptides and their impact on human health – A review. **Saudi journal of biological sciences**, v. 23, n. 5, p. 577-583, 2016.

NONGONIERMA, A. B.; FITZGERALD, R. J. Bioactive properties of milk proteins in humans: A review. **Peptides**, New York, v. 73, p. 20-34, 2015a.

NONGONIERMA, A. B.; FITZGERALD, R. J. Susceptibility of milk protein-derived peptides to dipeptidyl peptidase IV (DPP-IV) hydrolysis. **Food Chemistry**, Washington, v. 145, p. 845-852, 2014.

NONGONIERMA, A. B.; FITZGERALD, R. J. The scientific evidence for the role of milk protein-derived bioactive peptides in humans: A Review. **Journal of Functional Foods**, Amsterdam, v. 17, p. 640-656, 2015b.

RABIEE, A. R. et al. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: a meta-analysis and meta-regression. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 6, p. 3225-3247, June 2012.

RIUS, A. G. et al. Regulation of protein synthesis in mammary glands of lactating dairy cows by starch and amino acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 7, p. 3114-3127, 2010.

ROMAN, S.; SÁNCHEZ-SILES, L. M.; SIEGRIST, M. The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 67, p. 44-57, 2017.

SAADI, S. et al. Recent advances in food biopeptides: Production, biological functionalities and therapeutic applications. **Biotechnology Advances**, New York, v. 33, n. 1, p. 80-116, 2015.

SILVEIRA, S. T. et al. Dipeptidyl peptidase-IV inhibitory peptides generated by tryptic hydrolysis of a whey protein concentrate rich in β -lactoglobulin. **Food Chemistry**, Washington, v. 141, n. 2, p. 1072-1077, 2013.

SIQUEIRA, K. B. et al. Custo benefício dos nutrientes dos alimentos consumidos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 1129-1135, 2020.

SIQUEIRA, K. B. **O mercado consumidor de leite e derivados**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019. 17 p. Circular Técnica da Embrapa Gado de Leite, 120. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/-1110792>>. Acesso em: 15 set. 2020.

SOK, M. et al. Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 7, p. 5241-5249, 2017.

SORIO, A. Consumo e consumidor de lácteos: Atualidades e tendências. In: _____. **Cadeia agroindustrial do leite no Brasil: Diagnóstico dos fatores limitantes à competitividade**. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018. cap. 6, p. 111-125. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/b rz_sc_cadeia_produtiva_leite_MICS_por_2018.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

TACOMA, R. et al. Ratio of dietary rumen degradable protein to rumen undegradable protein affects nitrogen partitioning but does not affect the bovine milk proteome produced by mid-lactation Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 9, pág. 7246-7261, 2017.

TANG, W. et al. An antimicrobial peptide screened from casein hydrolyzate by *Saccharomyces cerevisiae* cell membrane affinity method. **Food Control**, Kidlington, v. 50, p. 413-422, 2015.

UENISHI, H. et al. Isolation and identification of casein-derived dipeptidyl-peptidase 4 (DPP-4)-inhibitory peptide LPQNIPPL from gouda-type cheese and its effect on plasma glucose in rats. **International Dairy Journal**, Barking, v. 22, n. 1, p. 24-30, 2012.

URISTA, C. M. et al. Review: Production and functionality of active peptides from milk. **Food Science and Technology International**, New York, v. 17, n.4, p. 293–317, 2011.

VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; MÁRQUEZ-HERNÁNDEZ, R. I.; HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L. E. Bioactive peptides from milk: animal determinants and their implications in human health. **Journal of Dairy Research**, London, v. 86, n. 2, p. 136-144, 2019.

VERRUCK, S. et al. Dairy foods and positive impact on the consumer's health. **Advances in Food and Nutrition Research**, New York, v. 89, p. 95-164, 2019.

ZHOU, X. Q. et al. Effect of dietary energy source and level on nutrient digestibility, rumen microbial protein synthesis, and milk performance in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 10, p. 7209-7217, 2015.

Produção orgânica de búfalos como alternativa frente às novas exigências do consumidor

Organic production of water buffaloes as an alternative to the demands of the new consumer requirements

Beatriz Lódola Moraes Gallego, Profa. Dra. Thaysa dos Santos Silva

1. Introdução

A busca por hábitos saudáveis e qualidade de vida tornou-se um estilo de vida alternativo, expandindo o consumo de produtos de origem orgânica no Brasil (GUIMARÃES et al., 2013). Com o passar dos anos, os consumidores começaram a ter a reflexão sobre consumo consciente e valorização do pequeno produtor rural, responsável por abastecer feiras, quitandas e mercearias locais (SILVA; BARBOSA, 2020).

A produção orgânica garante a qualidade dos alimentos que chegam até o consumidor sendo sustentáveis, livre de quaisquer químicos que envolve a produção convencional, respeitando o bem-estar animal e do produtor (SMOLINSKI; GUERREIRO; RAIHER, 2020), de acordo com a Associação de Promoção dos Orgânicos (ORGANIS) no mundo, o consumo de produtos orgânicos no Brasil aumentou 44,5% em 2020 (ORGANIS, 2020).

Os búfalos são animais versáteis com características marcantes como: docilidade, resistência e rusticidade. São utilizados como alternativa para a produção de tripla aptidão (leite, carne de qualidade e tração) (VIEIRA et al, 2011) que com a junção de suas características oferecem facilidade na criação, elevada fertilidade, adaptação a ambientes diversos e resistência à doenças, tornando-se um diferencial (BERNARDES, 2010).

Pela adaptabilidade dos búfalos em quaisquer climas, a sua produção cresceu com grande intensidade em áreas tropicais ocupando posição relevante na produção de alimentos para diversos países, como Índia e Paquistão e seguem conquistando outros países. De acordo com a Pesquisa da Pecuária Municipal, no Brasil o crescimento do rebanho bubalino

aumentou de 1,319 milhões de animais em 2014 para 1,434 milhões, enquanto o rebanho bovino cresceu de 212 milhões para 214 milhões, evidenciando um aumento significativo do rebanho bubalino no país (PPM, 2019).

Diante do exposto, o objetivo desta revisão é mostrar a bubalinocultura como uma alternativa na pecuária orgânica para o produtor rural que busca atender as demandas do mercado atual, trazendo grande vantagem econômica por serem animais de fácil manejo, social por contribuir e estimular o consumo de alimentos seguros, sustentável e de bem-estar animal, já que respeitam o meio ambiente e os animais.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da produção de búfalos orgânicos como alternativa para os consumidores que buscam aderir um hábito de vida mais saudável e sustentável, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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: Scopus, Scielo, Google Acadêmico, Elsevier, PUBVet e Researchgate. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Produção Orgânica

Na América Latina a produção orgânica foi estabelecida na década de 70 com a agroecologia como ciência, em 2000 começou a ganhar forças com a aprovação de políticas públicas a favor da agricultura familiar, segurança alimentar e da produção orgânica. Em 2017 a América Latina contou com 8 milhões de hectares de produção orgânica, sendo 11% de toda a produção mundial (IFOAM, 2019).

Os alimentos orgânicos são mais seguros para o consumo, pois não

possuem nenhum uso de fertilizantes químicos, pesticidas e transgênicos. Porém, esse sistema de produção requer maiores cuidados dos produtores para adubar corretamente, irrigar e fazer o controle contra pragas. Por isso, o sistema de produção orgânica tem uma adaptabilidade maior com a agricultura familiar, que possuem pequenas áreas de plantio e bastante mão de obra (SMOLINSKI; GUERREIRO; RAIHER, 2020).

A pecuária orgânica é a produção de animais no sistema orgânico, e o seu modelo prioriza além da produção sustentável, a saúde do animal, a preservação ambiental e as condições de trabalho dos funcionários. Sendo a produção orgânica não apenas a troca de insumos químicos por insumos orgânicos, e sim um conjunto de cuidados com todas as vertentes da produção envolvida. O grande entrave para a pecuária orgânica de bovinos é a sanidade, pois é extremamente difícil fazer o controle parasitário nos animais sem medicamentos químicos (SOARES et al., 2011). Na produção orgânica de bubalinos a sanidade não é um dos maiores problemas, pois, são animais rústicos e se adaptam facilmente ao meio que estão inseridos, sendo menos cometidos às enfermidades parasitárias (MARQUES, 2013).

2.1.1 Sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável conceitualmente de acordo com o Livro da Comissão mundial sobre o meio ambiente e Desenvolvimento “Nosso Futuro Comum”: “é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1991).

Logo, devemos entender como desenvolvimento sustentável a junção das dimensões: ambiental, econômica e social. A dimensão ambiental é a garantia de que a produção e o consumo não excedam a capacidade do ecossistema de se autorreparar. A dimensão econômica supõe uma inovação para a continuidade da produção com matérias primas de recursos naturais alternativas. E por último a dimensão social que atende como necessário aos cidadãos uma vida digna, com a erradicação da pobreza e a desigualdade social (NASCIMENTO, 2012).

A expansão de área e o desmatamento é a grande preocupação da pecuária, com isso, foi desenvolvido um sistema de manejo que promove a eficiência dos animais sem a necessidade de expandir e desmatar áreas, tendo a adoção da sustentabilidade na produção agroindustrial (AMARAL et al., 2012). A sociedade contemporânea passa pelo desafio de respeitar os limites da natureza por conta dos esgotamentos de recursos naturais usados intensamente a partir da revolução industrial, pois, as consequências afetam negativamente a vida do homem e o seu bem-estar, aumentando a preocupação com o desequilíbrio ambiental (BECK; PEREIRA, 2012).

2.2 A Produção de Búfalos

Os búfalos que encontramos no Brasil são da espécie *Bubalus bubalis* sp. Alguns pesquisadores afirmam que os búfalos foram domesticados em meados do terceiro milênio a.C, porém, só chegaram ao Brasil, pela Ilha de Marajó, em 1895 com o Conde italiano Rospigliosi Camilo, de Roma (MARQUES, 2000).

A bubalinocultura é considerada uma atividade importante e que a cada dia vem crescendo mundialmente, no Brasil esse crescimento ocorre, pois os bubalinocultores estão interessados em aumentar a quantidade e qualidade dos búfalos com foco na produção de leite, o que tem promovido aumento no número de búfalos em diferentes regiões do país. Os derivados do leite de búfala são importantes opções disponíveis nos supermercados, para aqueles consumidores que procuram um produto diferenciado, não só pelo sabor especial e próprio, mas por ter alta qualidade e segurança alimentar (ARAUJO et al., 2012).

O búfalo é um animal muito rústico, podendo ser utilizado para o trabalho na propriedade rural, como preparo de áreas para plantio, tração e sela. Além disso, são produtores de carne e leite, alimentos com baixo teor de colesterol (MARQUES, 2013) e proteína de alta qualidade e alto valor biológico para o consumo humano (LUZ; ANDRIGUETTO, 2013).

A carne bubalina quando comparada com a carne bovina não possui muita diferença quanto às características físicas e sabor, porém,

comparando a composição a carne bubalina possui menor teor de gorduras e possui melhor maciez, sendo recomendada para refeições com menor índice calórico (COLUSSI, 2019).

Comparando o leite de búfala com o de vaca, o leite bubalino possui maiores teores de gordura e proteína, menores teores de colesterol e maiores quantidades de ácido vacênico e rumênico, sendo muito benéfico para a alimentação humana. A gordura presente no leite de búfala possui grande valor econômico, pois é muito importante para a produção de derivados, como queijos e iogurtes (RICCI; DOMINGUES, 2012). Já Andriguetto (2011), afirma que o leite de búfala tem características físico-químicas peculiares, quando comparado com os bovinos, tem alto teor de gordura, proteína, sólidos totais e minerais, o que proporciona um elevado rendimento industrial, além do alto valor nutritivo. Não há dúvidas que o leite de búfalas e seus derivados, exibem elevada qualidade.

Os búfalos são animais que se adaptam em qualquer local, em diversas condições climáticas, podendo ser uma alternativa para algumas áreas que não são aceitas pelos bovinos. Os búfalos possuem preferência em locais pantanosos ou alagados, pois, são animais com poucas glândulas sudoríparas quando comparados com bovinos, além de possuir a epiderme com uma camada muito espessa, colaborando para uma menor eficiência de termorregulação (DAMASCENO et al., 2010), entretanto necessitam apenas de sombra e abundante disposição de água para sua criação.

Pela rusticidade, é incomum os búfalos serem acometidos por vermes e carrapatos na fase adulta, sendo uma vantagem da produção de bubalinos. Mesmo sendo animais resistentes, é ainda necessário tomar alguns cuidados como o protocolo de vacinação (similar ao dos bovinos). Contando com tanta rusticidade, é necessário manter cuidados redobrados com os bezerros, pois as maiores causas de mortalidade em bezerros são as verminoses, febre aftosa e salmonelose (MARQUES, 2013). A taxa de mortalidade em búfalos é inferior a 3%, quanto a de natalidade é superior a 80% (VIEIRA et al., 2011).

A rusticidade dos búfalos traz diversos benefícios para o produtor no

manejo sanitário, pois, são menos suscetíveis a infecções de mastite subclínica e ataques de carrapatos. Mesmo sendo fisiologicamente parecidos com bovinos, os búfalos possuem as vantagens de terem a pele com uma espessura mais grossa e as fêmeas possuem os ductos papilares mais fibrosos e musculosos, servindo como barreiras para as infecções e ectoparasitas (RICCI; DOMINGUES, 2012; LEITE; BASTIANETTO, 2009).

Com o grande desafio das novas exigências dos consumidores, grandes fabricantes de alimentos perderam mercado para pequenos produtores, buscando mudanças em seus produtos para atingir esse novo público alvo (CI Orgânicos, 2018). Nesta busca para sair da estagnação de vendas atendendo uma demanda de produtos mais saudáveis, as grandes empresas buscaram lançar produtos orgânicos no mercado como o leite bovino, porém, encontrando alguns obstáculos no meio do caminho (SILVANO, 2018).

Para que os búfalos tenham bom desempenho na produção, seja de carne, leite ou tração, é necessário garantir aos animais sanidade, bem-estar e boa alimentação, o que conseqüentemente aumenta a produção de leite e há uma melhora nos resultados de taxa de crescimento e sobrevivência de bezerros (BROOM; FRASER, 2010).

Com um bom manejo e bem-estar, os animais expressam seus comportamentos adequadamente. Uma característica muito marcante nos búfalos quando estão em estado elevado de bem-estar é a docilidade, facilitando o cuidado dos animais e a conduta do tratador sem oferecer riscos durante qualquer procedimento de manejo (FOGAÇA et al., 2017). Sendo, os búfalos são animais que oferecem versatilidade para o sistema de produção, o que torna possível uma expansão populacional junto a expansão de novas tecnologias de manejo (BARRETO, 2010).

Além das facilidades de manejo, os búfalos possuem uma alta produtividade em relação a conversão alimentar, são animais que não são exigentes, consomem alimentos de baixa qualidade e produzem leite e carne de excelência, além disso, búfalas leiteiras possuem uma vida produtiva longa, podendo chegar a dez lactações produzindo até onze ou mais litros de

leite por dia. Somando todas as suas características produtivas, os búfalos são animais económicos e produtivos, portanto um grande potencial económico para o produtor (CAVALI; PEREIRA, 2020).

Os búfalos são similares aos bovinos fisiologicamente, o que resulta negativamente na comercialização de seus produtos. A carne de búfalo não é diferenciada no mercado, sendo, na maioria das vezes, comercializada como carne bovina. O leite era misturado com o leite de bovinos até surgir a circular n° 286 de 13/09/1979 do Serviço de Inspeção de Produto Animal (SIPA), que proíbe a mistura de mais de 30% do leite bubalino com o leite bovino. Com isso houve uma valorização no leite e derivados, como a mozzarella de búfala, alimento bastante conhecido (BERNARDES, 2014).

2.3 Consumidor

A produção orgânica tem grande impacto em um nicho de pessoas que priorizam hábitos alimentares saudáveis e sustentáveis. De acordo com a pesquisa realizada no Rio de Janeiro, grande parte desses consumidores têm idades entre 40 e 60 anos, do sexo feminino, com renda elevada e fazem o consumo de produtos orgânicos diariamente (SILVA, et al., 2013).

Os fatores no perfil do consumidor, como renda e formação são os mais significativos quanto ao consumo de alimentos orgânicos. Sendo assim, é compreendido que pessoas com formação educacional reconhecem que os alimentos orgânicos são mais saudáveis que os convencionais, possuem maior nível de segurança de alimentos, e são sustentáveis. Com as vantagens do alimento orgânico, o consumidor se dispõe em investir mais para consumir alimentos com qualidade elevada, reconhecendo os processos de produção e a valorização que os alimentos orgânicos possuem (FERREIRA; CAVALCANTI, 2017).

A percepção e o posicionamento do consumidor em relação aos alimentos orgânicos tornam o desenvolvimento sustentável possível, pois o consumidor irá, dentro da sua realidade aumentar o consumo de alimentos sustentáveis e a redução de consumo de produtos insustentáveis. Essas percepções geram impactos positivos na sociedade, com a mudança de

atitude individual, há uma influência para as mudanças coletivas, promovendo o consumo consciente da população (SILVA; GÓMEZ, 2010).

2.3.1 Relação Humano-Animal

A relação entre humanos e animais é antiga, acompanhou a civilização humana e ocasionou diversos benefícios que permanecem até os dias atuais. Desde então a relação humano-animal é crescente e acarretou no aumento da presença dos animais no cotidiano do ser humano como “animais de companhia” com vínculos emocionais de ambas as partes (FARACO, 2008). No caso dos animais de produção esta relação não é diferente, a relação dos animais com os seus tratadores tem influências na produtividade e no bem-estar dos animais, geralmente, os resultados são em condições de criação intensiva (HONORATO et al., 2012).

Com o aumento do ativismo, o consumo de carne está sendo relacionado com as práticas de dor, sofrimento e a exploração animal (LIRA, 2013). A produção orgânica de acordo com a Instrução normativa nº 46, documento criado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que estabelece o regulamento técnico para a produção de produtos orgânicos, as práticas de manejo do sistema produtivo que devem respeitar as condições de bem-estar animal para serem enquadrados no sistema orgânico, sendo assim, o alimento possui a certificação de livre de dor, sofrimento e exploração (BRASIL, 2011).

O comitê Brambell criou as cinco liberdades, para ter a percepção de bem-estar animal que serve para animais de produção, companhias e selvagens. As cinco liberdades são: Livre de fome e sede, livre de dor e doença, livre de desconforto, livre de medo e estresse e livre para expressar seu comportamento natural (AUTRAN et al., 2017). O bem-estar pode ser estimulado de diversas formas, trazendo vários benefícios para o produtor, pois, um animal em condições de bem-estar garante uma maior e melhor produtividade, além de melhorar os índices reprodutivos (ROSSO, 2019).

3. Discussão

A produção orgânica pode ser utilizada como alternativa da produção convencional para aquelas pessoas que buscam uma alimentação mais segura, saudável, sustentável e que garanta o bem-estar animal. Pesquisas recentes mostram os efeitos desta preocupação com a alimentação em relação ao consumo de produtos orgânicos, como já foi citado há um aumento na casa dos 44,5% (ORGANIS, 2020).

Vale ressaltar que o consumo de produtos orgânicos no Brasil ainda é restrito a um pequeno nicho da população, como mulheres de meia idade e pessoas com nível superior de escolaridade, necessitando de expansão territorial e cultural. Porém acreditasse, segundo alguns autores da área, que isso seja o futuro, pois cada vez mais pessoas estão aderindo e consumindo produtos orgânicos ligados à agricultura familiar e local. Além disso, há a questão da sustentabilidade nos processos de produção, sendo a produção orgânica um grande diferencial para quem se preocupa com estas questões, pois garante por lei o bem-estar animal e a sustentabilidade em todos os ciclos do processo de produção de acordo com a legislação brasileira vigente.

Os búfalos são os animais que mais se adequam à pecuária orgânica, por conta de suas funções e particularidades que facilitam no manejo alimentar, sanitário e reprodutivo. São animais com ótima conversão alimentar, são altamente produtivos com alimentos de baixa qualidade, produzem leite e carne de excelência, se adaptam a qualquer clima, são resistentes a doenças e ectoparasitas, são animais dóceis e o mais importante: se encaixam perfeitamente no sistema de produção orgânico, combinando a facilidade da criação e alto rendimento econômico agregando valor nos produtos comercializados.

O processo de produção do sistema orgânico não é tão simples, geralmente as fazendas passam anos tentando adequar seus sistemas para atender a instrução normativa 46, levando muitos produtores a desistência da produção orgânica. Silvano (2018) comenta sobre esta dificuldade de adequação na produção de bovinocultura leiteira, como citado

anteriormente, pois os bovinos são animais muito sensíveis à infecções. Sendo um dos grandes impasses para a produção de leite bovino é a mastite subclínica, infecção na glândula mamária, que causa redução da produção de leite e prejuízos para o produtor. Em produções convencionais de vacas leiteiras é comum à utilização de medicamentos sintéticos para o cuidado dos animais, o que não pode acontecer em um sistema de produção orgânico, dificultando os métodos de tratamento das infecções (TRONCARELLI et al., 2013; GALDINO et al., 2012). Nota-se que com as búfalas isso não é um problema, já que a mastite ocorre muito pouco entre elas.

Sendo pouco comum a incidência de problemas relacionados à mastite e carrapatos, mesmo sendo muito parecidas fisiologicamente com vacas leiteiras, as búfalas possuem um diferencial na derme e nos ductos papilares, essas poucas diferenças elevam a bubalinocultura a um grande diferencial para o produtor, permitindo que ele dê prioridade para o manejo sanitário sem precisar se preocupar com a infecção e com os ectoparasitas. Para a produção orgânica, a bubalinocultura se encontra em um nicho sanitário ideal, pois a produção não terá problemas com medicamentos sintéticos e prejuízos produtivos causados pela carência da medicação.

4. Considerações finais

A produção de búfalos é uma alternativa para a produção orgânica, pois são animais que se adaptam a qualquer clima que são inseridos, são rústicos, dóceis, de fácil manejo, a produção é mais barata por causa da conversão alimentar, são resistentes a doenças, possuem tripla aptidão (carne, leite e trabalho) e possuem ótimos índices zootécnicos, além de produzirem carne e leite de excelente quantidade, no que se refere à saúde humana. Sendo assim, a bubalinocultura orgânica contribui com a garantia de fornecer produtos de qualidade para os seus consumidores, de forma mais econômica, viável, colaborando com a preservação do meio ambiente e sendo socialmente benéfico.

Referências

- ANDRIGHETTO, C. Cadeia produtiva do leite de búfala - visão da universidade. In: SIMPÓSIO DA CADEIA PRODUTIVA DA BUBALINOCULTURA, 2., 2011, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 1th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BUFALO PRODUCTION CHAIN, 2011.
- AMARAL, G. et al. Panorama da pecuária sustentável. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**. Rio de Janeiro, n. 36, p. 249 - 288, 2012.
- ANDRADE, L. M. S.; BERTOLDI, M. C. Atitudes e motivações em relação ao consumo de alimentos orgânicos em Belo Horizonte - MG. **Brazilian Journal of Food Technology**, Minas Gerais, v.15, p. 31-40, 2012.
- ARAÚJO, K. B. S. et al. Influence of the year and calving season on production, composition and mozzarella cheese yield of water buffalo in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. **Italian Journal of Animal Science**, v.11, n.6, p. 87-91, 2012.
- ASSOCIAÇÃO DE PROMOÇÃO DOS ORGÂNICOS NO BRASIL E NO EXTERIOR (ORGANIS). **Enquete sobre o consumo de produtos orgânicos**. 2020. Disponível em: <<https://organis.org.br/enquete-sobre-o-consumo-de-produtos-organicos/>>. Acesso em: 29 out. 2020.
- AUTRAN, A. ALENCAR, R. VIANA, R. B. Cinco liberdades. **Revista PET Vet Radar**. v. 1, n. 3, 2017.
- BARRETO, M. L. de J. et al. Análise de correlação entre a contagem de células somáticas (ccs), a produção, o teor de gordura, proteína e extrato seco total do leite bubalino. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 47-53, 2010.
- BECK, C. G.; PEREIRA, R. de C. de F. Preocupação ambiental e consumo consciente: os meus, os seus e os nossos interesses. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. São Paulo, v. 1, n. 2, p. 51-78, 2012.
- BERBARDES, O. Bubalinocultura no Brasil e no mundo: Perspectiva frente ao agronegócio. In: I SIMPÓSIO DE RUMINANTES, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNESP, v. 1, 2010.
- BERNARDES, O. Desafios na produção de leite de búfalas. In: I SIMPÓSIO DE RUMINANTES LEITEIROS, 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UDILEITE, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 46 de 06 de Outubro de 2011**. Dispõe o regulamento técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as

listas de substâncias e práticas permitidas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Diário Oficial da União, Brasília, 06 out. 2011 art. 87. Acesso em: 01 nov. 2020.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Domestic Animal Behaviour and Welfare. 4th Edition.** United Kingdom, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/289779203_Comportamento_e_bem-estar_de_animais_domesticos>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRUNDTLAND, G. H. **Livro Nosso futuro comum. 2º Edição.** Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CAVALI, J.; PEREIRA, R.G de A. Produção leiteira de búfalos. **Livro técnico infoteca-e Embrapa.** cap. 17, p. 391-399, Amazônia, 2020.

CI ORGÂNICOS - CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM ORGÂNICOS. **Multinacionais de alimentos perdem mercado e procuram inovar.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://ciorganicos.com.br/noticia/multinacionais-de-alimentos-perdem-mercado-e-procuram-inovar/>>. Acesso em: 28 abr. 2021

COLUSSI, J. Você sabe a diferença entre carne bovina e de búfalo? **Revista GZH.** Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campo-e-lavoura/noticia/2019/11/voce-sabe-a-diferenca-entre-carne-bovina-e-de-bufalo-ck394t12i03n301ph8s26zupj.html>>. Acesso em: 03 mai. 2021.

DAMASCENO, F. A. et al. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. **Revista eletrônica NutriTime.** Artigo 125, v. 7, n. 5, p. 1370-1381, 2010.

FARACO, C. B. Interação Humano-Animal. Pernambuco. **Revista Ciência Veterinária nos Trópicos.** Recife, v. 11, suplemento 1, p. 31 - 35, 2008.

FERREIRA, P. E. S.; CAVALCANTI FILHO, A. M. Modelo de análise do perfil do consumidor de produtos orgânicos para definição da estratégia de marketing. **Revista Brasileira de Administração Científica.** v. 8, n. 2, 2017.

FOGAÇA, J. L. et al. Base conceitual para avaliação comportamental e do bem-estar de búfalas leiteiras. **Revista Veterinária e Zootecnia: I Simpósio Nacional de Bovinocultura e Bubalinocultura.** Botucatu, v. 24, n.3-S1, 2017.

GALDINO, M. C.; DOMINGUES, P. F.; LAPENNA, B. S. A produção de leite orgânico e aspectos de segurança alimentar. **Revista Veterinária e Zootecnia.** Botucatu, v. 19, n. 4, p. 490-501, 2012.

GUIMARÃES, I. L. R. et al. Produtos orgânicos: como os consumidores

veem?, **Revista Brasileira de Administração Científica**, Aquidabã, v. 4, n. 1, 2013.

HONORATO, L. A. et al. Particularidades relevantes da interação humano-animal para o bem-estar e produtividade de vacas leiteiras. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 42, n. 2, 2012.

LEITE, R.C.; BASTIANETTO, E. Aspectos epidemiológicos e controle das doenças parasitárias em bubalinos. **Revista Ciência Animal brasileira**, v.1, Goiás, 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/7666>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

LIRA, L. C. “Eles matam porque você come!”: simbolismo e moral alimentar entre vegetarianos e vegans. **Revista Brasileira de Sociologia da Emoção**. v. 12, n. 36, p. 789, 2013.

LUZ, P. A. C.; ANDRIGUETTO. C. Características da carne bubalina e benefícios da maturação sobre a sua qualidade. **Revista acadêmica Ciência Animal**. Curitiba, v. 11, n. 4, p. 418, 2013.

MARQUES, J. R. F. **Búfalos: Coleção 500 perguntas, 500 respostas**. EMBRAPA, Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, 2000. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101794/1/500perguntasbufalos.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

MARQUES, J. R. F. **Búfalos: Coleção 500 perguntas, 500 respostas. 2ª edição**. EMBRAPA, Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1124385>>. Acesso em: 24 out. 2020.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Revista Estudos Avançados**. São Paulo, v. 26, n. 74, 2012.

PPM. Pesquisa Pecuária Municipal. **IBGE**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019> . Acesso em 09 mai. 2021.

RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC AGRICULTURE FiBL. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2019. **IFOAM**: Nurnberg, 2019. Disponível em: <<https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

RICCI, G, D.; DOMINGUES, P, F. O leite de búfala. **Revista de educação continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. São Paulo, v. 10, n. 1, p. 14-19, 2012.

ROSSO, G. **Bem-estar animal impacta na produtividade de carne e leite**. EMBRAPA Pecuária Sudeste, Paraná, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46763771/bem-estar-animal-impacta-na-produtividade-de-carne-e-leite>>. Acesso em: 04 mai. 2021.

SILVA, E. B. et al. Perfil socioeconômico de consumidores de produtos orgânicos. **Revista Verde**, Rio Grande do Norte, v. 8, n. 2, 2013.

SILVA, J. H. C. S.; BARBOSA, A. S. A inserção da agroecologia em um novo sistema alimentar pós-covid-19. **Revista brasileira de educação ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 148-159, 2020.

SILVA, M. E.; GÓMEZ, C. R. P. Consumo consciente: o papel contributivo da educação. **Revista Reuna**, Belo Horizonte, v.15, n. 3, 2010.

SILVANO, J. O projeto da Nestlé para lançar seu leite orgânico no Brasil em 2019. **Centro de Inteligência em orgânicos**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://ciorganicos.com.br/noticia/o-projeto-da-nestle-para-lancar-seu-leite-organico-no-brasil-em-2019/>>. Acesso em: 28 abr. 2021

SMOLINSKI, R.; GUERREIRO, E.; RAIHER, A. P. Análise do mercado de produtos orgânicos: estudo de caso de feira em Ponta Grossa, PR. **Editora UFPR**, Paraná, n. 23, p. 167 - 182, 2011.

SOARES, J. P. G. et al. **Produção orgânica de leite: Desafios e perspectivas**. Simpósio Nacional de Bovinocultura Leiteira, 2011. Brasília, Anais SIMLEITE, 2011. Disponível em: <<https://www.simleite.com/arquivosAnais/arquivo38>>. Acesso em: 29 out. 2020.

TRONCARELLI, M.Z. et al. Mastite bovina sob nanocontrole: a própolis nanoestruturada como nova perspectiva de tratamento para rebanhos leiteiros orgânicos. **Revista Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 20. Edição comemorativa, o. 124-136, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/140899>>. Acesso em: 28 abr. 2021

VIEIRA, J. N.; TEIXEIRA, C. S.; KUABARA, M. Y.; DE OLIVEIRA, D. A. A. Bubalinocultura no Brasil - *Short communication*. **Pubvet**, Londrina, v. 5, n. 2, ed. 149, 2011.

O avanço da zootecnia na busca de alternativas para a substituição dos melhoradores de desempenho na produção suinícola

The advancement of animal science in the search for alternatives to replace performance improvers in pig production

Emilye Izabele Cristina de Moraes, Laya Kannan Silva Alves, Prof. Dr. Cesar Augusto Pospissil Garbossa

1. Introdução

A produção mundial de carne suína no ano de 2020 foi de aproximadamente 98 milhões toneladas, sendo desse total 4,436 milhões toneladas produzidas no Brasil (USDA/ABPA, 2021). Esses números foram alcançados devido aos avanços do setor e um dos fatores que possibilitaram o sucesso da suinocultura foi o uso de agentes antimicrobianos, de modo não terapêutico, utilizados com a finalidade de promotores de crescimento.

Os antimicrobianos têm desempenhado um papel importante, por mais de 50 anos, no crescimento e desenvolvimento da suinocultura, auxiliando no controle de doenças e na promoção do crescimento do animal. Dentro da produção animal, a cadeia suinícola é a que mais utiliza antibióticos como promotores de crescimento. Porém, o uso em larga escala oferece um alto risco para o surgimento de resistência aos antibióticos em bactérias patogênicas. Devido a esse cenário, a Organização Mundial de Saúde (OMS) proibiu a utilização de alguns antibióticos com a finalidade de promotores de crescimento e publicou recomendações para seu uso apenas como fins terapêuticos com indicação veterinária.

Portanto, para a suinocultura continuar sendo competitiva no mercado mundial de proteína animal, ela precisa se adaptar às novas exigências de mercado garantindo a sua inocuidade. Assim, é fundamental desenvolver alternativas aos antibióticos com uma boa relação custo-benefício, a fim de garantir sustentabilidade a longo prazo na produção de suínos, neste sentido, foram realizadas diversas pesquisas na busca de

substitutos aos antibióticos como promotores de crescimento e um substituto promissor é o probiótico. Os probióticos são organismos que contribuem para a manutenção da microbiota intestinal, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes, melhorando a imunidade e modulando a microbiota intestinal. O objetivo dessa revisão foi abordar os desafios associados ao uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho dentro da cadeia suinícola, bem como, a busca das novas alternativas nutricionais para a substituição destes compostos, com ênfase nos probióticos.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da busca de novos aditivos alimentares em substituição aos antibióticos promotores de crescimento com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2021, 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, Science Direct e Springer link. As palavras-chaves utilizadas para a pesquisa foram: antibióticos, probióticos, suíno, desempenho e resistência. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 A utilização dos antimicrobianos melhoradores de desempenho pela suinocultura

Os antimicrobianos podem ser utilizados na suinocultura como aditivos promotores de crescimento e na forma terapêutica, como em tratamento de infecções bacterianas (NOSCHANG, 2017), sendo na promoção de crescimento e na prevenção de doenças, a fim de melhorar a eficiência alimentar (FAO/WHO, 2001). Todavia a crescente utilização de melhoradores de desempenho levou ao uso generalizado com o objetivo de melhorar o desempenho dos animais (PRESTES, 2013). Os antibióticos como promotores de crescimento são amplamente utilizados nas dietas de suínos,

especialmente na fase de creche, a fim de controlar a ocorrência de diarreia pós desmame e com isso melhorando o seu desempenho na fase de crescimento e terminação (OMONIJO, 2018).

Os promotores de crescimento atuam das seguintes maneiras: reduzem a carga microbiana intestinal e alteram a microbiota em uma população benéfica, principalmente no intestino proximal; diminuem a competição por nutrientes entre o hospedeiro e os microrganismos; reduzem a descarboxilação microbiana de aminoácidos em aminas e levam a uma menor ocorrência de desaminação em amônia no intestino delgado, ou seja, no local de absorção ativa dos nutrientes no animal; e aumentam a absorção de nutrientes no intestino pela maior eficiência da digestão enzimática dos principais nutrientes (LÓPEZ-GÁLVEZ, 2020).

A preocupação da comunidade científica mundial com a segurança alimentar é crescente, especialmente quando se refere ao uso de medicamentos antibióticos em rações para os animais (SANTOS, 2016). O uso indiscriminado dessas substâncias tem levado ao desenvolvimento de resistência bacteriana e acúmulo no meio ambiente, devido a isso a indústria suinícola deve buscar novas alternativas (LÓPEZ-GÁLVEZ, 2020).

2.1.1 Resistência bacteriana e proibição

O uso de antibióticos nas dietas dos animais levou há um maior aparecimento de resistência antimicrobiana, o que ocasionou uma ameaça mundial à saúde pública (MOREHEAD; SCARBROUGH, 2018). Morés (2014) observou que o uso de baixas doses de antibiótico em um curto período de tempo na ração animal, proporcionou o aumento da quantidade e da diversidade de genes da resistência, incluindo genes a antibióticos não administrados na ração. Segundo Looft (2012) o uso de antibióticos causou aumento de genes de resistência e provavelmente, muito desses genes foram favorecidos através da interação direta com os antibióticos. Estima-se que em 2050 a resistência microbiana será a principal causa de mortes no mundo (MARSTON, 2016).

Diante deste cenário a Organização Mundial de Saúde proibiu a utilização de antimicrobianos administrados como promotores de

crescimento, limitando seu uso apenas para fins terapêuticos e com prescrição veterinária e a implementação de avaliações de risco para monitorar os níveis de resistência em animais de produção (WHO, 2003, 2004). Em 2006 a União Europeia proibiu a administração de melhoradores de desempenho a base de antibióticos na alimentação animal (DUTRA, 2011); e países como Estados Unidos e Canadá começaram a limitar o uso em janeiro de 2017 (FDA, 2012). Em novembro de 2016 a Secretaria de Defesa Agropecuária ligada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), baseado nos decretos da OMS, redigiu uma normativa com a proibição do uso da substância antimicrobiana sulfato de colistina, com a finalidade de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na alimentação animal, como consta na instrução (BRASIL, 2016) normativa nº45. Já em dezembro de 2018 ocorreu a proibição do uso de tilosina, lincomicina, virgimicina, bacitracina e tiamulina como melhoradores de desempenho, como consta na Portaria nº 171 (BRASIL, 2018).

2.2 Aditivos alternativos ao uso dos antibióticos

Há um grande interesse no desenvolvimento de estratégias de manejo e de alimentação para estimular o desenvolvimento intestinal e a saúde dos leitões, tendo como objetivo final melhorar a produtividade dos leitões no período de desmame e diminuir o uso de antibióticos em suas dietas (DE LANGE, 2010). Nos últimos anos muitas pesquisas foram realizadas para buscar alternativas confiáveis na substituição de antibióticos (LÓPEZ-GÁLVEZ, 2020). As alternativas amplamente pesquisadas são os probióticos, prebióticos, extratos vegetais e ácidos orgânicos (THACKER, 2013).

O probiótico, por definição, é um substrato utilizado seletivamente por microrganismos do hospedeiro que oferece benefício à saúde (GIBSON, 2017). As substâncias prebióticas precisam ser resistentes aos ácidos gástricos e enzimas digestivas do hospedeiro, ser fermentáveis e estimular o crescimento e a atividade da microbiota intestinal surgindo efeito positivo na saúde intestinal e geral do hospedeiro (LÓPEZ-GÁLVEZ, 2020).

Os extratos vegetais são mais conhecidos como óleos essenciais. Eles são compostos bioativos naturais oriundo de algumas plantas e possuem efeitos positivos no crescimento e na saúde do animal (PUVACA, 2013). Diversos pesquisadores comprovaram suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e coccidiostáticas, sendo uma alternativa a substituição dos antibióticos promotores de crescimento (OMONIJO, 2018).

Os ácidos orgânicos são um conjunto de compostos químicos, sendo os mais comuns os ácidos carboxílicos. Em geral os ácidos orgânicos melhoram a digestão de proteínas e aumentam as populações de bactérias benéficas, como os lactobacilos, e inibem o crescimento de bactérias prejudiciais para a saúde intestinal (LÓPEZ-GÁLVEZ, 2020).

Os probióticos melhoram a saúde geral dos animais, atuando na manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal, melhorando a saúde intestinal por meio da alteração na população da microbiota intestinal (VEIZAJ-DELIA, 2012). De acordo com a FAO e WHO os probióticos são “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um bom benefício à saúde do hospedeiro”, melhorando sua microbiota intestinal (BAJAGAI, 2016). Na década de 1970, os probióticos começaram a ser inseridos nas dietas dos animais com o objetivo de melhorar o desempenho de crescimento animal, seu estado de saúde e a resistência a doenças (YIRGA, 2015).

Os probióticos normalmente são isolados da microflora intestinal do indivíduo pretendido, como no caso de suínos, e selecionados com base em critérios, como por exemplo, resistentes a ácidos estomacais e sais biliares, capacidade de colonizar o intestino ou antagonizar os microrganismos patogênicos (CHO, 2011).

De acordo com a FAO (2016) os probióticos podem ser divididos em quatro classes, como, bacterianos ou não bacterianos (fungos e leveduras); quanto a formação ou não de esporos; em relação ao número de cepas; autóctones ou alóctones. Os microrganismos que são usados como probióticos que não fazem parte do trato gastrointestinal do animal, são chamados de alóctones, enquanto os que fazem parte são chamados de autóctones. (YIRGA, 2015). Dentro da classe dos probióticos, as leveduras se encontram em destaque, uma vez que vêm sendo

amplamente utilizada em animais de produção monogástricos, como aves e suínos (CHAUCHEYRAS-DURAND; DURANTE, 2010).

2.3 Probióticos e seu mecanismo de ação

Diferentemente dos antibióticos que podem diminuir as concentrações de bactérias indesejáveis juntamente com as desejáveis, os probióticos são planejados para estimular específicas cepas ou espécies de bactérias benígnas no intestino em detrimento as outras menos desejáveis, aumentando a população de microrganismos desejáveis no intestino (LIAO, 2017). Em suínos, os probióticos possuem maior atuação no cólon e no ceco, local onde se encontra uma população microbiana diversificada e abundante (CHAUCHEYRAS-DURAND; DURAND, 2010).

Segundo Gaggia (2010), os probióticos utilizados na indústria suinícola devem possuir diversas características, e estas podem ser destacadas em quatro atributos principais. O primeiro está relacionado a capacidade de colonizar ou ser metabolicamente ativos no intestino, ou seja, devem ser resistentes ao ácido gástrico e a digestão para que ocorra a interação com o intestino do hospedeiro. Como segunda característica deve promover a saúde, tanto pela estimulação direta da resposta imune do hospedeiro, quanto pela indireta através da redução da carga bacteriana patogênica. Em terceiro e quarto está associada a aplicabilidade, como por exemplo a durabilidade desse probiótico e a sua segurança, não só para a saúde do animal, mas também em relação à saúde pública.

Embora diferentes probióticos possam ter diferentes efeitos no ambiente intestinal, os mecanismos de ação são principalmente por exclusão competitiva, antagonismo bacteriano e modulação imunológica (STEINER, 2009). A exclusão competitiva é definida pela capacidade da microflora de se proteger contra as substâncias patogênicas e isso ocorre através da seleção de microrganismos benéficos, devido à ação dos probióticos, que competem com as bactérias prejudiciais prevenindo sua colonização (STEINER, 2009).

O antagonismo bacteriano ocorre através da produção de substâncias com propriedades bactericidas ou bacteriostáticas, diminuição do pH luminal por

atividade fermentativa probiótica, inibindo o crescimento de bactérias gram-negativas pelo peróxido de hidrogênio produzido pela fermentação afetando o metabolismo e a produção de toxinas dos microrganismos patogênicos (OELSCHLAEGER, 2010; CHO, 2011; YIRGA, 2015).

A modulação das respostas imunes ao hospedeiro ocorre através da melhoria da imunidade intestinal através da restituição da integridade da função da barreira intestinal, através do aumento da produção de muco intestinal ou secreção de cloreto, ainda possui a capacidade de estimular ou suprimir as respostas imunes adquiridas pelos animais e influenciar o sistema imunológico do animal através da produção de metabólitos, componentes da parede celular e DNA (OELSCHLAEGER, 2010; CHO, 2011; YIRGA, 2015).

2.3.1 Efeitos no desempenho de suínos

A fase pós-desmame é um momento desafiador para os leitões, uma vez que é necessário esses se adaptarem a inúmeros fatores estressantes, como: transferência de instalações, separação da mãe e da leitegada (MAIA, 2013). Além disso, há ainda o desafio fisiológico, pois o trato gastro intestinal (TGI) precisa se adaptar a nova dieta, que antes era líquida e passa a ser sólida. De acordo com PLUSKE (2018), os microrganismos patogênicos possuem um ambiente favorável para a sua fixação no TGI dos leitões, os quais modificam sua estrutura e reduzem a capacidade digestiva e absorptiva, decorrente da diminuição das vilosidades e aprofundamento de criptas. Devido isso, os probióticos utilizados como aditivos zootécnicos, melhoram o estado geral de saúde, e como consequência, consumo médio diário de ração, a conversão alimentar e o ganho de peso (LÓPEZ-GÁLVEZ, 2020).

Le Bon (2010) verificou que a utilização de probióticos possui um efeito de melhora na conversão alimentar em leitões desmamados, apesar do comprimento das vilosidades, profundidade de cripta, contagens de células produtoras de muco e a espessura da camada de muco do intestino delgado permaneceram os mesmos após quatro semanas de tratamento, porém as contagens de *E. Coli no* intestino foram reduzidas.

Lan (2017) observou o melhor ganho de peso médio diário dos leitões com dieta suplementada a base de probióticos, em 11,19% quando comparado ao animais recebendo a dieta sem a suplementação de probióticos. A digestibilidade de energia bruta também foi melhorada quando os animais foram alimentados com a dieta suplementada em 1,52% quando comparada a dieta não suplementada.

3. Discussão

Os momentos mais vulneráveis no ciclo produtivo de um suíno são no momento do nascimento e depois as duas semanas seguintes após o desmame (KENNY, 2011). O período pós desmame normalmente é caracterizado por um crescimento abaixo do ideal, devido ao baixo consumo de ração e com isso diminuição de peso corporal, onde podem comprometer em até 50% do seu potencial de crescimento (PLUSKE, 2013), acarretando perdas produtivas e econômicas. Para melhorar a produtividade, saúde e bem-estar dos leitões no período pós-desmame é necessário encontrar aditivos alimentares aceitáveis e que sejam eficazes na melhoria do crescimento deste leitão (PLUSKE, 2013). Nesse sentido, a utilização dos probióticos na cadeia suinícola tem por objetivo estabelecer uma microbiota saudável e com isso promover a melhora da saúde, do bem-estar e do desempenho animal (CHOI, 2011; KENNY 2011).

A microbiota intestinal fornece um suporte fundamental para o hospedeiro, uma vez que auxilia na produção de vitaminas e cofatores, utiliza ingredientes alimentares indigestíveis, na desintoxicação de componentes da ração. O revestimento do intestino com uma microbiota saudável auxilia na exclusão física de patógenos, na produção de antibióticos e antifúngicos naturais, e com isso na manutenção da função da barreira intestinal e no estímulo de respostas anti-inflamatórias (KENNY, 2011). Alguns estudos mostraram que os probióticos podem fornecer vitaminas com funções fisiológicas no organismo do animal, como por exemplo, as vitaminas do complexo B sintetizadas por bactérias de ácido lático (LI, 2017).

Os probióticos vêm se mostrando promissores, uma vez que, podem atuar de várias maneiras, como na prevenção de diarreia, no restabelecimento do equilíbrio da microbiota após um processo de disbiose, no aumento da função da barreira intestinal e no estímulo de imunidade ao hospedeiro (BARBA-VIDAL, 2019). Vários estudos comprovam que humanos e animais que receberam probióticos apresentaram alteração da microbiota intestinal, e conseqüentemente uma melhora na imunidade intestinal, na resistência a doenças, diminuição da eliminação de patógenos e sintomas de doenças (BHANDARI, 2010; KENNY, 2011; UPADHAYA 2017; YIRGA, 2015). Foi comprovado que os probióticos possuem um papel importante na modulação de respostas imune no hospedeiro, de maneira específica da cepa, as respostas imunes inatas e adquiridas podem ser moduladas pelos probióticos (DONG, 2014; CHOI, 2016).

Os efeitos do uso de probióticos na suinocultura não são consistentes na literatura, possivelmente isso se deve à variação nas cepas utilizadas, doses utilizadas, duração do tratamento e maneira em que o animal é criado. A maioria dos relatórios demonstrou que a administração de cepas probióticas, sendo elas separadas ou em combinação, provocou uma melhora significativa no ganho médio diário, na conversão alimentar dos suínos e no consumo médio diário de ração (LIAO, 2017).

Portanto os probióticos podem desempenhar um papel crítico, uma vez que previnem patógenos clinicamente relevantes, como *E. coli*, demonstrando um importante papel na prevenção de doenças pós- desmame. Contudo, não se deve esperar que a inclusão de probióticos ofereça o mesmo efeito quando comparado ao antibiótico, uma vez que seus efeitos tendem a ser bastantes discretos, precisando combiná-los com outros alimentos e estratégias de manejo (BARBA-VIDAL, 2019).

4. Considerações Finais

Diversos estudos apontam o aumento da resistência microbiana devido a utilização indiscriminada de antibióticos como promotores de crescimento, devido a isso foi necessário investir em alternativas para a

substituição destes. Uma das alternativas encontradas foram os probióticos, estes por sua vez podem atuar melhorando a população de bactérias benéficas na microbiota intestinal, pois atuam no aumento da disponibilidade de nutrientes para essas bactérias, melhorando a absorção, secreção intestinal e conseqüentemente melhorando o desempenho do suíno devido a menor incidência de problemas sanitários.

Os probióticos são considerados promissores substitutos aos antibióticos utilizados como promotores de crescimento para suínos, no entanto, são necessárias mais pesquisas para melhores conclusões.

Referências

BARBA-VIDAL, E.; MARTÍN-ORÚE, S. M.; CASTILLEJOS, L. Review: Are we using probiotics correctly in post-weaning piglets?. **Animal**, Cambridge, v. 12, n. 12, p. 2489-2498, 2018.

BARBA-VIDAL, E.; MARTÍN-ORÚE, S.M.; CASTILLEJOS, L. Practical aspects of the use of probiotics in pig production: A review. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 223, p. 84-96. 2019.

BERMUDEZ-BRITO, M. et al. Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition and Metabolism*, **Basel**, v. 61, n. 2, p. 160-174, 2012.

BHANDARI, S. K. et al. Dietary protein level and probiotic supplementation effects on piglet response to *Escherichia coli* K88 challenge: performance and gut microbial population. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 133, n. 1-3, p. 185-188. 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Proibição da substância antimicrobiana sulfato de colistina, com a finalidade de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na alimentação animal. Disponível em: <http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/2489_GED.pdf>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Regulamento técnico para o registro de aditivos antimicrobianos via alimentação animal, 2018. Disponível: <https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/57733217>.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 158, n. 1-2, p. 1-14, 2010.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; DURABD, H. Probiotics in animal nutrition and health. **Beneficial Microbes**, Wagenungen, v. 1, n. 1, p. 3-9, 2010.

CHOI, J. H.; ZHAO, P. Y.; KIM, I. H. Probiotics as a dietary additive for pigs: a review. **Journal of Animal and Veterinary Advances**. Faisalabad, v. 10, n. 16, p. 2127-2134, 2011.

CHOI, Y. et al. Effects of dietary supplementation of *Ecklonia cava* with or without probiotics on the growth performance, nutrient digestibility, immunity and intestinal health in weanling pigs. **Italian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 15, n. 1, p. 62-68, 2016.

DE LANGE, C. F. M. et al. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 134, n. 1-3, p. 124-134. 2010.

DONG, X. et al. Effects of dietary probiotics on growth performance, faecal microbiota and serum profiles in weaned piglets. **Animal Production Science**, Clayton South, v. 54, n. 5, p. 616-621. 2014.

DUTRA, D. R. **Prebiotic and probiotic in piglets experimentally infected with Escherichia coli K88+**, Lavras, 2011.

FAO/WHO – Food and agriculture Organization / World Health Organization. Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria – Joint FAO/WHO Expert Consultation. Corboda, p. 1-33, 2001.

FAO. 2006. Probiotics in Food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. **FAO Food and Nutrition Paper**. n. 85. Rome, 2006.

FAO. 2016. Probiotics in animal nutrition – Production, impact and regulation by Yadav S. Bajagai, Athol V. Klieve, Peter J. Dart and Wayne L. Bryden. Editor Harinder P.S. Makkar. **FAO Animal Production and Health Paper**. n. 179. Rome, 2016.

FDA Guidance for Industry. The Judicious Use of Medically Important Antimicrobial Drugs in Food-Producing Animals Department of Health and Human Services (Food and Drug Administration), U.S.A. 2012.

GAGGIÀ, Francesca; MATTARELLI, Paola; BIAVATI, Bruno. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. **International journal of food microbiology**, Amsterdam, v. 141, p. 15-28, 2010.

GIBSON, G. R. et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus

statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, Londres, v. 14, n. 8, p. 491. 2017.

KENNY, M.; SMIDT, H.; MENGHERI, E.; MILLER, B. Probiotics – do they have a role in the pig industry? **Animal**, Cambridge, v. 5, p. 462- 470, 2011

LAN, R.; TRAN, H.; KIM, I. Effects of probiotic supplementation in different nutrient density diets on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, fecal microflora and noxious gas emission in weaning pig. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 97, n. 4, p. 1335-1341, 2017.

LE BON, M. et al. Influence of probiotics on gut health in the weaned pig. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 133, n. 1-3, p. 179-181, 2010.

LI, PINGHUA et al. Microbial shifts in the porcine distal gut in response to diets supplemented with *Enterococcus faecalis* as alternatives to antibiotics. **Scientific reports**, Londres v. 7, n. 1, p. 1-10. 2017.

LIAO, S. F.; NYACHOTI, Martin. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. **Animal Nutrition**, Pequim, v. 3, n. 4, p. 331-343, 2017.

LOOFT, T. et al. In-feed antibiotic effects on the swine intestinal microbiome. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 109, n. 5, p. 1691-1696, 2012.

LÓPEZ-GÁLVEZ, G. et al. Alternatives to antibiotics and trace elements (copper and zinc) to improve gut health and zootechnical parameters in piglets: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, p. 114727, 2020.

MAIA, AP de A. et al. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Guarapuava, v. 14, n. 5, p. 2862-2877, 2013.

MARSTON, H. D. et al. **Antimicrobial resistance**. *Jama*, v. 316, n. 11, p. 1193-1204, 2016. Disponível em : <
<https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2553454>>

MOREHEAD, M. S.; SCARBROUGH, C. Emergence of global antibiotic resistance. **Primary care: clinics in office practice**, Philadelphia, v. 45, n. 3, p. 467-484, 2018.

MORÉS, N. É possível produzir suínos sem o uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho?. In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anaisde congresso (ALICE). In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE

NUTRIÇÃOANIMAL, 6., 2014, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: CBNA, 2014.

NOSCHANG, J. P. et al. Promotores de crescimento (antibióticos) na alimentação de suínos—Revisão de Literatura. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, Málaga, v. 18, n. 11, p. 1- 12, 2017.

OELSCHLAEGER, T. A. Mechanisms of probiotic actions – A review. **International journal of medical microbiology**, Stuttgart, v. 300, n. 1, p. 57-62, 2010.

OMONIJO, F. A. et al. Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. **Animal Nutrition**, Pequim, v. 4, n. 2, p. 126-136, 2018.

PLUSKE, John R. Feed-and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. **Journal of animal science and biotechnology**, Londres, v. 4, n. 1, p. 1-7. 2013.

PRESTES, O. D. et al. O estado da arte na determinação de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal empregando técnicas cromatográficas acopladas à espectrometria de massas. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 697-710. 2013.

PUVAČA, N. et al. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Londres, v. 69, n. 1, p. 27-34, 2013

REGULATION, O. J. E. U. No 1831/2003 of the European Parliament and Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official J. Eur. Commun**, v. 268, p. 29-43, 2003.

SANTOS, A. V. et al. Additive antibiotic, probiotic and prebiotic for early weaned piglets. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 1-10. 2016.

STEINER, T. Probiotics in poultry and pig nutrition: Basics and benefits. **Feed and Nutrition**, Aberdeen, p. 55-58, 2009.

THACKER, P. A. Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review. **Journal of animal science and biotechnology**, Londres, v. 4, n. 1, p. 35. 2013.

UPADHAYA, S.D. et al. Preliminary assessment on potentials of probiotic *B. subtilis* RX7 and *B. methylotrophicus* C14 strains as immune modulator in *Salmonella*- challenged weaned pigs. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 49, p. 1065-1070, 2017.

VEIZAJ-DELIA, Etleva et al. The utilization of probiotics as a way to improve human and animal gut health. **Macedonian Journal of Animal Science**, Skopje, v. 2, p. 175e81, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Joint FAO/OIE/WHO Expert Workshop on Non-Human Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance: scientific assessment: Geneva, December 1-5, 2003. **World Health Organization**, 2004.

YIRGA, Hiruta. The use of probiotics in animal nutrition. **Journal Probiotics and Health**, Londres, v. 3, n. 2, p. 1-10, 2015.

A importância da ingestão de colostro para ovinos

The importance of ingesting colostrum for sheep

Érica Pita Martinhão, Messy Hannear de Andrade Pantoja, Profa.

Dra. Cristiane Gonçalves Titto

1. Introdução

O colostro é o primeiro leite a ser produzido quando a ovelha começa a amamentar e, portanto, é considerado o primeiro alimento para o recém-nascido. É altamente concentrado, repleto de proteínas e rico em nutrientes (NIKOLIC et al., 2017). O colostro apresenta um alto teor de gordura (PECKA-KIELB et al., 2018), é fácil de digerir e repleto de componentes que iniciam o desenvolvimento corporal do cordeiro e também possui papel fundamental no desenvolvimento de seu sistema imunológico (MENCHETTI et al., 2016). Os cordeiros necessitam de colostro nas primeiras 18 horas após o nascimento, o qual é essencial para proteger as crias contra infecções intestinais e uma série de doenças, prover energia e prevenir hipotermia, visto que auxilia na regulação da temperatura corporal (TIZARD, 2013), garantindo uma melhor taxa de sobrevivência do cordeiro (BANCHERO et al., 2015).

Portanto, é imprescindível o conhecimento sobre a importância do colostro na vida do cordeiro como forma de aumentar a rentabilidade dos sistemas produtivos ovinos, uma vez que estes estão diretamente relacionados com o número de cordeiros viáveis e a taxa de desmame. Desse modo, o objetivo desta revisão será identificar as características do colostro, suas propriedades e finalidade para cordeiros recém-nascidos.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do conhecimento sobre a importância da ingestão de colostro para ovinos com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi

temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações: Pubmed e Scielo. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Produção e qualidade de colostro

O colostro é produzido e secretado pelas glândulas mamárias durante os últimos dias de prenhez da ovelha e nas primeiras 24 horas após o parto, sendo reduzido após esse período até que se torne um leite maduro. Por definição, apenas o líquido que sai da primeira ordenha pós-parto é que deve ser considerado colostro, os demais já são considerados leites de transição (ROMERO et al., 2013).

O colostro promove a multiplicação de *Lactobacillus bifidus* que favorece o crescimento da flora intestinal, facilita a expulsão do mecônio e, conseqüentemente, promove a limpeza do tubo digestivo, ajudando a prevenir a icterícia (TIZARD, 2013). A quantidade de colostro produzida pela mãe depende de alguns fatores como a raça dos progenitores e a alimentação que a matriz tem durante o terço final da prenhez, já a ingestão varia de acordo com a capacidade da cria em realizar a sucção (HURLEY; THEIL, 2011). O fornecimento de suplemento alimentar para as ovelhas no terço final da gestação e durante a lactação é uma boa alternativa para a maior produção de colostro, pois é neste período em que ocorre o desenvolvimento do úbere (BOCCOLINO et al., 2013).

Além da quantidade de colostro produzido pela ovelha, é importante avaliar a sua qualidade para garantir a sobrevivência e o crescimento do cordeiro, uma vez que a principal constituinte para avaliar a qualidade do colostro são as imunoglobulinas (Ig), desta forma uma ingestão inadequada ou colostro de baixa qualidade pode resultar em falha na transferência de imunidade (VATANKHAH et al., 2013) podendo levar o animal a óbito. Um colostro de boa qualidade deve apresentar valores de IgG superiores a 900mg/dL, que garante transferência de imunidade, e valores abaixo de 670mg/dL são indicativos de má qualidade (CASTRO et al., 2011).

Os cordeiros nascem com reservas nutritivas em seu organismo, as quais são adquiridas durante o período fetal, o que permite que o animal esteja em ambiente natural (RIBEIRO et al., 2010). Para ruminantes, a ingestão de colostro de qualidade, em volume suficiente e nas primeiras horas após o nascimento tem um papel fundamental na transferência de imunidade passiva e na taxa de sobrevivência de recém-nascidos (CASTRO et al. 2011; HERNÁNDEZ-CASTELLANO et al., 2014). Diferentemente, cordeiros privados de colostro são neutropênicos, ou seja, apresentam contagem anormalmente baixa de um tipo de glóbulos brancos (neutrófilos) no sangue, tornando-se um dos fatores causadores de mortes de neonatos no rebanho. (MARTINI et al, 2011).

2.2 Constituintes do leite e do colostro

Após o colostro, é secretado o leite denominado “de transição”, cuja produção pode prolongar-se por uma ou duas semanas. No leite de transição, que vai se modificando de forma gradual, de acordo com a evolução do recém-nascido, adaptando-se às necessidades nutricionais e digestivas deste, a concentração de imunoglobulinas e o teor de vitaminas lipossolúveis tornam-se progressivamente menores, enquanto aumenta o conteúdo de vitaminas hidrossolúveis, lipídeos e lactose, com conseqüente acréscimo do aporte calórico (BIELMANN et al., 2010).

Os teores de proteína do leite em ovinos encontrados na literatura variam de 4,2 a 7,2% e dependem da raça (FERREIRA et al., 2011). Os constituintes do leite ovino são 7,6% de gordura, 5,6% de proteína, 19% de sólidos totais, 20,3% de sólidos desengordurados, 4,7% de lactose e 4,6% de caseína (HILALI et al., 2011). Já no colostro, encontrara-se valores de $6,30 \pm 1,04$ g/dL de proteína total sérica para ovinos da raça Santa Inês com 48 horas de vida (CAMPOS et al. 2013).

O leite maduro é uma mistura homogênea com três partes: emulsão (gotículas de gordura), suspensão (partículas coloidais de caseína) e solução (componentes hidrossolúveis). No entanto, a composição do colostro é diferente do leite (LEMOS et al. 2013), com algumas proteínas como as caseínas (α , β , e κ -caseína), as quais têm origem da união dos aminoácidos originados do sangue pelas células secretoras da glândula mamária presentes em concentrações mais

elevadas relatadas no leite de ovelhas obtido em diferentes fases da lactação (LEMOS et al.,2013).

No entanto, as concentrações proteicas durante toda a lactação foram distintas, sendo a magnitude dessa concentração muito mais expressiva no colostro, quando comparado ao leite, destacando-se as concentrações das imunoglobulinas (IgA e IgG), da lactoferrina, da β -lactoglobulina e da α -lactoalbumina (LEMOS et al.,2013).

2.3 Transferência de imunidade

O colostro tem como principal função a transferência de imunidade para a cria. Para ruminantes, a ingestão de colostro de qualidade, em volume suficiente e nas primeiras horas após o nascimento tem um papel fundamental na transferência de imunidade passiva e na taxa de sobrevivência de recém-nascidos (CASTRO et al. 2011; HERNÁNDEZ-CASTELLANO et al., 2014).

As imunoglobulinas são formadas por glicoproteínas e secretadas por células plasmáticas, sua principal função é a proteção o organismo contra os antígenos. Em maior quantidade no colostro está presente a IgG (CAMPOS et al., 2016), a absorção é mais eficiente após o nascimento, nas primeiras 4 horas e diminui após 24 horas do nascimento para quase zero, sendo que após 24 horas, pouca quantidade de IgG será absorvida do colostro (HUNTER; RENEAU; WILLIAMS, 2010).

Acredita-se que concentração de imunoglobulina seja inversamente proporcional ao aumento do volume de colostro, porém, ainda existem informações desconhecidas sobre esse fato (REID, 2010). Adicionalmente, diferentes fatores podem influenciar na transferência de imunidade para o cordeiro, como a ordem de parto, a raça, o momento da primeira ordenha em relação ao parto, e a estação do ano.

A maior parte das proteínas presentes no colostro tem Ig na sua constituição, desta forma, a quantidade de Ig está relacionada com a luz refratada de amostra (TIZARD, 2013) e assim um refratrômetro pode ser usado para medir a qualidade colostro.

Os animais nascem com sistema imune pouco desenvolvido e dessa forma, não são capazes de produzir seus próprios anticorpos, além disso, o tipo de placenta de ovinos é epiteliocorial a qual não permite a transferência de imunidade, sendo o colostro a única fonte de proteção para o animal recém-nascido (ABBAS, 2014).

Portanto, a imunização em ovinos ocorre por meio do colostro e é feita de forma passiva, através da absorção de imunoglobulinas. Assim, a forma passiva de imunidade para os recém-nascidos ocorre pela absorção de moléculas inteiras de Ig por meio do colostro (HUNTER; RENEAU; WILLIAMS, 2010).

Quando as concentrações de Ig plasmática não são suficientes, diagnosticada entre 24 e 48 horas após o parto, constitui falha de transferência de imunidade passiva (FTIP), que pode causar o aumento de incidência de casos de septicemia no neonato, pneumonia e diarreia, causando o aumento da taxa de mortalidade de recém-nascidos e comprometendo o desempenho produtivo no futuro (CASTRO et al., 2011).

2.4. Oferecimento de colostro artificial

Existem situações em que o produtor é levado a alimentar artificialmente as crias usando o colostro artificial: quando a mãe morre e não tem outro animal para se obter o colostro; em caso de doenças que podem ser transmitidas pela ingestão do leite; partos múltiplos (2 ou mais crias) e quando o colostro é insuficiente (FALLOW; HARET; DEANE, 2010).

A melhor opção é manter os frascos com colostro congelado para fornecimento aos cordeiros recém-nascidos que não conseguem mamar ou nos casos em que a mãe não possui a capacidade de amamentá-los. Em média, o colostro pode permanecer congelado por dois ou três meses e, antes do uso, deve ser descongelado em banho-maria (CUMMINS et al., 2016).

Animais que crescem sob um sistema de criação artificial precisam ser alimentados, por mamadeira, com uma quantidade adequada de 100 a 200 mL/dia de colostro durante os primeiros dias de vida, para obter

transferência imune passiva adequada e aumentar a produtividade futura (MORALES-DELANUEZ et al., 2011).

É possível, na ausência de colostro ovino, o uso de colostro bovino como fonte alternativa para alimentar cordeiros no início vida. Através de um estudo no qual utilizou colostro de bovino liofilizado com uma concentração de Ig G semelhante aos colostros congelados de caprino e bovino, obteve valores de proteínas totais séricas semelhantes entre si, assegurando este método como uma promissora alternativa no manejo colostrado em neonatologia caprina (MORETTI et al., 2010). Contudo, cordeiros alimentados com colostro de vaca correm o risco de desenvolver anemia. Por esta razão, é necessário estudar outra fonte de colostro de uma espécie filogeneticamente mais próxima, como a cabra, que pode fornecer transferência imune passiva semelhante para ovelhas colostro e, portanto, não afetaria o futuro desempenho da prole (NAVARRO et al., 2010).

3. Discussão

Um das grandes preocupações na criação de ovinos é a elevada taxa de mortalidade de cordeiros nos primeiros dias de vida (ULIAN et al., 2014). Para garantir a sua sobrevivência, é importante a ingestão do colostro nas primeiras horas após o nascimento porque ocorre redução na qualidade do colostro principalmente após 24h e isso pode ser comprovado por meio do decréscimo dos valores médios de proteínas totais, albumina e globulinas do colostro (ELOY et al., 2013).

Apesar de anticorpos maternos provenientes do colostro permanecem no sistema circulatório até as primeiras 3 semanas de vida (HULBERT; MOISÁ, 2016), o colostro é produzido nas primeiras horas que antecedem ao parto (ROMERO et al., 2013). Por isso, menciona-se a importância de se atentar ao momento do nascimento, para que a oferta desse colostro seja feita de maneira correta ao cordeiro logo nas primeiras horas após o nascimento para que esse efeito perdure aumentando as taxas de imunização passiva.

Os ovinos necessitam expulsar o mecônio ao nascimento (TIZARD, 2013) e o colostro auxilia nesse processo, favorecendo também a absorção intestinal de nutrientes. Dependendo da competência do sistema do animal, microrganismos patogênicos podem ser eliminados em minutos ou horas (SORDILLO; STREICHER, 2016), sendo comprovado pelos dois autores a função do colostro no intestino do animal.

Ao nascimento, os ovinos não têm anticorpos circulantes no sangue, conseqüentemente, a aquisição da imunidade depende da disponibilidade do colostro para que haja a imunização. Assim, a imunidade passiva e a taxa de sobrevivência de recém-nascidos estão diretamente relacionadas a ingestão de colostro logo nos momentos iniciais de vida do cordeiro (CASTRO et al., 2011), sendo o menor tempo de fornecimento do colostro após o parto diretamente ligado à eficiente absorção de Igs através do trato gastrointestinal do neonato (MACFARLANE et al., 2015).

As proteínas identificadas no colostro das ovelhas variam nas diferentes fases da lactação, conforme relatado por Lemos et al. (2013). Desse modo, o colostro é diluído progressivamente com o passar das horas conforme aumente a produção de leite, assim, o colostro deixa de ser rico em anticorpos e passa a se enquadrar em um leite de transição, cuja produção pode prolongar-se por uma ou duas semanas (BIELMANN et al., 2010). Também, a qualidade do colostro, em especial as concentrações de proteínas totais e Ig, reduzem rapidamente com o número de ordenhas, ou seja, com o passar das horas após o parto. Assim, as proteínas tem papel fundamental na modulação da imunidade adaptativa, servindo de ponte entre ela e a imunidade inata (GRECO et al., 2019), o que demonstra a importância do colostro nas primeiras horas de vida do cordeiro.

A quantidade de colostro produzida pela mãe depende de alguns fatores como a raça dos progenitores e a alimentação que a matriz tem durante o terço final da gestação (HURLEY; THEIL, 2011). Porém, ainda existem controvérsias sobre o efeito da alimentação na qualidade do colostro (MANN et al., 2016) ao estudarem dietas que atendiam ou excediam os requisitos de energia para vacas leiteiras, verificaram que isso afetou a

qualidade do colostro de forma que vacas que receberam dieta com nível alto de energia exibiram concentrações mais baixas de IgG (72,4 vs. 96,1 g/L) e concentrações mais altas de insulina (1,105 vs. 853 μ U/mL). Em contrapartida, a dieta de ovelhas no terço final da gestação variando níveis de energia e proteína não mostrou efeito sobre a IgG, proteína e gamaglobulina medida nos cordeiros, assim como não houve efeito sobre a qualidade do colostro (FLAIBAN et al., 2009).

Pode haver falha na transferência de imunidade passiva (FTIP) (CASTRO et al., 2011) quando as concentrações de Ig são baixas no colostro. Esse fato pode ser atribuído a expansão do plasma sanguíneo após primeira mamada, devido à ação hidratante do colostro e início da filtração glomerular que determina a adequada eliminação deste componente pela urina nas primeiras horas de vida. Os resultados obtidos encontram-se abaixo dos valores considerados normais (12,16 mg/dL) para ovinos adultos para ovelhas Santa Inês no período pós-parto (10,93mg/dL) (CARDOSO et al., 2011).

Concomitante a essa informação, outro fator também é importante em relação à qualidade do colostro: a menor concentração de bactérias, que é possível com a higienização adequada das tetas (COELHO, 2015) evitando contaminação, seja pela mamada, seja pela extração do colostro.

Quando há morte materna ou rejeição da cria, o aleitamento artificial é uma alternativa para a criação dos cordeiros. Em estudo com cordeiras, houve menor peso à desmama aos 60 dias em aleitamento artificial do que sob amamentação controlada (16,55 e 18,98 kg, respectivamente), mostrando que ainda a criação com a mãe é melhor para o desempenho da prole (MAESTÁ et al., 2010).

Animais que crescem sob um sistema de criação artificial precisam ser alimentados, por mamadeira, com uma quantidade adequada de 100 a 200 mL/dia de colostro durante os primeiros dias de vida, para obter transferência imune passiva adequada e aumentar a produtividade futura (MORALES-DELANUEZ et al., 2011). Um programa adequado de oferecimento de colostro é um fundamental para o sucesso na transferência

de imunidade passiva, já que ele busca evitar falhas na ingestão do colostro e evita contaminação bacteriana que interfere na absorção das imunoglobulinas (TEIXEIRA et al., 2017).

4. Considerações Finais

A ingestão de colostro é crucial para a sobrevivência de neonatos, e quando feita de maneira incorreta, torna-se um gargalo na produção animal. Quando a ingestão é ideal e o colostro tem boa qualidade, tem a capacidade de imunizar o cordeiro para que o mesmo sobreviva no ambiente que está inserido. O colostro e suas alternativas artificiais têm sido estudados por diversos pesquisadores. Cada pesquisador direciona sua pesquisa para um determinado enfoque, surgindo assim, informações relevantes sobre o que é o colostro e a sua importância para ovinos recém-nascidos.

Apesar de grandes pesquisas terem sido feitas até os dias atuais, existe um consenso: o colostro é o elixir da vida e sem ele não é possível produzir animais. Está nas mãos do Zootecnista transmitir a informação de maneira adequada aos produtores. Nesse contexto, é de suma importância saber ouvir os produtores e entender qual é o perfil da produção para trabalhar nisso e darem o melhor pela causa animal.

Referências

- ABBAS A. K; LICHTMAN A. H; PILLAI, S. **Imunologia básica: funções e distúrbios do sistema imunológico**. 4a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2014.
- BANCHERO; G. E. et al. Quintans, G. Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. **Animal**, Cambridge, v. 9, n. 5, p. 831–837, 2015.
- BIELMANN, V. J. et al. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 8, p. 3713-3721, 2010.
- BOCCOLINI, C. S. et al. Breastfeeding during the first hour of life and neonatal mortality. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro. v. 89, p. 131-136, 2013.

CAMPOS, A. G. S. S. et al. Perfil eletroforético do colostro de ovelhas suplementadas com propileno glicol e cobalto associado à vitamina B12 no final da gestação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 95-100, 2016.

CAMPOS, A. G. S. et al. Administração de propilenoglicol, cobalto e vitamina b12 às ovelhas e seus reflexos sobre o perfil eletroforético das proteínas séricas nas suas crias. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 381-390, 2013.

CARDOSO, E. C. et al. Índices produtivos e perfil metabólico de ovelhas Santa Inês no pós-parto no nordeste do Pará. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 18, n. 2/3, p. 114-120, 2011.

CASTRO, N. et al. Management effects on colostrogenesis in small ruminants: a review. **Journal of Applied Animal Research**, Chicago, v. 39, p. 85-93, 2011.

COELHO, S. G. **Criação de bovinos leiteiros jovens**. In: Do campus para o campo: Tecnologia para produção de carne de bovinos de origem leiteira. Eds.: NEIVA, J.N. M.; NEIVA, A.C.G.R.; RESTLE, J.; PEDRICO, A. Araguaina: Suprema Gráfica e Editora, 2015, p. 31-58.

CUMMINS, C.; LORENZ, I.; KENNEDYET, E. Short communication: The effect of storage conditions over time on bovine colostrum immunoglobulin G concentration, bacteria, and pH. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, p. 4857-4863, 2016.

FALLOW, R. J.; HARET, F. J.; DEANE, M. G. Methods of artificially feeding colostrum to the new-born calf. **Iran Journal Agriculture Research**, Irã, v.28, p. 57-63, 2010.

FERREIRA, M. I. C. et al. Produção e composição do leite de ovelhas Santa Inês e mestiças Lacaune e Santa Inês e desenvolvimento de seus cordeiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, v. 63, p. 530-533, 2011.

FLAIBAN, K. M. C. et al. Transferência de imunidade passiva em cordeiros cujas mães receberam diferentes níveis de energia ou proteína no terço final da gestação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, p. 181-185, 2009, Suplementos.

GRECO, E.; GUARINO, M. D.; BALLANTI, M.; et al. **The Complement System**. In: PERRICONE, C.; SHOENFELD, Y. (Eds). Mosaic of Autoimmunity. Massachusetts: Academic Press, 2019. p. 65-79.

HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L.E. et al. The colostrum proteome, ruminant nutrition and immunity: a review. **Current Protein Peptide Science**, Shatinv, v. 15, p. 64-74, 2014.

HILALI, M.; EL-MAYDA, E.; RISCHKOWSKY, B. Characteristics and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n. 101, p. 92-101, 2011.

HULBERT, L. E.; MOISÁ, S. J. Stress, immunity, and the management of calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, n. 4, p. 3199–3216, 2016.

HUNTER, A. G.; RENEAU, J.K.; WILLIAMS, J.B. Factors affecting IgG concentration in dayold lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 45, p. 1146-1151, 2010.

HURLEY, W. L.; THEIL, P. K. Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk, **Nutrients**, Basel, v. 3, n. 4, p. 442-474, 2011.

LE MOS, V. L. et al. Proteinograma do soro lácteo de ovelhas da raça Santa Inês em diferentes fases de lactação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 807-812, 2013.

MACFARLANE, J. A. et al. Identification and quantification of factors affecting neonatal immunological transfer in dairy calves in the UK. **The Veterinary Record**, Londres, v. 176, n. 24, p. 625, 2015.

MAESTÁ, S. A. et al. Desempenho de cordeiras Bergamácia submetidas a dois sistemas de desmama. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 317-321, 2010.

MANN, S.; LEAL YEPES, F. A.; OVERTON, T. R.; et al. Effect of dry period dietary energy level in dairy cattle on volume, concentrations of immunoglobulin G, insulin, and fatty acid composition of colostrum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, n. 2, p. 1515-1526, 2016.

MARTINI, M. et al. The lipid component of Masseseewes' colostrum: Morphometric characteristics of milk fat globules and fatty acid profile. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 194-201, 2011.

MENCHETTI, L. et al. Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases. **Frontiers in Bioscience**, Tampa, v.8, n.1, p.331-351, 2016.

MORALES-DELANUEZ, A. et al. Sodium dodecyl sulfate reduces bacterial contamination in goat colostrum without negative effects on immune passive transfer in goat kids, **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 410-415, 2011.

MORETTI, D. B. et al. IgG absorption by Santa Ines lambs fed Holstein bovine colostrum or Santa Ines ovine colostrum. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 6, p. 933- 937, 2010.

NAVARRO, N.; ÁLVAREZ, J.; HENRÍQUEZ, A. Nuevas técnicas en el encalostrado del ganado caprino: uso de colostro liofilizado. **Vector Plus**, Las Palmas de Gran Canaria, n.35, p.77-82., 2010.

NIKOLIC, I. et al. Standardized bovine colostrum derivative impedes development of type 1 diabetes in rodents. **Immunobiology**, Sant Louis, v.222, n.2, p.272-279, 2017.

PECKA-KIEŁB, E. et al. Quality of colostrum and milk of ruminants, **Mljekarstvo**, Croácia, v. 68, n. 3, p.169-181, 2018.

RIBEIRO, L. A. O. et al. Ewes shorn and unshorn during pregnancy in South Brasil: effectson body condition score and lamb birth weight. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 111-117, 2010.

ROMERO, T. et al. Short communication: Goat colostrum quality: Litter size and lactation number effects. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 7526-7531, 2013.

SORDILLO, L. M.; STREICHER, K. L. Mammary gland immunity and mastitis susceptibility. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, New York, v. 7, n. 2, p. 135-146, 2016.

TEIXEIRA, V. A.; NETO, H.C.D.; COELHO, S.G. Efeitos do colostro na transferência de imunidade passiva, saúde e vida futura de bezerras leiteiras. **Nutritime Revista Eletrônica**, Belo Horizonte, v. 14, n. 05, 2017.

TIZARD, I. R. **Veterinary immunology**. 9. ed. Sant. Louis: Elsevier Saunders, 551 p., 2013.

ULIAN, C. M. V. et al. Physiological parameters in neonatal lambs of the Bergamasca breed. **Acta Science Veterinary**, Botucatu, v. 42, p. 1183, 2014.

VATANKHAH M. Relationship between immunoglobulin concentrations in the ewe's serum and colostrum, and lamb's serum in Lori-Bakhtiari sheep. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, Rasht, v. 3, p. 539-544, 2013.

Cunicultura: uma alternativa rentável para pequenos produtores?

Cuniculture: a profitable alternative for small producers?

Júlia Franco de Souza, Profa. Dra. Janaina Silveira da Silva

1. Introdução

A cunicultura é uma atividade conhecida mundialmente por sua facilidade de manejo e instalação simples, é passível de desenvolvimento e rentabilidade, além de ter como resultado diversos produtos e subprodutos que podem ser comercializados.

No Brasil, há muitos cunicultores que possuem a criação como uma alternativa secundária. Por ser uma atividade adaptável, pode ser uma ótima entrada de renda, porém, nem toda a cadeia se encontra organizada.

A carne de coelho é consumida mundialmente e recomendada por nutricionistas a pessoas com problemas de saúde, possuindo baixo teor de gorduras, colesterol e sódio. No entanto, no Brasil o consumo é inferior aos países da Europa e China.

O objetivo do presente trabalho foi apresentar o mercado brasileiro e mundial da cunicultura, bem como analisar a viabilidade econômica do setor como uma alternativa rentável para pequenos produtores.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento da Cunicultura com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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 nas bases de dados: Google Acadêmico e Web of Science.

2.1 Panorama geral da cunicultura

A cunicultura é o conjunto de técnicas e práticas necessárias para produção de pelo, pele, carne e outros produtos derivados do coelho (ACBC, 2013), a produção possui alta prolificidade e produtividade, baixa necessidade de área para criação, mão de obra simples, aproveitamento de alimentos com baixo valor nutricional, aproveitamento de esterco de boa qualidade e possibilidade de uso de diversos subprodutos de abate (SORDI et al., 2016).

O rebanho mundial de coelhos e lebres, em 2018, foi de 307.951 milhões de animais, sendo a China o maior produtor mundial, possuindo rebanho de 227.731 milhões de cabeças. No Brasil, em 2018, o rebanho foi de 166 mil animais. Ao total, foram produzidas 1.393.899 toneladas de carne, sendo apenas 1.194 toneladas produzidas pelo Brasil (FAO, 2020).

A China além de se destacar como maior produtor, em 2018, o país liderou o ranking de exportação de carne, com 13.741,77 toneladas, em segundo lugar a Hungria com 5.837,08 toneladas de carne exportadas. Em relação às importações, ainda no ano de 2018, a Alemanha liderou com 6.440 toneladas de carne, seguida da França com importação de 4.664,42 toneladas (FAO, 2020).

No aspecto geral, o ciclo reprodutivo curto e a alta prolificidade são atributos facilitadores para a criação, através da gestação de 30 dias e produção de aproximadamente 50 filhotes por ano (ZOTTE, 2014). Assim, a cunicultura é classificada como uma das melhores alternativas de produção de carne, visto a rápida adaptação, altas taxas de crescimento, baixo consumo de água, produção rápida e alta eficiência de conversão alimentar (JIANG, 2020).

Devido a fisiologia digestiva e ótima exploração de forragens, o coelho converte cerca de 20% de proteína em carne (ZOTTE, 2014). A boa eficiência alimentar é um fator chave para a sustentabilidade e sucesso econômico em comparação com a carne bovina, suína e de frango (CESARI et al., 2018; VAYSSIERRES et al., 2010). Porém, é importante ressaltar que em comparação a produção de outros animais, a quantidade de carne final por animal é pequena (LI et al., 2018).

De acordo com Musco et al. (2019), atualmente, a produção de carne de coelhos passa por um período difícil devido às polêmicas do consumo de carne e aumento dos custos de produção. No Brasil, a cadeia produtiva se encontra, de modo geral, desorganizada, com os produtores de coelhos trabalhando de forma individual, tendo a cunicultura como renda secundária (MACHADO; FERREIRA, 2014). Dessa forma, os dados brasileiros de produção e comercialização são escassos e questionáveis (MACHADO, 2012).

2.2 Perfil do consumidor

2.2.1 Brasil e Mundo

A carne, de maneira geral, é considerada um alimento valioso por ser parte da dieta diária (FAYEMI, 2012). O consumo de coelho demonstra estar ligado às características socioeconômicas, econômicas e ao fundo cultural dos consumidores (KALLAS; GIL, 2011).

No sul da África é um alimento considerado de luxo, conseqüentemente, o aumento de renda da população acarretaria o aumento do consumo de carne (MONTEIRO-VICENTE et al., 2018). No século XX, a cunicultura teve início no Brasil através da produção de lãparos e lã, apenas no final da década de oitenta a produção de carne foi estimulada (MACHADO, 2012).

Em Portugal, os consumidores demonstraram interesse por ser um alimento saudável, baixo em calorias, fácil de ingerir e com baixo teor de colesterol (MONTEIRO et al., 2013). Na Argélia, os consumidores de coelhos têm em média 40 anos, casados, funcionários públicos e moradores de locais onde a criação de coelho é mais comum (SANAH et al., 2020).

Segundo Montero, Escribá e Buitrago (2015), na Espanha, homens e mulheres têm a mesma frequência de consumo de carne de coelho, sendo a maior parte pessoas com mais de 55 anos. Quanto à qualificação educacional, quanto mais alto o nível, menor o consumo de coelho e maior o

de carne bovina. A frequência de consumo de coelho é maior nas classes sociais mais baixas.

2.2.2 Principais entraves ao consumo

A carne de coelho ainda é pouco difundida no Brasil, principalmente por conta da falta de tradição de produção e consumo, pela percepção do coelho apenas como animal de estimação e a falta de incentivos por parte do governo (FERREIRA, 2010). Dessa forma, o consumo é inexpressivo, aproximadamente 100 g per capita/ano (IBGE, 2010), devido à baixa produção, sendo um ciclo vicioso, já que a produção é baixa devido ao baixo consumo (DUARTE, 2011).

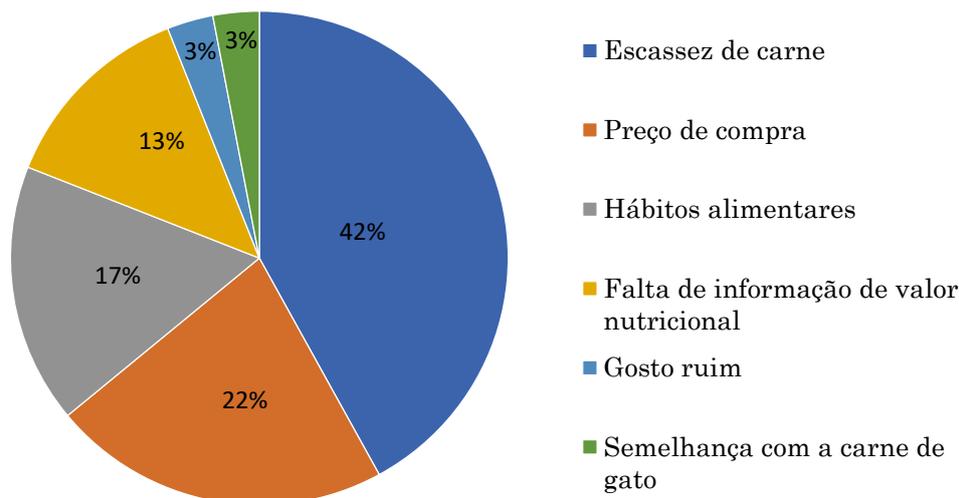
Atualmente, a produção de coelhos está encontrando dificuldades estruturais mesmo em países onde a produção é considerada tradicional. Questões principalmente relacionadas às condições de bem-estar dos animais é um dos principais fatores negativos para os consumidores, sendo ainda mais exaltado quando o coelho é considerado um animal de estimação (CULLERE; ZOTTE, 2018). Petracci, Soglia e Leroy (2018) também enfatizaram a questão do bem-estar animal e a diminuição do consumo em locais onde existe mercado tradicional da carne, como na Espanha e na Itália. Coelhos são considerados animais de estimação em muitos países, dificultando o mercado (COMBES, 2012).

Em relação ao preço da carne, pesquisas apontam que para consumidores da carne o preço é considerado menos importante na escolha de compra, porém, para não consumidores esse é o fator limitante principal (KALLAS; GIL, 2012), sobretudo por ter o preço mais alto que a carne suína e de frango (PETRACCI; CAVANI, 2013).

As características visuais da carne também desempenham papel importante na escolha do consumidor. O fato de a carne de coelhos ser vendida inteira ou cortada em pedaços grandes desestimula a compra (PETRACCI; CAVANI, 2013), além das características sensoriais, presença de ossos pequenos e pouca variedade de cozimento conhecidas (KALLAS; GIL, 2012).

Segundo estudo realizado por Sanah et al. (2020), a principal causa do baixo consumo da carne de coelho é a escassez de carne no mercado, seguido pelo preço de venda e os hábitos alimentares da população (Figura 1). Além de outros fatores que também podem ser destacados como a falta de informação sobre os aspectos nutricionais e sensoriais da carne.

Figura 1 - Principais causas do baixo consumo da carne de coelho na Argélia



Fonte: Adaptado de Sanah et al., 2020.

2.2.3 Consumo de carne de coelho e saúde humana

A carne de coelho é de excelente qualidade nutricional, possui alto teor de proteína de elevada digestibilidade, baixos níveis de gorduras, colesterol e sódio (ALMEIDA; SACCO, 2012), caracterizada como branca e percebida como mais saudável (PETRACCI; CAVANI, 2013). Sua composição é de 67,86% de água, 25,5% de proteínas, 4,01% de gordura, 2,13% de sais minerais, 50 mg/100 g de colesterol e 137 kcal/100 g de carne, possuindo um valor nutritivo de 40,15% (FERREIRA et al., 2012).

A preocupação com um estilo de vida saudável influencia diretamente na alimentação e comportamento de compra dos consumidores (KANG; JUN; ARENDT, 2015). A carne de coelhos é recomendada por nutricionistas e considerada atraente por muitos consumidores por suas propriedades e ótimo valor nutricional. Pois, possui alto teor de proteína, com grande parcela de aminoácidos essenciais e alto valor biológico, justificado por sua

composição de ácidos graxos (ZOTTE, 2014). Além disso, a carne de coelhos possui alto teor de vitaminas B (ZOTTE, 2011), baixo teor de sódio, purinas e ácido úrico (HERNANDEZ; ZOTTE, 2010). De acordo com Zotte (2011), a carne pode ser usada na produção de alimentos funcionais, devido aos seus benefícios.

Comercialmente, a carne de coelho se compara a carne de peru, ambas são classificadas como carnes magras, indicadas para manter uma dieta saudável (MURCIA, 2014). Segundo Khalil (2010) e Sanah et al. (2020), é recomendado introduzir esse tipo de carne na dieta em casos de doenças crônicas como diabetes, doenças cardiovasculares, anemia, obesos, crianças e idosos, visto que possui alto valor nutricional e baixos níveis de gordura.

Embora a carne de coelho ofereça ótima qualidade nutricional, o consumo anual global per capita representa apenas uma pequena (0,19 kg) parcela do consumo total de carne. Sendo que na Itália o consumo é de 0,91 kg, na União Europeia é de 0,51 kg, na China é de 0,30 kg, e no Brasil é de apenas 0,08 kg (SZENDRO; SZABÓ-SZENTGRÓTI; SZIGETI, 2020).

2.3 Viabilidade econômica da produção de coelhos por pequenos produtores

A alimentação é o componente mais caro da produção, representando 70% dos custos totais (FERREIRA et al., 2012). Portanto, o preço de mercado dos insumos afeta diretamente na formulação de dietas.

Neste aspecto, a criação de coelhos apresenta características econômicas positivas, como a melhor eficiência de conversão, cerca de 20% da proteína consumida pelo animal é convertida em carne, em vantagem às outras criações, como suínos, convertendo de 15 a 18%, e bovinos convertendo de 9 a 12% (SUTTLE, 2010). E a possibilidade de alimentação desses animais através de forragens e subprodutos, não competindo com as necessidades alimentares humanas (ADEDEJI; OSOWE; FOLAYAN, 2015).

O uso de subprodutos agrícolas para diminuir o custo da ração, como raspa integral de mandioca, casquinha de soja etc., apresentam potencial

nutricional para coelhos (FERREIRA et al., 2012). Assim como, grãos quebrados de arroz, banha, resíduo de biscoito, polpa cítrica, palha de feijão, bagaço de maçã, palha e sabugo de milho etc. (MACHADO et al., 2019).

O bagaço de mirtilo é um subproduto indicado como alternativa a fontes de proteína e fibra na alimentação de coelhos, ainda, sua adição leva a modificação da microbiota intestinal, promovendo seu desenvolvimento (DABBOU et al., 2018). A utilização de extrato de subproduto de romã resultou em melhoria no desempenho de coelhos, além de ser fonte de antioxidantes naturais (HASSAN; IBRAHIM; ARAFA, 2020). O uso da casca de soja também demonstra ser promissora na alimentação de coelhos, mantendo os índices satisfatórios de rendimento e desempenho (TOLEDO et al., 2012).

Quando se diz respeito às instalações, são simples e podem ser usados alojamentos reaproveitados, com a possibilidade de serem feitas ao ar livre, com abrigos abertos, parcialmente ou totalmente fechados (FERREIRA et al., 2012), como uma alternativa mais acessível, a criação pode ser no solo com separações coletivas (DASKIEWICZ, 2012). Assim a cunicultura se caracteriza como uma atividade com alimentação, instalações e manejo facilitados; um nicho pouco explorado, mas com excelente potencial de crescimento (MACHADO, 2012).

Por conta das grandes criações o desenvolvimento dos alojamentos está cada vez mais intensivo, através de gaiolas, no entanto, há aumento na demanda de produtos originários de criações em que os animais permanecem em locais semelhantes a vida na natureza (ANDRIST et al., 2011). No Rio Grande do Sul há modelos de produção de sistema integrado, como usado na avicultura, em que o produtor constrói os galpões e compra os equipamentos, enquanto a integradora fornece assistência e insumos para a comercialização (MACHADO; FERREIRA, 2014), mas, segundo Cullere (2018), raramente esses sistemas são usados, pois é comum a criação independente.

Quanto ao aspecto de precificação de produtos e subprodutos de coelhos, no Brasil, ocorre uma grande variação de preços, pois não existe um

sistema de precificação definido por órgãos públicos, diferente da União Europeia, onde o preço pago ao produtor é fixado toda semana. Em pesquisa de mercado realizada em 2017, o animal vivo destinado a abatedouro foi de R\$ 5,00/kg, o valor da carne de R\$ 14,00/kg, carne desossada variando até R\$ 40,00/kg, patês por R\$ 35,00/kg e peles curtidas R\$ 30,00/kg (BONAMIGO et al., 2017).

Por ser uma carne considerada mais magra e saudável quando comparada às carnes bovinas, suína e ovina (BARBOSA; MELO; WATANABE, 2017), a venda pode ser valorizada para pessoas que procuram estilo de vida fitness, ou que possuem problemas de saúde. Ainda, por ser principalmente baseada no preparo caseiro, vendida como carcaça inteira ou cortes grandes, o processamento pode estimular a compra (CULLERE; ZOTTE, 2018).

O coelho é um animal ideal para a produção de carne, especialmente para populações urbanas mais vulneráveis e populações rurais (CULLERE; ZOTTE, 2018). E além da carne, vários subprodutos podem ser comercializados, como pele, cérebro, pelos, urina etc., possibilitando maior retorno ao proprietário (FERREIRA et al., 2012).

Portanto, a implantação e manejo de espécies de ciclo de vida curto, como os coelhos, requer pouco capital e oferece possibilidade ao produtor rural e urbano de se beneficiar com a demanda de produtos e subprodutos de origem animal (BIASCA; BOTO; LA PECCERELLA, 2012).

3. Discussão

Através das referências citadas, pode-se ressaltar que a cunicultura é o conjunto de técnicas e práticas para a produção de coelhos, possuindo alta prolificidade e produtividade, segundo Sordi et al. (2016) e Zotte (2014), por seu rápido período de gestação e alto número de filhotes por ninhada.

Jiang (2020) enfatiza a importância do coelho para produção de carne por ter rápida adaptação, taxa de crescimento e eficiência de conversão alimentar. Vayssieres et al. (2010) concorda e acrescenta que a alta eficiência de conversão alimentar pode ser um fator importante para a

sustentabilidade e sucesso econômico. Afirmações confirmadas pela alta taxa de conversão (20%) de proteína provinda do alimento em carne.

Em criações intensivas os alojamentos utilizados são principalmente de gaiolas (ANDRIST et al., 2011). Em contrapartida, Ferreira et al. (2012) e Daszkiewicz et al. (2012), concordam que os alojamentos podem ser simples e, ainda, reaproveitados, com a possibilidade de serem feitos ao ar livre ou no solo, com separações coletivas, como uma alternativa mais acessível. A escolha de alojamento vai depender do criador, alinhado com os objetivos de produção e comercialização dos produtos e subprodutos.

Musco et al. (2019) concluíram que atualmente a cunicultura passa por um momento difícil, relacionada, principalmente, à produção de carne. Cullere (2018), Petraci, Soglia e Leroy (2018) concordam e evidenciam a diminuição do consumo mesmo em locais de tradição, como Itália e Espanha. No Brasil, Machado e Ferreira (2014) apontam a cadeia produtiva como desorganizada. Atualmente, independente do mercado da carne de coelho estar ou não consolidado, a cadeia passa por dificuldades, visto que, as pessoas se preocupam cada vez mais com o bem-estar animal e percebem os coelhos como animais de companhia. Independente disso, no Brasil, os produtores trabalham de forma individual e, dentre a população, não existe a cultura do consumo de carne de coelho, também trazendo dificuldades ao setor no país.

Quando se diz respeito ao consumo de carne de coelho, Kallas e Gil (2011) consideram que consumo está ligado às características socioeconômicas e culturais. Na Argélia, como demonstrado por Sanah et al (2020), os consumidores têm em média 40 anos, são casados e funcionários públicos. Na Espanha, segundo Escriba-Perez et al (2017), os consumidores possuem mais de 55 anos, menor qualificação educacional e classe social. Diferente das duas citações anteriores, Petrescu e Petrescu-Mag (2018) indicam que há diferença de consumo entre homens e mulheres, indicando que os homens consomem mais, assim como González-Redondo, Mena e Fernández-Cabanás (2010) e Szendro et al. (2020). Possivelmente, essa diferença de caracterização do consumidor depende do local de nascimento e

permanência durante a vida, visto que, o consumo é influenciado pelas características sociais, econômicas e culturais de dado local.

Bonamigo, Winck e Sehnem (2015) enfatizam que os principais canais de acesso a carne de coelho são por amigos e conhecidos, com possibilidade de compra em supermercados e açougues. Szendro (2016) fala que esse acesso é feito principalmente por criadores, seguidos de mercados e açougues. Por ser uma carne que na maioria vem de pequenos criadores, como dito por Langreo e Benito (2010), o comércio é provavelmente feito diretamente de criador para cliente, nos casos de grandes criações, as vendas principais são feitas através de açougues e supermercados, porém, esse tipo de criação não é comum, acarretando menores possibilidades de oferecimento de carne de coelho nesses locais.

Para consumidores da carne, o preço de compra não é o fator principal de escolha, apontam Kallas e Gil (2012), enquanto, para não consumidores, esse é o fator limitante principal. Sanah et al. (2020) confirmam o preço como fator importante, porém trazem a escassez de carne no mercado como principal, seguido de hábitos alimentares, falta de informação de valores nutricionais, gosto ruim e semelhança com carne de gato. Petracci e Cavani (2013) evidenciaram que as características visuais da carne desempenham papel importante na escolha do consumidor. Como dito anteriormente, existem diferentes entraves ao consumo, de modo geral, falta divulgação dos valores nutricionais e benefícios do consumo da carne, além de uma reavaliação das formas de disponibilidade, principalmente quando se diz respeito aos cortes.

Cullere e Zotte (2018) e Szendrő (2011), concluíram que o consumo atual de carne é impulsionado pela conveniência e o processamento pode tornar a venda mais atraente entre os consumidores. González-Redondo e Contreras-Chacón (2012) não indicam o uso de desossa mecânica para carne de coelho, visto que o esqueleto é propenso a deixar fragmentos ósseos. Entretanto, Li et al. (2018) discordam e levantam a questão da pouca quantidade de carne por animal, podendo ser ingerida em uma refeição sem necessidade de processamento. Quando se pensa no comércio através de

açougues e supermercados, a venda de carne processada é de interesse, visto que as características visuais desempenham papel importante na compra e a facilidade de preparo é fator importante para o consumidor.

Quando se diz respeito às qualidades da carne de coelho, Szendro, Szabo-Szentgróti, Szigett (2020), Jiang (2020) e Daszkeiwiwx (2020), concordam com o alto valor nutricional. Jiang (2020) e Daszkeiwiwx (2020) ainda destacam o baixo colesterol, baixo sódio, maiores níveis de gordura poli-insaturada e vitamina B. Por isso, Sanah (2020) e Khalil (2010) afirmam que a carne é recomendada para casos de doenças crônicas, cardiovasculares, anemia, obesos, crianças e idosos.

A carne de coelho possui alto valor nutricional, baixos teores de sódio e gordura, além de outras características já citadas. Em comparação com as outras carnes, pode-se dizer que a de coelho se destaca nutricionalmente.

4. Considerações Finais

Diante da revisão bibliográfica realizada, é possível notar que a criação de coelhos, principalmente voltada à comercialização de carne, passa por dificuldades, visto que a preocupação com o bem-estar animal cresce junto com a percepção desta espécie como animal para companhia.

No Brasil, ainda faltam estudos sobre a criação de coelhos, e, em conjunto com a falta de cultura de produção e consumo, o mercado de carne encontra-se desfavorável.

A criação de coelhos requer pouco capital, tanto para implantação quanto para manejo, com o ciclo de vida curto há grande rotação de animais, oferecendo produtos e subprodutos para que o pequeno produtor possa se beneficiar.

Referências

ADEDEJI, O. A.; OSOWE, C. O.; FOLAYAN, J. A. Socio-economic characteristic and profitability analysis of rabbit production in Ondo State. **European Journal Of Physical And Agricultural Sciences**, Nigeria, v. 3, n. 3, 2015.

ANDRIST, C. A. et al. The extent of lesions in group housed rabbits and potential risk factors. In: **Proceedings of the 17th International Symposium on Housing and Diseases of Rabbits, For Providing Animals and Pet Animals**, Celle, Germany, May. 2011. p. 11-12.

ALMEIDA, D.G.; SACCO, S.R. Estudo da viabilidade técnica e econômica para implantação da cunicultura em pequena propriedade rural. **Revista Perspectiva Em Gestão, Educação & Tecnologia**, Itapetininga, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2012.

ASSOCIAÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA DE CUNICULTURA (ACBC). Disponível em: <<http://www.acbc.org.br>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

BARBOSA, F. R.; MELO, C. W. B.; WATANABE, P. H. Caracterização do mercado consumidor da carne de coelho no município de Alagoa Nova – PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 02, 2017. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, 2017. p. 1- 3.

BIASCA, R.; BOTO I.; LA PECCERELLA, C. Le rôle de l'élevage pour les Pays ACP: défis et opportunités à venir: Ressources sur le rôle de l'élevage pour les pays ACP. 2012. Disponível em <<https://briefingsbruxelles.files.wordpress.com/2009/02/r8fr1.pdf>>. Acesso em: 03 mai, 2021.

BONAMIGO, A.; WINCK, C.; SEHNEM, S. Diagnóstico da produção e comércio cunícula no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira De Cunicultura**, v. 7, n. 1, 2015.

BONAMIGO, A. et al. Produção da carne cunícula no Brasil como alternativa sustentável. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, Maringá, v. 10, n. 4, p. 1247-1270, 2017.

CESARI, V. et al. Environmental impact of rabbit meat: The effect of production efficiency. **Meat Science**, v. 145, p. 447-454, 2018.

COMBES, S. Nutritional value of rabbit meat: A review. **Animal Production**, v. 17, n. 5, p. 373-383, 2012.

CULLERE, M.; ZOTTE, A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. **Meat Science**, Padova, v. 143, p. 137-146, 2018.

DABBOU, S. et al. Bilberry pomace in rabbit nutrition: effects on growth performance, apparent digestibility, caecal traits, bacterial community and antioxidant status. **Animal**, v. 13, n. 1, p. 53-63, 2018.

DASZKIEWICZ, T. et al. The effect of intensive and extensive production systems on carcass quality in New Zealand White rabbits. **World Rabbit Science**, v. 20, n. 1, p. 25-33, 2012.

DUARTE, C. L. G. Reflexão - A cadeia reprodutiva do coelho. **Cunicultura em Foco**, v. 1, p. 9-10, 2011.

ESCRIBA-PEREZ, C. et al. Consumer profile analysis for different types of meat in Spain. **Meat Science**, v. 129, p. 120-126, 2017.

FAYEMI, P.O.; MUCHENIE, V. Meat in African context: From history to science. **African Journal Of Biotechnology**, v. 11, n. 6, p. 1298-1306, 2012.

FERREIRA, W. M. et al. **Manual Prático de Cunicultura**. Bambuí, 2012. Disponível em: < <https://www.fucap.edu.br/biblioteca/livros/livro5.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2020.

FERREIRA, W. M. The rabbit Production in Brazil. In: RABBIT CONGRESS OF THE AMERICAS, 4, 2010, Córdoba. **Proceedings[...]**. Córdoba: American Branch of the World Rabbit Science Association, 2010. p. 1-8.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 07 nov. 2020

GONZÁLEZ-REDONDO, P.; MENA, Y.; FERNÁNDEZ-CABANÁS, V.M. Factors affecting rabbit meat consumption among Spanish university students. **Ecology of food and nutrition**, v. 49, n. 4, p. 298-315, 2010.

GONZÁLEZ-REDONDO, P.; CONTRERAS-CHACÓN, G.M. Perceptions among university students in Seville (Spain) of the rabbit as livestock and as a companion animal. **World Rabbit Science**, v. 20, n. 3, p. 155-162, 2012.

HASSAN, F.; IBRAHIM, M.; ARAFA, S. Effect of dietary pomegranate by-product extract supplementation on growth performance, digestibility, and antioxidant status of growing rabbit. **Tropical Animal Health And Production**, p. 1-9, 2020.

HERNÁNDEZ, P.; ZOTTE, A. Influence of diet on rabbit meat quality. In: NUTRITION OF THE RABBIT, Wallingford, 2 th, 2010. **Proceedings[...]**.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 02 mai. 2021.

JIANG, G. et al. Strategies for Sustainable Substitution of Livestock Meat. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1227, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1227>>. Acesso em: 05 mai. 2021

KALLAS, Z.; GIL, J. A dual response choice experiments (DRCE) design to assess rabbit meat preference in Catalonia. **British Food Journal**, v. 114, n. 10, Barcelona, 2012. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1227>>. Acesso em: 05 mai, 2021.

KANK, J.; JUN, J.; ARENDT, S.W. Understanding customers' healthy food choices at casual dining restaurants: Using the value-attitude-behavior model. **International Journal of Hospitality Management**, v. 48, p. 12-21, 2015.

KHALIL, M.H. Sustainable rabbit breeding and genetic improvement programs achieved in developing countries. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9th, 2010, Leipzig. **Anais[...]**. Germany: WCGALP, 2010.

LANGREO, A.; BENITO, I. Estudio: Análisis de competitividad del sector cunícola español. **Trabajo de investigación. Intercun, Organización Interprofesional para Impulsar el Sector Cunícola**, Madrid, 2010.

LI, S. et al. Rabbit meat production and processing in China. **Meat Science**, Padova, v. 145, p. 320-328, 2018.

MACHADO, L. C. Opinião: Panorama da cunicultura Brasileira. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2012.

MACHADO, L. C.; FERREIRA, W. M. Opinião: Organização e estratégias da cunicultura brasileira—buscando soluções. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v. 6, n. 01, p. 1-31, 2014.

MACHADO, L. C. et al. **Manual de Formulação de Ração e Suplementos para Coelho**. Bambuí. 2019. Disponível em: <http://acbc.org.br/site/images/Manual_de_formula%C3%A7%C3%A3o_de_ra%C3%A7%C3%A3o_e_suplementos_para_coelhos_-_terceira_edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2020

MONTEIRO, J. M. et al. Estratégia para uma Cunicultura Sustentável. **Enquadramento do Setor da Cunicultura - PAC 2013**, Lisboa, v. 18, n. 3, p. 325-333, 2013.

MONTERO-VICENTE, L. et al. Analysis of the commercial value of rabbit meat based on positioning of the different types of fresh meat. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Valencia, v. 16, n. 3, p. 1-9, 2018. Disponível em: <<https://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/13407>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

MONTERO, L.; ESCRIBÁ, C.; BUITRAGO, J.M. Coyuntura del sector cunícola, desafíos actuales y entorno internacional. In EXCELCUN 2015 – INFORME DE COYUNTURA DEL SECTOR CUNÍCOLA, 2015, Zaragoza.

MURCIA, J. L. Tendencias en el consumo mundial de carnes: Cabrito, conejo y pichón, nuevas carnes de moda. **Distribución y consumo**, v. 24, n. 132, p. 32-37, 2014.

MUSCO, N. et al. Mirrors can affect growth rate, blood profile, carcass and meat traits and caecal microbial activity of rabbits reared in a “small groups” free-range system. **Animals**, v. 9, n. 9, p. 639, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/9/9/639>>. Acesso em: 05 mai, 2021.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; LEROY, F. Rabbit meat in need of a hat-trick: From tradition to innovation (and back). **Meat Science**, v. 146, p. 93-100, 2018.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. Rabbit meat processing: historical perspective to future directions. **World Rabbit Science**, Cesena, v. 21, n. 4, p. 217-226, 2013.

PETRESCU, D.C.; PETRESCU-MAG, R.M. Consumer behaviour related to rabbit meat as functional food. **World Rabbit Science**, v. 26, n. 4, p. 321-333, 2018.

SANAH, I. et al. Rabbit meat in the east of Algeria: motivation and obstacles to consumption. **World Rabbit Science**, Cesena, v. 28, n. 4, p. 221-237, 2020.

SORDI, V. F. et al. A Cunicultura na Estratégia de Diversificação em Propriedades Rurais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 325–333, 2016.

SUTTLE, N. F. **Mineral Nutrition of Livestock**. 4th ed. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International, 2010.

SZENDRÓ, K.; SZABÓ-SZENTGRÓTI, E.; SZIGETI, O. Consumers' Attitude to Consumption of Rabbit Meat in Eight Countries Depending on the Production Method and Its Purchase Form. **Foods**, Kaposvár, v. 9, n. 5, p. 654, 2020.

TOLEDO, G. et al. Casca de soja em substituição ao feno de alfafa em dietas fareladas para coelhos em crescimento. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1896-1900, 2012.

VAYSSIERES, J. et al. Comparing energy use efficiency and greenhouse gas emissions for livestock products. **Advances In Animal Bioscience**, v. 1, n. 2, p. 506-507, 2010.

ZOTTE, A. Rabbit farming for meat purposes. **Animal Frontiers**, v. 4, n. 4, p. 62-67, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/af.2014-0035>>. Acesso em: 07 mai. 2021

ZOTTE, A.; SZENDRO, Z. The role of rabbit meat as functional food: A review. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 319-331, 2011.

**Políticas públicas e ações dos profissionais de ciências agrárias em
benefício da agricultura sustentável**

*Public Policies and actions of agrarian science professionals for the benefit of
agriculture sustaining*

**Karine Gomes Claro, Prof. Dr. Marcelo Machado De Luca Oliveira
Ribeiro**

1. Introdução

Cientistas, desenvolvedores de políticas públicas, organizações e instituições sociais se preocupam e buscam encontrar meios que desenvolvam e melhorem a vida das populações. Ao longo dos anos, a ideia antes fundamentada na busca do progresso econômico, se transformou na procura por meios de abranger o desenvolvimento social (SILVA; SCHNEIDER, 2015).

O crescente enfoque no desenvolvimento rural brasileiro nos últimos anos, vem atrelado diretamente à formulação das políticas públicas. Nos anos 2000, a atuação do Estado e das ações públicas passaram a desempenhar uma função mais efetiva direcionada a diversos setores, entre eles, evidenciam-se aquelas concentradas na agricultura familiar, bem como na produção de alimentos mais saudáveis e sustentáveis. De acordo com Grisa e Schneider (2015), políticas públicas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), entre outras, deram foco ao Brasil no cenário internacional. Com isso, outros países passaram a estudar sobre as políticas públicas brasileiras, para adaptá-las e utilizá-las.

A presente revisão aborda de maneira sistematizada os percursos políticos, agrários, sociais e ambientais para o desenvolvimento rural até o momento atual. Através das análises realizadas será possível compreender o processo de desenvolvimento rural como multifacetado, deixando de seguir uma visão exclusiva às questões tecnológicas agropecuárias e focando em um olhar mais plural. Fatores como a situação e a construção social de

classes que representam identidades sociopolíticas na agropecuária, especialmente agricultores familiares; a relação e estruturação coletiva; a questões ambientais; a identidade territorial; a necessidade por políticas públicas; e outros aspectos passaram a ser levados em consideração (STUMPF JUNIOR; BALSADI, 2015).

Nesse cenário de desenvolvimento das políticas públicas, o zootecnista e os demais profissionais das ciências agrárias, através da extensão atrelada à educação, podem fazer parte da solução da falta de valorização e perspectiva do meio rural, participando de um projeto de desenvolvimento rural, através de uma articulação de políticas públicas, dando suporte, a partir do conhecimento técnico, consequentemente influenciando nas questões de sustentabilidade de uma dada região.

O objetivo desta revisão é observar o desempenho de zootecnistas, bem como profissionais das ciências agrárias, pautados por políticas públicas, sendo a educação do campo a principal delas, aplicadas como ferramentas de transformação, desenvolvimento e integração, em busca de uma agricultura mais sustentável e inclusiva.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento das políticas públicas e ações dos profissionais de ciências agrárias em benefício da agricultura sustentável com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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 Acadêmico, Researchgate e Wiley Online Library. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1. Cenário atual das Políticas Públicas no Ambiente Rural e o Papel do Zootecnista

Seguindo um olhar multifacetado, as políticas públicas têm um papel essencial no desenvolvimento rural. De acordo com Grisa e Schneider (2015) no que diz respeito às políticas públicas no contexto da agricultura familiar é possível indicar três gerações que, resumidamente, podem ser estruturadas em: a) a primeira que salienta uma perspectiva agrícola e agrária; b) a segunda voltada a políticas sociais e assistenciais e, c) a terceira direcionada a um mercado saudável e seguro e a sustentabilidade. Essas gerações de políticas públicas apareceram em circunstâncias e momentos distintos e, coexistem atualmente, por meio de discussões acadêmicas, acontecimentos sociais significativos, transições políticas, acesso a ideias e novos agentes nas discussões públicas.

As políticas públicas são capazes de atenuar situações vulneráveis em curto prazo, enquanto desempenham estímulos para sua resolução por um longo período, colaborando com a redução das desigualdades sociais. Dessa forma, tendo em vista a importância e a demanda de políticas públicas no atual cenário rural, é possível enxergar que passam a ser consideradas meios que possibilitam acesso à renda, educação e saúde para as famílias favorecidas, além das capacitações e qualificações profissionais oferecidas aos beneficiários, que os impulsionam para a entrada no mercado de trabalho (SILVA, SCHNEIDER, 2015).

O Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) é um exemplo de política pública brasileira, que atende agricultores familiares, que em grande parte são excluídos de outros tipos de assistência técnica, já que a maior parte do crédito do Programa é reservado para as atividades de pagamento (MEDEIROS, 2015).

Visando aprimorar o Pronaf, se discutiu integrar o sistema ATER (Assistência técnica e extensão rural). A partir das inovações e desenvolvimento rural cria-se a demanda por um novo profissional de ATER. Normalmente esse profissional é formado em zootecnia, engenharia agrônoma, engenharia florestal, engenharia agrícola ou economia

doméstica. Entendido como extensionista, o profissional de ATER tem como função atuar como agente de desenvolvimento e colaborador para a socialização dos conhecimentos com os agricultores por meio de práticas e técnicas mais eficazes na produção agrícola. Historicamente, a ATER foi aproveitada, em especial, por grandes proprietários de terra e pouco utilizada na agricultura familiar. Sabendo disso, uma vez vinculada ao Pronaf, a ATER colaboraria com maior ganho financeiro, auxiliando em práticas agrícolas mais sustentáveis e benéficas (CASTRO, PEREIRA, 2017).

Em 2003, a proposta da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária (Pnater) foi apresentada e, se compõe de princípios de desenvolvimento sustentável, das noções sociais (de igualdade de gênero e étnicas) e da necessidade da inclusão da sociedade civil para que seja efetiva (CASTRO, PEREIRA, 2017). De acordo com Rambo (2015), é essencial reformular um modelo de ATER pública que considere a importância da agricultura familiar no meio rural brasileiro. Dessa forma, a ATER inclui o grupo que não pode pagar por esse serviço.

Uma ATER pública deve apresentar características que a diferencie da assistência técnica executada por cooperativas, que vão em busca de venda de insumos (matéria-prima, trabalho, equipamentos etc.) e que operam estritamente no sistema de produção. A ATER pública precisa ser apta a estimular forças, apta a reconhecer o espaço rural como um ambiente favorável ao combate contrário à exclusão social, pautado por perspectivas compatíveis com o desenvolvimento sustentável e, que tenha alcance às informações e ao conhecimento (HENNERICH, DIAS, ZONIN, 2020).

Em vista desse panorama sociobiodiverso, percebe-se que, na atualidade o conjunto de políticas públicas afeta o meio rural e, essas políticas refletem na atividade econômica e social do país e nas suas multifacetadas regiões (GRISA, SCHNEIDER, 2015). Fazendo um recorte mais profundo dessas políticas e suas ações, nessa revisão coloca-se em foco as políticas de natureza social, de capacitação e extensão, de natureza de

desenvolvimento.

2.1.1. Desenvolvimento Rural e Agricultura Sustentável

Desde o fim do século XX (1980 a 1990), a definição de desenvolvimento rural começou a participar das discussões, deixando de seguir uma visão exclusiva às questões agropecuárias e permitindo um olhar mais plural. A partir desse debate, diversos fatores passaram a ser levados em consideração, como a situação e a construção social de classes que representam identidades sociopolíticas na agropecuária, especialmente agricultores familiares; a relação e estruturação coletiva; as questões ambientais, sendo a sustentabilidade uma condição necessária; a identidade territorial, desde os aspectos culturais, econômicos, biomas, entre outras características; a necessidade por políticas públicas; a preservação de um modo geral, paisagem, recursos, e outros aspectos (STUMPF JUNIOR; BALSADI, 2015).

Ao falar sobre desenvolvimento rural, a agricultura familiar e as políticas e ações a ela direcionadas se encontram em posição de evidência. A agricultura familiar passa a ser percebida como uma categoria sociopolítica diversa e, sua participação no mercado de trabalho, bem como na produção de alimentos mais saudáveis, têm um papel importante no reconhecimento social e alimentar (MALUF, 2009). Essa relação sociobiodiversa possibilita uma perspectiva mais ampla aos agricultores, colocando-os em posição de famílias rurais em contato com seu território, vistas na perspectiva da disposição social ao vínculo com natureza através de uma agricultura mais sustentável (MALUF, 2015).

Atualmente o desenvolvimento rural parte de uma perspectiva mais empenhada e comprometida em modificar e progredir verdadeiramente a partir da vivência das famílias e das comunidades rurais (STUMPF JUNIOR, BALSADI, 2015).

2.2. Políticas Ambientais e Mudança Tecnológica

Os debates associados ao desenvolvimento rural e seus fatores na

agricultura estão relacionados ao aumento de pesquisas das instituições públicas de ciência e tecnologia, que aparecem com maior destaque nessas instituições, a partir da extensão e troca de experiências e tecnologias para inúmeras áreas agropecuárias, florestais e agroindustriais. Visando solucionar questões associadas ao ambiente rural, as instituições públicas de pesquisas agropecuárias deveriam reorganizar suas práticas mudando seus métodos de trabalho e aumentando a colaboração com outras instituições. Ao optar por atender necessidades voltadas às questões locais, as instituições de pesquisas poderiam alcançar resultados mais compatíveis com as regiões e biomas (STUMPF JUNIOR; BALSADI, 2015).

Atualmente, alternativas tecnológicas, com tendências ecológicas, como a agricultura orgânica, são adotadas e têm maior demanda por parte de agricultores familiares do que por agricultores “tradicionais”, isso está relacionado à maior demanda de mão de obra por área. A produção orgânica solicita uma mão de obra maior, mas em contrapartida resulta em produtos com maior valor comparado aos mesmos produtos gerados pela produção convencional. Além disso, essas tecnologias com tendências ecológicas promovem o desenvolvimento sustentável (CASTRO, PEREIRA, 2017).

Ao conceituar agricultura sustentável, há diversas definições entre os autores, mas dentre essa pouca concordância, acredita-se que futuramente a sustentabilidade aparenta ser a solução para o setor agropecuário. Seu foco está em assegurar um desenvolvimento pautado por qualidade, harmonia com a natureza, desenvolvimento de ganho para os trabalhadores e melhoria social (COSTA, 2010).

No quesito social e ambiental, recursos tais como as leis de regulamentação não têm sido eficazes. O desenvolvimento sustentável necessita de um “mix de instrumentos” que dê suporte ao progresso local, modificando a maneira de estruturar o trabalho e o fundamento econômico do uso da terra (NUNES et al., 2014; MAY et al., 2014).

De acordo com Shiki et al. (2015), visando solucionar os problemas ambientais, são criados incentivos econômicos (benéficos ou não) sendo os mais recorrentes as taxas ambientais, as multas por infração ambiental e o

PSA (Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos ou Ambientais) que evidenciam alta eficácia em comparação a outros recursos, como as leis de regulamentação (utilização e produção da água, resíduos sólidos, áreas protegidas e o Código Florestal). Apesar da eficácia não ser um fundamento de avaliação a recursos políticos de gestão ambiental, tais como leis e normas, ela é uma medida de avaliação de PSA na literatura mundial. As medidas de PSA partem de um olhar atrelado ao custo-benefício, tanto ambiental quanto social.

Sendo assim, os incentivos econômicos se apresentam como uma forma de assistência de desenvolvimento rural e políticas ambientais, visando atingir os interesses públicos. Apesar disso, se os produtores (agricultores familiares, ribeirinhos, grandes fazendeiros, entre outros) não solucionarem os conflitos de interesse, não é possível que um recurso político seja bem-sucedido em relação à conservação ambiental (SHIKI et al., 2015).

2.3. Políticas Sociais

As políticas sociais no Brasil passaram a estar integradas com o desenvolvimento rural a partir da publicação da Constituição de 1988, sobretudo entre 1990 e os anos 2000. As ações desenvolvidas e executadas pelas políticas sociais auxiliam famílias a superarem a situação de vulnerabilidade e pobreza através de transferência de renda, além de dar espaço e reconhecer o meio rural como um ambiente de trabalho e existência, desmistificando um ambiente escasso e decadente. Os principais modelos de ações sociais no Brasil são o Programa Bolsa Família, a Previdência Social e o Programa Nacional de Habitação Rural (GRISA, SCHNEIDER, 2015).

Países em desenvolvimento procuram meios de agregar o progresso e a redução de desigualdades, partindo de políticas sociais. O Programa Bolsa Família, referência no quesito de desenvolvimento, corrobora com essa busca, sendo essencial que o programa se fortifique e, tenha em vista principalmente o desenvolvimento pautado através da educação (KERSTENETZKY, 2009).

De acordo com Silva e Schneider (2015), quanto ao Programa Bolsa Família, apontam que é preciso assimilar o vínculo com diversas políticas públicas, visando compreender como se complementam em busca do desenvolvimento rural. Ainda relacionado aos programas sociais, é fundamental verificar seu funcionamento na esfera rural, uma vez que a população mais pobre está exposta a problemas de exclusão, em função da falta de acesso aos serviços essenciais.

2.3.1. Políticas de Capacitação e Extensão no Campo

As políticas de educação no campo são elaboradas a partir de um olhar individualista quanto às necessidades de educação das pessoas que vivem no meio rural, visto que os seus elaboradores enunciam compreender que a educação do campo é desenvolvida pelos indivíduos da comunidade rural e seu estilo de vida e uso da sua terra. A educação do campo deve estar relacionada a um processo de inclusão das pessoas, no qual a escola está pautada em um plano de desenvolvimento sustentável e inclusivo. Dessa forma, o educador deve estar comprometido e envolvido nas necessidades do meio rural, visando alcançar seus propósitos em conjunto aos alunos (NETO, 2010).

Ao falar sobre a formação de um educador do campo, coloca-se em perspectiva três grandes dimensões práticas, a saber: a formação de uma nova base científica-tecnológica para as atividades no campo focada em fundamentos da agricultura sustentável; a sinalização dessa base de uma forma que esteja a par de transições das relações sociais e de uma luta contrária ao sistema dominante de produção; o exame das necessidades e particularidades econômicas e socioculturais de seus alunos (SÁ, MOLINA, BARBOSA, 2011).

De acordo com Neto (2010) a pedagogia modelo para o Movimento Sem Terra (MST) é originária da Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire, que está baseada no existencialismo cristão, no qual o sujeito cria-se no mundo, mediante as suas experiências, positivas ou negativas, negando uma essência da natureza humana, ou seja, cada sujeito é único e cria sua

própria essência. Esse modelo é fundamental para compreender a base do pensamento social atual, dos movimentos sociais aos delineamentos da educação do campo.

A educação é extremamente importante no campo, dá apoio ao suporte técnico e proporciona o desenvolvimento e a compreensão. De acordo com Vilpoux e Cereda (2014), deve-se levar em consideração também o nível de educação dos filhos dos agricultores, indicando que uma melhor formação possibilita que os pais utilizem novas tecnologias, tenham progresso na produção, e se beneficiem de noções de sustentabilidade. A falta de educação e baixa escolaridade no ambiente rural prejudica, a longo prazo, as melhorias ambientais e a regeneração de áreas degradadas. Assim, aumenta a propensão de maior exploração de terras de maneira inadequada, como consequência aumento da degradação e desmatamento (VILPOUX, CEREDA, 2014).

Esses fatores demandam lutas pela Educação do Campo, tendo grande importância entre pesquisadores, no que diz respeito à observação dos que reivindicam fortemente a fragmentação das políticas, que seriam específicas para um projeto de campo e de país de acordo com o que desejam. Apesar da falta de potência para a determinação desse projeto, ainda sim, manifestam de maneira resistente que estão presentes e são participantes no cenário nacional, sendo essa resistência de extrema importância na construção democrática de um país com inúmeras pessoas que estão e dependem do campo, como é o caso do Brasil (MUNARIM, 2011).

Vilpoux e Cereda explicam que os avanços nos assentamentos estão relacionados ao desenvolvimento da educação dos produtores. Entretanto, produtores que apresentam maiores níveis de estudo tendem a abandonar o campo e deslocar-se para as cidades. Sendo assim, uma educação de qualidade efetiva no campo necessita estabelecer relação com o reconhecimento do meio rural, do mercado e das atividades de produção, através do trabalho do extensionista por meio do desenvolvimento da comunicação inclusiva. A educação do campo deve ser pautada por um sistema de ensino adaptado às necessidades do meio rural, garantindo

metodologias que ajudem no desenvolvimento da população do campo. Entretanto, para que essas necessidades sejam atendidas, é preciso ter educadores especializados e engajados nas questões rurais, que contem com apoio específico, desde transporte público até recursos financeiros e pedagógicos.

Nesse cenário, à extensão rural compete transferir conhecimentos e tecnologias para as famílias rurais, reconhecida desde o princípio como um método de educação não formal, ou seja, fora do sistema formal de ensino, porém a ele incorporado. O modelo tem por base a transferência de informações às famílias rurais da qual decorre o aumento na produção agropecuária e progresso na vida dessas pessoas. O aumento na produtividade agrícola associada à justiça social e ao desenvolvimento sustentável, carece da consolidação das práticas da pesquisa agropecuária, bem como de mudanças na educação e na extensão (CAPORAL, 2014).

3. Discussão

De acordo com o que foi apresentado, percebe-se que os movimentos e lutas durante a década de 1990, nos quais parte do setor agrícola solicitou direitos e melhores condições para os trabalhadores rurais, a prática agrícola passou a adotar novas formas de organização desvinculando-se das práticas anteriores e buscando um olhar mais plural (STUMPF JUNIOR; BALSADI, 2015).

A partir da noção de desenvolvimento rural, tendo em vista a crescente procura por produtos produzidos no campo, percebesse que a produção em ambiente rural, tem um crescimento contínuo no Brasil e no mundo. Dessa forma, acredita-se que a agropecuária deve ser um setor com foco ininterrupto de políticas ambientais, que proponham medidas sustentáveis em sua produção.

De maneira geral, o desenvolvimento rural no país, apresenta um padrão tecnológico dominante, adequado às escolhas dos investimentos capitalistas, buscando submeter o setor de economia camponesa dentro de um dado perfil complementar na divisão social do trabalho que se

estabelece. Sendo assim, o projeto da Educação no Campo, diz respeito a uma educação estruturada a partir de fundamentos que organizam a produção a partir das conveniências alimentares e de análises sobre a produção rural sustentável. Esses quesitos são extremamente importantes para o desenvolvimento político-pedagógico dessa educação profissionalizante, focada nos trabalhadores do campo, os quais devem ter entendimento técnico-científico para solucionar essas distinções implicadas nesse processo de desenvolvimento (SÁ, MOLINA, BARBOSA, 2011).

Na pesquisa de Antunes-Rocha (2011), foram obtidos dados que apesar de não serem uma regra, proporcionaram através de uma base em análises, modos para entender quais as dificuldades vividas pela escola, entendida como uma instituição incumbida da criação e socialização do conhecimento sistêmico. Nesse cenário, é constatado que essa seria uma das maiores dificuldades relacionadas ao perfil dos docentes a serem indicados para exercer esta função. Observa-se que no perfil desses profissionais encontram-se problemas devido à falta de formação e conhecimento e as circunstâncias objetivas para que efetivem o ensino/aprendizagem.

Ainda, sobre a Educação do Campo é importante refletir que a ocorrência do movimento social por políticas públicas de Educação do Campo no Brasil, origina-se e se mantém sobretudo dos movimentos e organizações sociais do campo, que buscam domínio da educação e a proteção da sua terra (MUNARIM, 2011).

Dentre a perspectiva do docente responsável pela Educação do Campo, tem-se a necessidade explicitar o sentido do monopólio e execução da terra, dessa forma ultrapassar os limites impostos por estruturas sociais muito duras, que foram tratadas tradicionalmente como de execução. Há pouco tempo, debates relacionados ao uso de recursos naturais: solo e águas, passaram a ser tratados com mais cuidado. Atualmente, livros didáticos contam com fontes referentes a latifúndios e minifúndios, mas os debates envolvendo o monopólio e execução da terra precisam encontrar perspectivas políticas e éticas para terem maiores níveis de crítica e novas propostas. Nesse processo, coloca-se em pauta as tensões que comandaram a produção

do conhecimento relativas ao campo/cidade, entre outros (ANTUNES-ROCHA, 2011).

A partir de uma visão geral, é nesse cenário que os zootecnistas, e os demais profissionais das ciências agrárias entrariam como agentes de desenvolvimento e colaboradores para a socialização do conhecimento gerado em conjunto com a comunidade em programas de ensino e extensão de conhecimento técnico.

De acordo com Griebler et al. (2018), as ações realizadas através do projeto de ATER (assistência técnica rural), obtiveram resultados positivos no que diz respeito às proporções social, econômica e ambiental, conseqüentemente promovendo o progresso das famílias participantes. Foi possível observar que as propriedades tiveram um aumento dos índices de sustentabilidade, proporcionando o começo de um processo de transformação para uma produção em um sistema mais sustentável.

Por fim, de acordo com Caporal (2014), ao avançar no cenário da educação, os profissionais das ciências agrárias como extensionistas, são designados a difundir conhecimentos e tecnologias para as famílias rurais. A consolidação das práticas da pesquisa agropecuária, assim como de educação no campo e de programas de extensão rural geram um aumento na produtividade agrícola, em especial, quando em associação à justiça social e ao desenvolvimento sustentável.

4. Considerações finais

No decorrer desta revisão foi possível observar um panorama da importância das políticas públicas no meio rural e o tamanho da sua influência no desenvolvimento rural. Nesse processo de desenvolvimento, é importante pontuar o zootecnista, e os demais profissionais das ciências agrárias no escopo das políticas públicas, atuando como agentes de desenvolvimento e colaboradores para a socialização do conhecimento gerado em conjunto com a comunidade a partir de programas de ensino e extensão. Dentro dessa perspectiva mais inclusiva, observa-se que os profissionais das ciências agrárias têm grande influência na difusão do

conhecimento técnico e social no meio rural.

Dessa forma seria possível fazer uma ponte entre esses profissionais e as escolas de Educação do Campo, que buscam profissionais/educadores cuja formação se coloca na perspectiva de uma nova base científica-tecnológica para as práticas no campo seguindo os modelos de uma agricultura sustentável. Cria-se uma demanda por um profissional que esteja a par das transições nas relações sociais e que entenda a necessidade da busca por alternativas ao sistema dominante de produção; além disso, que foque nas necessidades e particularidades socioculturais e econômicas da comunidade em que atua.

Dentro desses pré-requisitos podemos encontrar os profissionais das ciências agrárias, participantes nas relações humanas, sociais, econômicas e administrativas, profissionais que viabilizam o trabalho no meio rural, conseqüentemente atuando em prol do desenvolvimento da agricultura sustentável.

Referências

ANTUNES-ROCHA, M. R. A posse e o uso da terra como mediação da relação entre professores e alunos: um estudo na perspectiva das representações sociais. In: MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. A. (Org.) **Educação do Campo**. Brasília, 2011. Cap. 6, p. 65-80.

BEZERRA NETO, L. Educação do campo ou educação no campo? **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas. n. 38, p. 150-168, 2010.

CAPORAL, F.R. Extensão rural como política pública: a difícil tarefa de avaliar. In: SAMBUICHI, R.H.R.; SILVA, A.P.M.; OLIVEIRA, M.A.C.; SAVIAN, M. (Org.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: ipea, 2014. cap. 1, p. 19-48.

CASTRO, C.N.; PEREIRA, C.N.; História da Ater no Brasil. In:_____. **AGRICULTURA FAMILIAR, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL E A POLÍTICA NACIONAL DE ATER**. Brasília: ipea, 2017. cap. 2, p. 8-11.

CASTRO, C.N.; PEREIRA, C.N.; Repensando o papel da Ater pública: boas práticas atuais. In: **AGRICULTURA FAMILIAR, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL E A POLÍTICA NACIONAL DE ATER**. Brasília: ipea, 2017. cap. 6, p. 29-37.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável I: Conceitos. **Revista de Ciências Agrárias**. Portugal. v. 33, n. 2, p.61-74, 2010.

GRIEBLER, A. D. et al. Programa ATER Sustentabilidade: visão geral do programa e resultados no município de Três Passos – SP. **Revista Extensão em Foco**, Palotina, n.15, p. 95–107, 2018.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e Estado no Brasil. In: **Políticas Públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2015. p. 19-50.

HENNERICH, J.; DIAS, L. S.; ZONIN, W. J., Assistência técnica, extensão rural e desenvolvimento sustentável: O caso da Biolabore – Cooperativa de trabalho e assistência técnica do Paraná. **Revista Orbis Latina**. Foz do Iguaçu. v. 10, n. 3, p. 280-295, 2020.

KERSTENETZKY, C. L. Redistribuição e desenvolvimento? A economia política do Programa Bolsa Família. **Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro. v. 52, n. 1, p. 53-83, 2009.

MALUF, R. S. Alimentação, escola e agricultura familiar. **Observatório de Políticas Públicas para a Agricultura**, Rio de Janeiro. n. 26, 2009.

MALUF, R.S. Prefácio. In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.) **Políticas Públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2015. p. 9-12.

MAY, P. H.; VIVAN, J. L.; ANDRADE, J.; GEBARA, M. F.; ARCO, P. del. Um policymix: Conservação e uso sustentável da biodiversidade com redução da pobreza na Amazônia. **Policy in Focus**, Brasília. n. 29, p. 12-16, 2014.

MEDEIROS, L.N. Luta por reforma agrária no Brasil contemporâneo: entre continuidades e novas questões. In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.) **Políticas Públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2015. cap.5, p. 339-359.

MUNARIM, A. Educação do Campo no cenário das políticas públicas na primeira década do século 21. In: MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. A. (Org.) **Educação do Campo**. Brasília, 2011. Cap. 5, p. 51-63.

NUNES, P.C.; VIVAN, J.L.; MAY, P.H. Conservação e desenvolvimento integrados no noroeste do Mato Grosso. In: SAMBUICHI, R.H.R.; SILVA, A.P.M.; OLIVEIRA, M.A.C.; SAVIAN, M. (Org.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: ipea, 2014. cap. 8, p. 201-222.

RAMBO, J. R. et al., Políticas públicas de extensão rural no Brasil contemporâneo: avanços e desafios à construção do desenvolvimento rural sustentável nos estados de Minas Gerais e Mato Grosso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2015. p. 1-15.

SÁ, L. M.; MOLINA, M. C.; BARBOSA, A. I. C. A produção do conhecimento na formação dos educadores do campo. In: MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. A. (Org.) **Educação do Campo**. Brasília, 2011. Cap. 7, p. 81-95.

SHIKI, S.; SHIKI, S.F.N.; ROSADO, P.L. Políticas de pagamento por serviços ambientais no Brasil: avanços, limites e desafios. In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.) **Políticas Públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2015. cap.4, p. 281-309.

SILVA, C.B.C; SCHNEIDER, S. Pobreza rural e o Programa Bolsa Família – desafios para o desenvolvimento rural no Brasil. In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.) **Políticas Públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2015. cap. 6, p. 443-463.

STUMPF JUNIOR, W.; BALSADI, O.V. Políticas públicas e pesquisa para o desenvolvimento rural no Brasil. In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.) **Políticas Públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2015. cap. 7, p. 511-529.

VILPOUX, O.F.; CEREDA, M.P. Sustentabilidade ambiental em assentamentos do Mato Grosso do Sul. In: SAMBUICHI, R.H.R.; SILVA, A.P.M.; OLIVEIRA, M.A.C.; SAVIAN, M. (Org.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: ipea, 2014. cap. 9, p. 223-240.

ZAMBELLO, A. O que é política social? **Revista Agenda Política**. São Carlos. v. 4, n. 1, p. 3-10, 2016

Bem-estar animal como ferramenta de sustentabilidade na aquicultura

Animal welfare as sustainability tool in aquaculture

Laís Barbosa de Sousa, Prof. Dr. Nycolas Levy Pereira

1. Introdução

Em 2050, a população mundial poderá atingir a marca de 9 bilhões de pessoas, o que resultará na intensificação do impacto antrópico no meio ambiente e no aumento da necessidade de produção e distribuição de alimentos (FAO, 2020). Aliado a isso, as ideias de bem-estar animal e sustentabilidade tornaram-se pré-requisitos indispensáveis para os consumidores, que exigem conhecer o processo produtivo e as formas de manejo, garantindo que sejam realizados de maneira ética, sem sofrimento e sem degradação de recursos naturais. A médio e longo prazo, tais produções se tornarão mais rentáveis, já que atividades que adotam práticas sustentáveis e que visam o bem-estar animal têm como resultado maior valor agregado de seus produtos (SILVA et al., 2018).

O setor de aquicultura, caracterizado pelo cultivo de organismos que apresentam seu desenvolvimento total ou parcialmente na água, como peixes, moluscos, anfíbios e crustáceos, nas últimas décadas, apresentou um aumento considerável em sua produção. Tal aumento, deve-se à maior demanda por pescado, decorrente do crescimento da população e do maior interesse em alimentações saudáveis (BARBIERI et al, 2014). No entanto, tal aumento na produção tem como resultado um maior número e intensidade de surtos de doenças. Tal problema ocorre devido à maior exposição destes animais a situações estressantes inerentes ao ambiente de cultivo que levam ao uso de agentes antimicrobianos, conhecidos causadores de impactos ambientais e perigosos para a biossegurança e saúde pública. Portanto, faz-se necessário a aplicação de técnicas mais sustentáveis e que sigam normas bem-estar animal (NOGA, 2010).

Logo, o objetivo desse trabalho será realizar uma revisão de literatura afim de entender como o bem-estar e a sustentabilidade se relacionam dentro da aquicultura, tendo como foco a interação entre estresse e sanidade, o uso de antibióticos e principais métodos profiláticos.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do bem-estar animal e da sustentabilidade na aquicultura, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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: Web of Science, Scopus, Scielo, Google Acadêmico, Portal de Busca Integrada (PBi) do Sistema Integrado de Bibliotecas Universidade de São Paulo (SIBiUSP) e Portal de periódicos CAPES/MEC.

2.1 Aquicultura Mundial e Brasileira

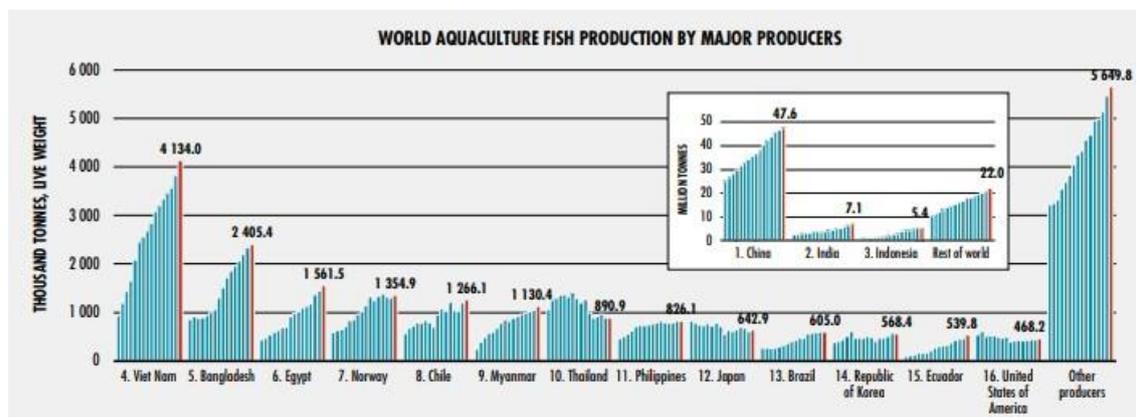
Conceitualmente, a aquicultura é o cultivo de organismos com vida total ou parcial em água. Ela abrange tanto a produção de invertebrados aquáticos, moluscos, camarões e caranguejos, como a de vertebrados, como os peixes, sejam de água doce ou salgada (VICENTE; FONSECA-ALVES, 2013).

De acordo com a FAO (2020), o consumo global de pescados passou de 9kg per capita para 20.1kg per capita entre 1961 e 2017, crescimento consideravelmente maior que apresentados por produtos de outras origens animais, como carne bovina, ovos e leite. Isso demonstra a mudança dos hábitos e preferências alimentares mundiais, bem como a necessidade do aumento da produção para suprir a demanda causada pelo aumento populacional (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

Em decorrência da demanda por pescado, a produção mundial aquícola atingiu a marca de 179 milhões de toneladas no ano de 2018, com um valor estimado de 401 bilhões de dólares, dos quais o Brasil (Fig.1) contribuiu com

758 mil toneladas no mesmo ano, fazendo com que o país ficasse em 13º colocado no ranking mundial de produtores de pescado (FAO, 2020).

Figura 1 – Produção mundial de aquicultura pelos maiores produtores mundiais



Fonte: FAO, 2020.

Porém, o Brasil ainda apresenta alguns problemas estruturais na produção aquícola, como a falta de padrões de biossegurança e bem-estar animal, manejos executados de forma errada, mão de obra desqualificada e sistemas de produção rudimentares, sendo essencial a formação de profissionais especializados e o desenvolvimento de técnicas mais eficientes para o aumento da produtividade (RODRIGUES et al., 2012).

2.2 Bem-estar animal na aquicultura

O conceito do bem-estar animal (BEA) pode ser considerado recente tendo sido pioneiramente postulado em 1964, por Ruth Harrison em “*Animal Machine*”, livro que enfatizou como a pecuária trata os animais como máquinas ao invés de seres vivos sencientes. E, associando o atendimento das necessidades comportamentais e fisiológicas dos animais com sua produção, surgiram as ideias de liberdade e estresse animal, as quais resultaram nos preceitos de uma produção animal visando o BEA (BROOM, 2011).

Especificamente, o bem-estar na aquicultura peixes tem as mesmas bases utilizadas para a criação de aves e mamíferos, das quais é possível

citar: boas condições ambientais, possibilidade de crescimento, saúde física, possibilidade de expressar seu comportamento natural, adaptabilidade e vida livre de sofrimento mental ou dor (MOLENTO; DAL PONT, 2010).

Afim de atender tais requisitos, adotam-se as boas práticas de manejo, que minimizam os riscos, promovem produtos de boa qualidade e principalmente trazem bem-estar aos animais. O protocolo de boas práticas de manejo na aquicultura é composto por procedimentos de rotina, povoamento e densidade dos tanques, manejo alimentar, despesca e a qualidade da água (BARROS et al., 2020).

Apesar da preocupação do consumidor ter aumentado em relação a procedência de seu alimento, a mão de obra não é totalmente capacitada e não há legislações que lidem com o bem estar em pescados (RODRIGUES et al., 2015). Adicionalmente, Miest et al. (2013) afirmam que as doenças na aquicultura podem ser originadas de choques na qualidade e temperatura da água, fatores genéticos e pelo estresse originado de manejos. Ainda, de acordo com Rodrigues et al. (2015), trabalhadores que buscam tratar os animais de forma mais humanitária, sem sofrimentos desnecessários, geram produtos de melhor qualidade e, principalmente, apresentam os menores índices de mortalidade e doenças.

2.3 Sustentabilidade na aquicultura

O desenvolvimento sustentável está relacionado com o uso de recursos e do meio ambiente de maneira que não comprometa gerações futuras. Essa definição deve estar alinhada com o crescimento econômico e desenvolvimento social. Na aquicultura, esse termo refere-se ao cultivo contínuo de organismos aquáticos para o sustento humano, sem prejudicar nenhum ecossistema existente (BOYD et al., 2020).

Os efluentes da produção são ligados com a água de abastecimento, o tipo de alimento fornecidos, densidade da estocagem e biomassa dos organismos e, ao aumentar-se a produção, aumenta-se também os impactos negativos. E altas quantidades de efluentes são responsáveis pela maior quantidade de nitrogênio, fosforo e matéria orgânica acumulados nos

sedimentos e liberados em corpos d'água subsequentes (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2018).

A aquicultura é uma atividade que compete pelo recurso da água, com isso, a sua prática pode favorecer o declínio da qualidade e da quantidade de água. Logo, os controles e regulamentações acerca de seu uso devem ser bem estudados e aplicados (TIAGO; GIANESELLA, 2018).

A sustentabilidade aquícola também é de interesse do consumidor. Em um trabalho por Veldhuizen et al. (2017), práticas sustentáveis e de bem-estar foram aplicadas e, em seguida, avaliou-se o interesse do consumo de produtos. Como resultado, os pesquisadores observaram uma maior preferência pelos produtos resultantes de criação sob métodos sustentáveis e de bem estar, relatando uma tendência de crescimento na busca por esse mercado.

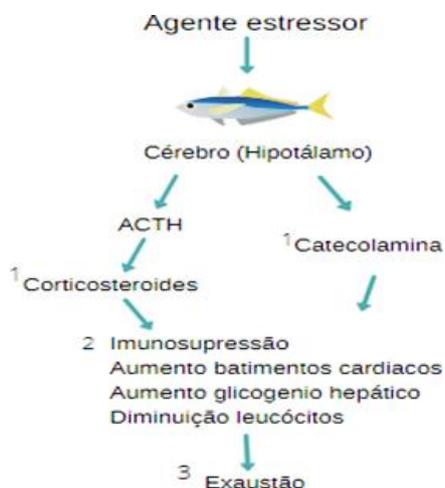
Foi desenvolvido pela FAO (2020) uma lista de objetivos sustentáveis para a aquicultura, a qual irão promover até 2030 sistemas de produções que sejam sustentáveis para o meio ambiente e para a economia. A intenção é proteger os recursos naturais, econômicos e sociais que envolvam a pesca, para que gerações futuras possam aproveitar.

2.4 Estresse e saúde na aquicultura

Estresse é o conjunto de respostas de um organismo frente a um fator que ameaça sua homeostasia, resultando em processos comportamentais e fisiológicos complexos afins de que o indivíduo seja capaz de adaptar-se a determinadas situações, o que pode gerar impacto temporário ou permanente em seu organismo. O estudo do estresse envolve três princípios, a resposta fisiológica, os eventos responsáveis e a relação entre o indivíduo e seu meio (NODARI et al., 2014). As respostas de um indivíduo frente a um estímulo estressante podem ser divididas em respostas primárias, secundárias e terciárias (Fig.2).

Figura 2 - Esquema simplificado da resposta hormonal do estresse. (1)

Respostas primárias (2) Respostas secundárias (3) Exaustão.



Fonte: Adaptado de Mazeud e Mazeud, 1977.

A resposta primária surge quando um agente estressor atua de forma aguda. Entre os efeitos estão o aumento da excreção de catecolaminas, adrenalina, noradrenalina e corticosteroides no plasma sanguíneo. A resposta secundária é causada pelo cortisol no sangue e desencadeia alterações na glicemia, na produção de ácido láctico, glicogênio hepático e diminuição das células de defesa do sangue. Os efeitos terciários por fim, são resultantes do estresse crônico, quando o estressor tem efeito prolongado no animal e este entra em estado de exaustão, com supressão das funções reprodutivas, de crescimento e das respostas imunes, levando ao aparecimento de doenças e à morte (URBINATI; ZANUZZO; BILLER 2020).

O sistema imune dos peixes é dividido em respostas inatas (ou não específicas) e respostas adaptativas/adquiridas/específicas. Ambos os conjuntos de respostas possuem mecanismos de defesas humorais, como síntese proteica e liberação de lisozima e imunoglobulinas, e celulares relacionada com a produção e ação de fagócitos e linfócitos, trabalhando em conjunto. O sistema inato é a linha de defesa primária contra patógenos, é composto pelo tegumento (muco, pele, escamas), por enzimas e compostos que identificam e neutralizam corpos estranhos, e por células como os

fagócitos, que entram em ação em qualquer caso de injúria ou invasão. Por outro lado, o sistema adaptativo depende da síntese de anticorpos específicos contra determinadas proteínas. Para esse tipo de reação, o organismo conta com imunoglobulinas, linfócitos T e B, complexo principal de histocompatibilidade, e, ainda, é capaz de desenvolver memória imunológica. Todos esses mecanismos de defesa atuam evitando a colonização de fungos, bactérias e parasitas, patógenos ou oportunistas, tanto em peixes quanto nos demais vertebrados (KUBITZA, 2013).

Quando há práticas estressantes na produção, a fatalidade nos peixes ocorre em um curto período de tempo, o que dificulta o diagnóstico e o tratamento. Este fator difere em muito a aquicultura das demais atividades pecuárias, onde os animais, após a instalação da enfermidade, demoram para vir a óbito e na aquicultura, a mortalidade é causada rapidamente, com poucas horas entre o momento da exposição e o agente estressor. (SCHRECK; TORT, 2016).

No meio aquático, peixes e microrganismos coabitam diariamente de maneira equilibrada o meio, sem efeito negativo. Porém, quando peixes e outros ficam em exaustão por práticas estressantes de manejo, a resistência natural destes animais é reduzida, fazendo com que muitas das bactérias ali presentes se tornem nocivas. Isso ocorre frequentemente para infecções causadas por *Aeromonas spp.*, *Flavobacterium spp.* e *Vibrio spp.*, bactérias presentes na flora aquática e intestinal dos peixes que em caso de estresse, apresenta comportamento patogênico (URBINATI; ZANUZZO; BILLER, 2020).

Segundo Barcellos et al. (2013) os principais agentes estressores em peixes são: más condições de água, presença de predadores, memória de situações estressantes, manejo na produção (como o toque, o uso de redes, mudança de tanques etc.) e situações sociais (como dominância, agressividade). O grau de respostas à tais agentes estressores está diretamente ligada à intensidade e tempo, assim é preferível que se conheça as necessidades da espécie, sendo capaz de realizar um manuseio rápido e eficiente (TORT, 2011).

Mesmo em situações pré-abate, é necessário o controle dos agentes estressantes na produção, já que os peixes usam suas reservas energéticas, o que diminui os teores de glicogênio e aumenta a produção de ácido láctico, o que reduz o pH muscular e prejudica a qualidade cárnea. Logo, produções que não levam em consideração o bem-estar e sanidade dos animais podem vir a sofrer com prejuízos (VIEGAS et al., 2011).

Em suma, proporcionar um ambiente com boas práticas de manejo, diminuir o uso de drogas poluidoras e que promova segurança e conforto aos animais, do ponto de vista da sanidade aquícola é essencial.

2.5 Uso de antibióticos e seus impactos

O método de controle de enfermidades mais comumente aplicado na aquicultura é a antibioticoterapia. Mas além de serem custosos para a produção, seu uso é debatido por conta dos impactos negativos na saúde humana e animal, e sobre o meio ambiente (NAYAK, 2010).

Na produção aquícola há diversas bactérias com potencial patogênico, sendo as principais *Aeromonas spp*, *Edwardsella spp*, *Flavobacterium columnare*, *Francisella spp* e *Streptococcus spp*. Ainda, são frequentemente reportadas como patogênicas *A. hydrophilia*, *E. tarda*, *F. asiática*, *S. iniae*. Tais patógenos, em grande maioria, são microrganismos oportunistas naturalmente presentes na lâmina d'água, e que podem causar de problemas na derme e brânquias, como ulcerações, necroses e hemorragias, além de anorexia, letargia e necrose em diversos órgãos (LEIRA et al., 2016). Ainda, é de comum conhecimento a não eficácia dos antimicrobianos sobre vírus e parasitas.

O uso de antibióticos na produção leva ao desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes, que possuem uma consequência direta na poluição do meio aquático e trazem grande risco para a saúde humana (SADO; BICUDO, 2012). Ainda, a grande maioria dos compostos utilizados não é totalmente metabolizada no organismo, sendo eliminado pela urina e fezes. Seus resíduos podem ser detectados no solo e/ou águas superficiais e subterrâneas (REGINATO; LEAL, 2010).

Um estudo utilizando *A. hydrophilla*, um patógeno oportunista que ocasiona lesões superficiais na pele, evidenciou que as cepas isoladas desse microrganismo foram resistentes a diferentes grupos de antibióticos, como cefalosporinas, fluoroquinolonas, tetraciclinas. Foi visto também que em uma das cepas de *A. hydrophilla* apresentou resistência a 12 drogas diferentes (KASKHEDIKAR; CHHABRA, 2010).

Em um estudo utilizando oxitetracilina para tilápias do Nilo, demonstrou que esta é altamente tóxica para a espécie e causa risco intoxicação ambiental aos organismos. (MACHADO et al., 2016). Outra pesquisa, (ZHENG et al, 2012), os grupos eritomicina, sulfametoxazol e trimetoprima eram os compostos mais detectados em rios chineses, com uma alta concentração, que poderia implicar em malefícios sobre a qualidade da água. Ambos os estudos demonstram como é inevitável que os antibióticos sejam usados de maneira mais restritiva nas produções, resultando em resistência bacteriana e poluição ambiental, mesmo quando aplicados na dose recomendada, tornando necessário uma análise das reais necessidades.

Assim, usar outros métodos profiláticos além do antibiótico, é uma maneira de proteção aos recursos da aquicultura, sendo a vacinação de patógenos conhecidos e a utilização de imunonutrientes (probióticos, prebióticos e imunoestimulantes) são estratégias comprovadas para prevenção de surtos de doenças na aquicultura, e podem elevar tanto a sustentabilidade quanto o bem estar animal nesta atividade (DIXON, 2012).

2.6 Vacinação e imunoestimulantes

Para uma produção aquícola sustentável, o ponto fundamental é que haja o controle de doenças através de medidas profiláticas que sejam capazes de promover o funcionamento do sistema imune de peixes e outros animais. Assim, desde 1976 tem sido desenvolvidas vacinas para a aquicultura, sendo a primeira contra *Yersiniose* para salmões do Atlântico (*salmo salar*) (GUDDING; MUISKWINKEL, 2013).

A vacinação é um dos métodos mais “eco friendly” de controle e prevenção de doenças na aquicultura, mas ainda são escassas no mercado.

Isso mostra a urgência para o desenvolvimento eficaz e de baixo custo de novas vacinas. O uso de vacinas tem mostrado benefícios ao meio ambiente, economia na produção e ao bem-estar animal. Hoje, as vacinas comercializadas são baseadas em vírus ou bactérias inativadas, subunidades recombinadas do DNA e vírus atenuado, permitindo a administração via injeção (sendo a mais predominante), oral e imersão (KAYANSAMRUAJ; AREECHON; UNAJAK, 2020).

Mas de acordo com Labh e Shakya (2013), a vacinação, embora seja um método comprovadamente eficaz, pode ser relativamente caro e estressante para os animais, além de ser específico contra um tipo específico de patógeno, limitando o efeito contra outras doenças, assim, uma outra alternativa profilática e sustentável é o emprego da imunonutrição.

A imunonutrição envolve a administração via alimentação de vitaminas, prebióticos e probióticos que possam estimular o sistema imune dos animais, protegendo-os de doenças decorrentes da imunossupressão. É possível citar o uso da vitamina A, C, E, D. Por exemplo, a administração da vitamina E diminui o estresse causado por fungos em tilápias do-Nilo (HASSAN et al, 2014). Além das vitaminas, existe a suplementação de prebióticos, ingredientes não digeríveis capazes de serem fermentados por bactérias, como mananoligossacarídeos, fosfoligossacarídeos e glucanos, e de probióticos, que são bactérias benéficas vivas, como *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*. Ambas as estratégias beneficiam o hospedeiro e aprimoram o sistema imune, e sua suplementação tem sido estudada como uma eficaz forma de redução de estresse e suscetibilidade a doenças (LIEKE, 2020).

3. Discussão

Conforme foi exposto por Quesada (2013), a intensificação da aquicultura favorece o surgimento de doenças nos animais e está diretamente ligada com um manejo inadequado e estressante, fazendo com que o uso de antimicrobianos sejam uma necessidade por consequência dos mesmos. Com isso, o uso dessas drogas tem sido reportado como um perigo

para a biosseguridade na produção, resultando em resistência microbiana e acúmulo de resíduo na carne e no ambiente.

Gastalho (2014) reforçou que as concentrações ambientais de antibióticos são relativamente baixas para levar a efeitos tóxicos imediatos, porém ainda há uma lacuna em relação aos efeitos de longo prazo e a degradação em si dessas drogas.

Outro ponto é o acúmulo nas algas marinhas e cianobactérias. Pleiter et al (2013) afirmaram que a mistura de diversas classes de antibióticos, mesmo nas concentrações recomendadas, pode representar um risco ecológico para os ecossistemas.

Então, esses pontos levantam o debate de como a produção aquícola poderia diminuir o uso de antibióticos. O tema do bem-estar animal surge como uma prática com retornos positivos na produção, e suas ações podem refletir em todo o segmento do pescado, principalmente na diminuição do estresse e no menor uso de medicamentos (GNEIDING, 2019). Com essas informações, é possível compreender a relação entre o bem-estar e a sustentabilidade, sendo práticas interligadas na produção.

Para uma perspectiva futura, ao considerar a preservação dos recursos naturais, pode-se citar alternativas que promovam a profilaxia dos animais de maneira a mitigar impactos negativos. Tais como: vacinação, imunonutrição e manejos racionais.

A vacinação é um dos métodos mais confiáveis contra doenças como furunculose, parasitas protozoários, mas tem o entrave de não disponibilizar, ainda, proteção contra todas as doenças virais conhecidas e em certos casos, a necessidade de vacinações massivas para se obter a proteção desejada. A imunonutrição, que engloba o uso de probióticos, prebióticos e imunostimuladores, é uma boa alternativa aos antibióticos, e estimulam ou ativam componentes do sistema imune, como células, enzimas, agentes inflamatórios, e dispensam a manipulação individual dos animais, como ocorre na vacinação. Uma boa prática é a junção de programas de vacinações com a imunonutrição (VIJAYAN et al, 2017) que,

em consonância com manejos racionais, resultam na melhora dos sistemas de criação com mitigação de potenciais patógenos (NEGREIROS, 2015).

Por fim, quando se pensa em como o bem estar animal e a sustentabilidade na aquicultura estão relacionados, foi visto que os trabalhos publicados, até o momento, trazem meios eficazes de aumentar a sustentabilidade e bem-estar animal na aquicultura, sendo complementares entre si. No entanto, mais pesquisas são necessárias sobre o tema, principalmente visando o desenvolvimento de novas vacinas e de impactos dos antimicrobianos sobre o meio ambiente.

4. Considerações Finais

Essa revisão viabilizou entender melhor de que maneira o bem-estar e a sustentabilidade estão ligadas na aquicultura. As práticas de bem-estar animal diminuem o estresse sobre peixes e outros animais aquáticos, evitando a proliferação de doenças, que por consequência, diminuem a necessidade de antimicrobianos nocivos para o meio ambiente.

É importante ressaltar a necessidade de estudos mais aprofundados acerca dos impactos de agentes microbianos bem como de alternativas para métodos profiláticos possíveis na produção.

Referências

- BARBIERI, E. et al. Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada- Journal of Integrated Coastal Zone Management**, Lisboa, v. 14, n. 3, p. 385-398, 2014.
- BARCELLOS, L. J. G. et al. Chemical communication of handling stress in fish. **Physiology and Behavior**, New York, v. 103, n. 3-4, p. 372-375, 2011.
- BARROS, K. D. das N. et al. Evaluation protocol of fish farming good management practices in the state of Pará: case study. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, 2020.
- BOYD, C. E. et al. Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. **Journal of the World Aquaculture Society**, Ontário, v. 51, n. 3, p. 578-633, 2020.
- BROOM, D. M. Bem-estar animal. In: YAMAMOTO, M. E.; VOLPATO, G. L. **Comportamento animal**. Natal: EDUFRN, 2011. v. 2. p. 457-482.

DIXON, B. Vaccines for finfish aquaculture: What do we need to know to make them work? **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v. 15, n. 5, p. 14, 2012.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Rome, 2020.
GASTALHO, S. et al. Uso de antibióticos em aquacultura e resistência bacteriana: Impacto em saúde pública. **Acta Farmacêutica Portuguesa**, Coimbra, v. 3, n. 1, p. 29-45, 2014.

GNEIDING, B. et al. Bases neuroendócrinas do estresse e bem-estar em peixes teleósteos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 17, p. 1-8, 2019.

GUDDING, R.; VAN MUISWINKEL, W. B. A history of fish vaccination: science-based disease prevention in aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, Oslo, v. 35, n. 6, p. 1683-1688, 2013.

HASSAAN, M. S. et al. Protective effect of dietary vitamin E against fungicide copperoxychloride stress on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. **International Aquatic Research**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 58-58, 2014.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aqüicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas—relato de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 163-173, 2018.

KASKHEDIKAR, M.; CHHABRA, D. Multiple drug resistance in *Aeromonas hydrophila* isolates of fish. **Food Microbiology**, London, v. 28, p. 157-168, 2010.

KAYANSAMRUJAJ, P.; AREECHON, N.; UNAJAK, S. Development of fish vaccine in Southeast Asia: A challenge for the sustainability of SE Asia aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, Bangkok, v. 103, p. 73-87, 2020.

KUBITZA, F. Nutrição e saúde no cultivo de Tilápias. **Panorama Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 14-23, 2013.

LABH, S. N.; SHAKYA, S. R. Application of immunostimulants as an alternative to vaccines for health management in aquaculture. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, Kathmandu-Nepal, v. 2, n. 1, p. 153-156, 2014.

LIEKE, T. et al. Sustainable aquaculture requires environmental-friendly treatment strategies for fish diseases. **Reviews in Aquaculture**, Berlin, v. 12, n. 2, p. 943-965, 2020.

LEIRA, M. H. et al. Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil – uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, Umuarama, v. 3, n, 1, p. 44-59, 2016.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, Renan Garcia de, RAMOS Fabrício Menezes. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016.

MACHADO, A. A. et al. Toxicidade aguda e risco ambiental do antibiótico oxitetraciclina para tilápia (*Oreochromis niloticus*), *Daphnia magna* e *Lemna minor*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, Belo Horizonte , v. 68, n. 5, p. 1244-1250, 2016.

MIEST, J. J.; ROTH, O.; REUSCH, T. B. H. Linking fish diseases and animal welfare in aquaculture – A study of the turbot herpesvirus. **Fish & Shellfish Immunology**, London, v. 34, n. 6, p. 1724-1725, 2013.

MOLENTO, C. F. M.; DAL PONT, G. Diagnóstico de bem-estar de peixes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 13, n. Supl 1, p. 6-11, 2010.
MAZEAUD, M.M.; MAZEAUD, F.; Donaldson, E.M. 1977. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. **Transactions of the American Fisheries Society**, [S.l.],106: 201-212.

NAYAK, S. Probiotics and immunity: a fish perspective. **Fish & Shellfish Immunology**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 2-14, 2010.

NEGREIROS DE, L. M. S.; SANTOS, D. B. Doenças microbianas na carcinicultura brasileira: uma revisão. **Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX**, Natal, v. 13, n. 1, p. 107-124, 2015.

NODARI, N. L. et al. Estresse, conceitos, manifestações e avaliação em saúde: revisão de literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, Canoas, v. 2, n. 1, p. 61-74, 2014.

NOGA, E. J. **Fish disease: diagnosis and treatment**. John Wiley & Sons, 2010.

PLEITER, M. G. et al. Toxicity of five antibiotics and their mixtures towards photosynthetic aquatic organisms: Implications for environmental risk assessment. **Water Research**, Madri, v. 47, p. 2050-2064, 2013.

QUESADA, S. P.; PASCHOAL, J. A. R.; REYES, F. G. R. Considerations on the aquaculture development and on the use of veterinary drugs: special issue for fluoroquinolones—a review. **Journal of Food Science**, Campinas, v. 78, n. 9, p. R1321-R1333, 2013.

REGITANO, J. B.; LEAL, R. M. P. Comportamento e impacto ambiental de antibióticos usados na produção animal brasileira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 601-616, June 2010.

RODRIGUES, D. A. et al. Animal welfare concerns at a fish farming operation in southeastern Brazil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 15, n. 3, p. 417-424, 2015.

RODRIGUES, L. S. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, Brasília, n. 35, p. 421-463, 2012.

SADO, R. Y.; DE ALMEIDA BICUDO, Á. J. Prevenção de doenças em peixes tem nutrição como fator determinante. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 80-82, 2012.

SILVA, W. L. M. et al. Sustentabilidade na aquicultura: dimensões social, econômica e ambiental—uma revisão de literatura. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, Amazonas, v. 20, n. 1, p. 87-108, 2018.

SCHRECK, C. B.; TORT, L. The concept of stress in fish. In: Schreck, Carl B., Tort, Lluís. **Fish Physiology**. London: Academic Press, 2016. p. 1-34.

TIAGO, G.; GIANESELLA, S. O uso da água pela aquicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2018.

TORT, L. Stress and immune modulation in fish. **Developmental & Comparative Immunology**, Barcelona, v. 35, n. 12, p. 1366-1375, 2011.

URBINATI, E. C.; ZANUZZO, F. S.; BILLER, J. D. Stress and immune system in fish. In: BALDISSEROTTO, B.; URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Biology and physiology of freshwater neotropical fish**. New York: Academic Press, 2020. p. 93-114.

VICENTE, I. S. T.; FONSECA-ALVES, C. E. Impact of introduced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on non-native aquatic ecosystems. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 16, n. 3, p. 121-126, 2013.

VELDHUIZEN, L. J. L.; VAN DER LANS, I. A.; BERENTSEN, P. B.; DE BOER, I. J. M.; BOKKERS, E. A. M. Consumer interest in social sustainability issues of whitefish from capture fisheries in the north-east Atlantic. **Fish and Fisheries** 18(3), 527–542, 2017.

VIEGAS, E. M. M. et al. Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 1, p. 41-50, 2012.

VIJAYAN, K. K. et al. Prophylaxis in aquaculture. 2017.

ZHENG, Q. et al. Occurrence and distribution of antibiotics in the Beibu Gulf, China: impacts of river discharge and aquaculture activities. **Marine environmental research**, Guangzhou, v. 78, p. 26-33, 2012.

**Impactos da ausência do correto bem-estar animal na
produtividade de bubalinos domésticos (*Bubalus bubalis* sp.)**

*Impacts of the absence of correct animal welfare on the productivity of water
buffaloes (*Bubalus bubalis* sp.)*

Larissa Pereira de Oliveira, Profa. Dra. Thaysa dos Santos Silva

1. Introdução

Atualmente, a população mundial de bubalinos domésticos (*Bubalus bubalis* sp.) que têm origem asiática é estimada em aproximadamente 207 milhões de cabeças, produzindo cerca de 14% de todo o leite consumido no mundo (FAO, 2020). Tal número segundo Vieira et al. (2011) pode ser explicado pela expansão da bubalinocultura em escala global, fenômeno que ocorreu graças às características fisiológicas e comportamentais desses animais, que são conhecidos por sua tripla aptidão (produção de leite e carne, além de trabalho), boa adaptabilidade, docilidade, rusticidade, resistência, produtividade e qualidade de seus produtos, além de fácil manejo.

Alguns autores citam que o ingresso oficial da espécie bubalina em território brasileiro ocorreu por volta de 1902, através de uma importação de animais vindos da Itália para a Ilha do Marajó. Essa introdução aconteceu após ser observado pelos produtores locais a capacidade de adaptação dos búfalos aos mais diversos climas, além de uma grande taxa de reprodução (VIEIRA et al., 2011).

Dentro do manejo, vem ganhando destaque a preocupação com o bem-estar dos animais. De modo geral, entende-se por bem-estar a qualidade de vida de um animal, ou seja, se este se encontra em condições adequadas para sua existência, de acordo com suas cinco liberdades, sendo elas: 1) estar livre de fome e sede; 2) estar livre de dor e doença; 3) estar livre de desconforto; 4) estar livre de medo e estresse; e 5) ter liberdade para expressar seu comportamento natural. Dessa forma, a criação desses

animais deve ser realizada de forma similar as suas características habituais, conferindo-lhes equilíbrio fisiológico e emocional, além de conforto no ambiente em que estão sendo mantidos (ALVES et al., 2016).

Várias pesquisas vêm relacionando as condições do bem-estar com os índices zootécnicos dos animais, em diversas criações. Conforme a quantidade e a qualidade da produção e dos produtos foram sendo influenciados negativamente por um manejo incorreto, causando impactos financeiros nas propriedades, deu-se início a um crescimento na procura pelo entendimento dessa área.

Desse modo, o objetivo do presente trabalho será demonstrar como a ausência do correto bem-estar animal durante o manejo de búfalos domésticos pode afetar a produtividade mundial da espécie, por meio de uma revisão bibliográfica.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento acerca dos impactos da escassez de um bom bem-estar animal no manejo de bubalinos domésticos, utilizando-se os parâmetros de produtividade da espécie com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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 e livros nas seguintes bases de dados: Google Acadêmico, Portal de Busca Integrada (PBi) do Sistema Integrado de Bibliotecas Universidade de São Paulo (SIBiUSP), PubVet, Scopus e SciELO.

2.1 Características do búfalo doméstico

Os bubalinos são animais que apresentam índices zootécnicos bem interessantes, pois possuem uma boa adaptabilidade, rusticidade, docilidade, prolificidade, precocidade e longevidade, além de atribuir alto valor agregado em sua matéria-prima para a produção de lácteos e qualidade nutricional da carne (VIEIRA et al., 2011).

Em relação ao período reprodutivo, os búfalos são considerados animais poliestráis e apresentam sazonalidade de dias curtos em regiões afastadas do Equador, sendo influenciados pela redução de horas de luz por dia. No entanto, em relação às regiões equatoriais, esses animais não sofrem influência do fotoperíodo, e, por esse motivo, podem se reproduzir durante o ano todo. O tempo de gestação da espécie pode variar de acordo com alguns fatores, como, por exemplo, a raça, o tipo e as condições de criação, com médias variando entre 310 a 330 dias (BRITO, 2017).

Quando comparados aos bovinos, os búfalos apresentam melhor conversão alimentar por forrageiras, melhor ganho de peso e maior precocidade. Outra diferença entre esses dois animais está presente nas características de seus produtos. O leite de búfalas, em comparação ao de vacas, possui menos colesterol e maiores teores de gordura e proteína, sendo, portanto, mais saudáveis à saúde humana (PIGNATA et al., 2014).

A carne bubalina apresenta uma coloração vermelha mais intensa, gordura totalmente branca e qualidade nutricional superior, com menores teores de colesterol e gordura, o que a torna mais saudável (SILVA; JÚNIOR, 2014). Apesar disso, o fato da carne de búfalos ainda não possuir um padrão de identidade e qualidade definido, faz com que ela muitas vezes seja comercializada e consumida como carne bovina (SILVA et al., 2014).

Da mesma forma, na produção, muitas vezes são utilizados os mesmos critérios nas tomadas de decisão para as duas espécies. No entanto, diferentemente do que pode ser identificado em bois, os bubalinos apresentam maior sensibilidade à luz solar direta e aos ambientes que possuem altas temperaturas, devido a alguns aspectos morfológicos, como sua pelagem negra e menor quantidade de glândulas sudoríparas, bem como uma maior espessura da camada da epiderme, o que os torna menos eficazes para a dissipação de calor (DAMASCENO et al., 2010).

2.2 Manejo na bubalinocultura e preocupações com o bem-estar animal

Devido à grande adaptabilidade do bubalino doméstico, os custos operacionais para a sua manutenção são menores quando comparados aos de outras criações, já que estes animais conseguem produzir em diferentes condições climáticas, como, por exemplo, em períodos onde há escassez de forragens ou alagamento de pastos (STOECKLI, 2017).

Todavia, para muitos produtores, a característica de rusticidade presente no búfalo dá a ideia de que ele seja um animal extremamente resistente, que não possui a necessidade de receber maiores cuidados, assim como citam Carvalhal e Costa (2018), que explicam que a falta de conhecimento acerca do animal bubalino gera um descaso em relação aos seus cuidados, impactando de forma negativa nos índices zootécnicos e acarretando em um baixo grau de bem-estar animal.

Esse pensamento é errado e capaz de comprometer toda a produtividade do rebanho. Assim como no caso de outros animais, é importante que este também seja condicionado em locais seguros e adequados, além de receber alimentação e água de boa qualidade para manter seus níveis de produção em alta (ROSSI; BERTOLINO; ARAÚJO, 2020).

Além disso, ao contrário do que se imagina, os bubalinos domésticos não são animais violentos. Segundo a FAO (2020), “o búfalo é o mais pacífico dos animais que ‘servem’ ao homem”. Dessa forma, são considerados extremamente dóceis e obedientes, ao ponto de serem controlados facilmente até mesmo por crianças pequenas (LUO et al., 2020). Entretanto, há um preconceito enraizado pelo mito de que seu temperamento seja agressivo. Esse fato foi observado por Stoeckli (2017), que em um estudo realizado no Amapá, observou que os vaqueiros da região enxergam os búfalos como animais brutos, e, por esse motivo, agiam com brutalidade, esses manejos são considerados ofensivos e estressantes e devem ao máximo ser evitados.

O estresse causado por um manejo inadequado (seja por enfermidades clínicas, privações nutricionais, transporte incorreto ou estresse térmico)

pode ser caracterizado como um dos principais fatores que prejudicam o bem-estar dos animais, pois impede que estes expressem todo o seu potencial genético, o que resulta em uma diminuição do desempenho zootécnico e reprodutivo (GARCIA, 2013).

Pensando na influência do ambiente sob o estresse térmico, Garcia et al. (2011) realizaram um experimento para avaliar as variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras que foram criadas sob condições de sombreamento em sistemas silvipastoris, e constataram que em 71,4% das observações, as fêmeas que foram mantidas em sistema silvipastoril com sombreamento apresentaram maior conforto térmico em comparação aos animais mantidos no sistema sem sombra útil, considerando-se os parâmetros fisiológicos de frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal.

Segundo Jorge et al. (2011), um bom manejo em um rebanho de búfalos poderá aumentar em mais de 50% sua produção de leite. Não esquecendo-se da genética, pois pode-se comparar a genética a um bom carpinteiro e o manejo às suas ferramentas de trabalho. Quando separados, manejo e genética não produzem nada, porém, quando juntos, permitem obter excelentes resultados. Os autores afirmam ainda que viajando pelo Brasil pode-se comprovar que existem estabelecimentos que poderiam duplicar suas produções de leite, se manejos corretos fossem praticados, incluindo aí os conceitos sobre o bem-estar animal.

2.3 Relação entre bem-estar e produtividade

Uma situação que gere estresse pode prejudicar de forma crítica a reprodução dos animais, pois, caso estes sofram por excesso de frio ou calor, há a possibilidade de sua fertilidade ser reduzida, devido a modificações na fisiologia que causam o aumento da secreção da prolactina e consequente diminuição da secreção de progesterona (BRITO, 2017).

Corroborando a isso comentou Garcia (2013), em seu estudo sobre a influência do conforto térmico para a reprodução de bubalinos que foram mantidos em condições tropicais. Na análise, o autor relatou que o estresse térmico impacta de forma negativa na taxa de concepção das búfalas. Isso

ocorre, pois o estresse pode causar alterações que desencadeiam no aparecimento precoce do folículo pré-ovulatório e no alongamento da duração de dominância.

Além disso, o calor ambiental prejudica a detecção das ovulações, já que as fêmeas reduzem a interação com os rufiões, o que, conseqüentemente, dificulta a visualização do período estral. Da mesma forma, um período mais quente e intenso pode levar ao comportamento sexual inativo das fêmeas, resultado que pode ser causado pelo aumento da secreção do hormônio prolactina e supressão do hormônio progesterona, o que gera um mau desenvolvimento do corpo lúteo. Nos machos, a depressão da atividade sexual pode ser explicada pela menor produção de testosterona desses animais (GARCIA, 2013).

Também, dentro da pecuária leiteira, os agentes estressores podem levar à diminuição da produtividade. Caso as búfalas passem por alguma situação estressante antes ou durante a ordenha, haverá a indução da secreção do hormônio adrenalina, pela glândula supra renal, ocasionando a diminuição da ocitocina e da prolactina, o que resultará na retenção do leite. Além disso, o leite retido pode atuar como um fator irritativo para o tecido epitelial que reveste internamente a glândula mamária, assim como gerar a proliferação de microrganismos que potencialmente darão início a um quadro de mastite (ARAÚJO et al., 2012).

Ao pesquisar sobre o temperamento de búfalas em sala de ordenha, Oliveira et al. (2013) comentam que o estresse térmico em fêmeas lactantes tem como resultado a diminuição da produção de leite, já que ocorre um menor consumo de matéria seca por esses animais e um desvio de energia para a termorregulação, o que tem por consequência um longo balanço energético negativo. Somado a isso, a introdução de equipamentos de ordenha na bubalinocultura leiteira pode ser considerada como um ponto crítico para o bem-estar das búfalas, uma vez que essa atividade inclui agentes estressores físicos e psicológicos, como, por exemplo, a separação dos bezerros, a modificação do ambiente, os sons das máquinas e a interação física com o ordenhador.

Em concordância com o que foi comentado por Araújo et al. (2012), Oliveira et al. (2013) também citam que o surgimento de um comportamento reativo causado pelo estresse (seja ele térmico ou ocasionado por agentes estressores no manejo) pode alterar níveis significativos de ocitocina e prolactina, reduzindo a secreção, a produção e também a ejeção de leite.

Igualmente, para o corte, um manejo pré-abate que cause estresse aos animais pode afetar significativamente o produto final. Isso porque uma condição estressante antes do momento de abate pode fazer com que haja o consumo total das reservas de glicogênio do músculo e posterior aumento de seu pH. Como consequência desse processo, forma-se a chamada carne DFD (dry, firm and dark), que é seca, firme e escura (ROSSI; BERTOLINO; ARAÚJO, 2020).

Em análise aos efeitos causados pelo estresse na qualidade de produtos que têm origem animal, Alves et al. (2016) descreveram que em ruminantes o estresse pré-abate pode ter efeitos prejudiciais à qualidade da carne. Isso se deve ao fato de que a exposição a situações desfavoráveis ocasiona uma liberação prolongada de cortisol, fator que modifica a atividade bioquímica do músculo até a carne, bem como exerce uma influência sobre o tempo utilizado para o início da fase de *rigor mortis*, onde há o endurecimento muscular. Quedas rápidas nos valores de pH e aumento na temperatura do músculo pós-morte, motivadas por um estresse antes do momento de abate, são motivos que depreciam a qualidade da carne, já que podem deixá-la com o aspecto chamado PSE (pálida, mole e exsudativa), que é mais comum em suínos.

Do mesmo modo, de acordo com as informações dadas por Rossi, Bertolino e Araújo (2020), Alves et al. (2016) também descrevem que alterações causadas pela quebra da homeostase no período *ante mortem* podem ocasionar na formação da carne DFD. As características dessa carne diminuem seu valor comercial, já que geralmente há uma rejeição por parte dos consumidores, assim estes cortes com a aparência DFD tendem a ser abandonados nas prateleiras.

Em um estudo para avaliar o impacto econômico associado à presença de carnes classificadas como DFD, causadas por uma má gestão no período pré-abate, Leyva-Garcia et al. (2012) constataram que 47,63% de um total de 352 carcaças bovinas utilizadas como amostra apresentaram as características indesejáveis desse perfil de carne, resultando em uma perda de aproximadamente 89 dólares por carcaça. Além disso, simularam a perda mensal agregada considerando o abate de 8.467 animais, o que daria um valor dentro da faixa de \$273.229 a \$338.804. Esses valores se apresentam como uma das justificativas para a inclusão do bem-estar no período pré-abate dos animais.

3. Discussão

A bubalinocultura se apresenta como uma atividade que vem crescendo mundialmente, graças aos atributos do perfil do búfalo doméstico: animal dócil, resistente, precoce, de tripla aptidão, que possui longevidade, prolificidade, boa adaptabilidade e alta produtividade, além de produtos com qualidade superior.

Segundo Marcondes (2011), as pesquisas com bubalinos domésticos no Brasil começaram há aproximadamente 50 anos. Deste modo, a condição de ser ainda uma área em desenvolvimento faz com que não se tenha conhecimento suficiente sobre a espécie, já que a maior parte dos experimentos encontrados na literatura está relacionada aos bovinos. Em função disso, o ato de manejar esses animais pode ser feito de maneira incorreta, ocasionando diversos problemas na produtividade. Entre as principais falhas encontradas se faz presente o descaso com o bem-estar, conceito de suma importância dentro da criação.

A ideia de que o animal deva estar em homeostase, ou seja, dentro de sua zona de conforto, deve-se ao fato de que seu organismo produz respostas fisiológicas de acordo com o manejo recebido por ele. Dessa forma, caso seu equilíbrio seja rompido por algum fator de estresse, as consequências podem afetar a eficácia da produção.

De forma geral, os problemas retratados nas investigações dos autores apresentados, tais como diminuição da fertilidade (BRITO, 2017; GARCIA, 2013), redução da produção do leite e retenção no momento da ordenha (ARAÚJO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013), bem como a formação de carnes com os aspectos PSE e DFD (ROSSI; BERTOLINO; ARAÚJO, 2020; ALVES et al., 2016), são alguns dos resultados de um manejo estressante, que pode ser observado em situações como tensão no momento do transporte, alimentação de má qualidade e estresse térmico, ou até mesmo em uma circunstância mais delicada, em que há agressividade e brutalidade com o animal. A fim de evitar o comprometimento da produtividade por esses cenários, é indispensável que se busque por alternativas que melhorem o bem-estar dos animais.

Uma opção viável para a redução do estresse por calor seria propiciar ambientes que tornem possível o conforto térmico, como a inclusão de árvores para sombreamento e a disponibilidade de água fresca, assim como citaram Garcia et al. (2011) em seu experimento.

Para atenuar o estranhamento despertado nas búfalas leiteiras ao longo do ato de ordenha, é essencial que haja uma adaptação à nova rotina, introduzindo progressivamente os animais nas novidades do processo. Além disso, é fundamental que o manuseio das fêmeas a serem ordenhadas seja realizado de forma gentil, evitando que surjam alguns comportamentos agressivos como chifradas e bufadas, por exemplo. Em uma avaliação sobre a habituação de novilhas leiteiras à rotina de ordenha, Kutzer et al. (2015) observaram que as primíparas apresentadas à sala de ordenha anteriormente ao parto manifestaram um comportamento menos agressivo do que as que tiveram o primeiro contato no período pós parto, e não haviam ainda se familiarizado com o novo ambiente.

No que se refere aos procedimentos pré-abate, melhorar a qualidade do transporte, oferecer tempo de descanso aos animais e realizar uma dieta hídrica são ações que podem diminuir o estresse que antecede a entrada nos frigoríficos. Ao consultar a percepção dos condutores de transporte rodoviário de bubalinos sobre o bem-estar e sua influência na qualidade da

carcaça e carne, Hilmanara Silva et al. (2020) concluíram que há um negligenciamento por parte dos proprietários de fazendas e empresas do setor de abate animal em relação às normas existentes sobre o transporte de cargas vivas, já que esses profissionais demonstraram não possuir nenhum tipo de treinamento ou entendimento sobre a importância de algumas ações que proporcionam conforto aos animais, tais como pausas para o atendimento das necessidades fisiológicas, fornecimento constante de água e controle da densidade de carga dentro do veículo.

É importante também levar em consideração a relevância de uma nutrição apropriada, realizada de forma a atender as peculiaridades de cada animal. A adequação de dietas às exigências nutricionais dos animais é uma importante aliada para a manutenção do bom bem-estar nas criações, já que déficits nutritivos podem implicar no aparecimento de problemas na produtividade do rebanho.

Outro aspecto importante a ser considerado é que o bem-estar não é um termo absoluto, mas sim multidisciplinar, e deve estar presente em toda a cadeia produtiva, já que a presença de baixo bem-estar resulta diretamente em consequências na produtividade. Dessa forma, a inclusão desses conceitos nas propriedades deve ser ponderada visando melhorias nos âmbitos nutricionais, clínicos, sanitários e comportamentais dos animais, mantendo uma razão entre bom bem-estar e produtividade, o que, consequentemente, irá maximizar a produção (MORA-MEDINA et al., 2018).

Quanto aos fatores econômicos relacionados à implementação dos conceitos do bem-estar animal dentro das propriedades, Azevedo et al. (2020), em sua pesquisa sobre as perspectivas dessa área, explicam que há uma maior lucratividade do que em circunstâncias onde não exista a aplicação de conforto aos animais. O motivo para isso é o surgimento de um perfil de consumidor ético, destinado a adquirir produtos de origem animal procedentes de locais que garantiram condições de correto bem-estar no decorrer da criação.

Michelle Silva et al. (2020) citam que no Brasil, por exemplo, grande parte dos compradores não possuem total conhecimento sobre os tópicos relativos ao bem-estar animal, porém possuem a crença de que criações diversificadas podem resultar em produtos de melhor qualidade. Além disso, há uma preocupação de consumidores, produtores e governantes com a sustentabilidade na produção durante os próximos anos, o que torna mais frequente a busca por conceitos de bem-estar animal.

Ademais, se faz indispensável a utilização de um protocolo de monitoramento para a espécie, assim como o recomendado no programa Welfare Quality®, a fim de avaliar mais precisamente e com maior confiabilidade o bem-estar dos bubalinos (NAPOLITANO et al., 2013). Atualmente, não há nenhum protocolo de bem-estar para búfalos, e, por esse motivo, são utilizadas as recomendações desenvolvidas para os bovinos (DE ROSA et al., 2015). Dessa forma, há a necessidade do desenvolvimento de programas de bem-estar e sistemas de certificação para garantir o adequado bem-estar dentro das produções, a fim de suprir as exigências do mercado externo para assegurar a exportação desses produtos.

4. Considerações Finais

Diante das poucas pesquisas encontradas na literatura envolvendo os búfalos domésticos, entende-se que há a carência do surgimento de novas análises e descobertas nessa área, a fim de auxiliar em possíveis dúvidas dos criadores e aprimorar posteriores estudos dentro desse setor.

Tendo em vista os aspectos observados no presente estudo, pode-se concluir que indicadores de bem-estar é uma ferramenta essencial para garantir a alta produtividade dos bubalinos, bem como a qualidade de seus produtos e derivados, já que a ausência desse mecanismo pode comprometer de forma crítica o desempenho desses animais.

Assim, faz-se necessário evidenciar a importância do bem-estar animal na produção, e colocá-lo em prática, através de ações que proporcionem conforto aos animais e assegurem que estes expressem todo o seu potencial. Além disso, deve haver a implantação e a implementação das

leis vigentes no Brasil, assim como sua respectiva fiscalização pelos órgãos competentes, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos (MAPA), bem como de toda a população.

Referências

- ALVES, A. R. et al. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. **PUBVET**, v. 10, n. 6, p. 448-459, 2016.
- ARAÚJO, W. A. G. et al. Ocitocina exógena e a presença do bezerro sobre a produção e qualidade do leite de vacas mestiças. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 49, n. 6, p. 465-470, 2012. .
- AZEVEDO, H. H. F. et al. Bem-estar e suas perspectivas na produção animal. **PUBVET**, v. 14, n. 1, p. 1-5, jan. 2020.
- BRITO, M. F. Aspectos reprodutivos e biotecnologias aplicadas à espécie bubalina. **Sinapse Múltipla**, v. 6, n. 1, p. 60-65, 2017.
- CARVALHAL, M. V. L.; COSTA F. O. Produção e bem-estar de búfalas (*Bubalus bubalis*) leiteiras: uma revisão. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 16, p. 1-10, 2018.
- DAMASCENO, F. A. et al. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, n. 5, p. 1370-1381, 2010.
- DE ROSA, G. et al. Application of the Welfare Quality protocol to dairy buffalo farms: Prevalence and reliability of selected measures. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 10 p. 6886-6896, 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Disponível em: <<http://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#data/QA>>. Acesso em: 03. maio. 2021.
- GARCIA, A. R. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 37, n. 2, p.121-130, 2013.
- GARCIA, A. R. et al. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1409-1414, 2011.
- JORGE, A. M. et al. Produção de búfalas de leite. Botucatu: FEPAF, 2011. 181 p.

KUTZER, T. et al. Habituation of dairy heifers to milking routine—Effects on human avoidance distance, behavior, and cardiac activity during milking. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 8, p. 5241-5251, 2015.

LEYVA-GARCIA, IA. et al. Impacto económico de la presencia de carne DFD en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF). **Arch. Med. Vet.**, Valdivia, v. 44, n. 1, p. 39-42, 2012.

LUO, X. et al. Understanding divergent domestication traits from the whole-genome sequencing of swamp- and river-buffalopopulations. **National Science Review**, v. 7, n. 3, p. 686–701, 2020.

MARCONDES, J. P. F. Melhoramento de búfalos no Brasil: avanços, entraves e perspectivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 307-315, 2011.

MORA-MEDINA , P. et al. Behaviour and Welfare of Dairy Buffaloes: Pasture or Confinement?. **Journal of Buffalo Science**, v. 7, n. 3, p. 43-48, 2018.

NAPOLITANO , F. et al. The behaviour and welfare of buffaloes (*Bubalus bubalis*) in modern dairy enterprises. **The Animal Consortium**, v. 7, n. 10, p. 1704-1713, 2013.

OLIVEIRA, J. P. F. et al. Temperamento de búfalas em sala de ordenha sobre índices produtivos e adaptabilidade ao ambiente: uma revisão. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 1, n. 1 p. 20-29, 2013.

PIGNATA, M. C. et al. Estudo Comparativo Da Composição Química, Ácidos Graxos E Colesterol De Leites De Búfala E Vaca. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 27, n. 4, p. 226-233, 2014.

ROSSI, A. T.; BERTOLINO, L. R.; ARAÚJO, L. R. S. Bem Estar Animal No Transporte De Bovinos. In: RODRIGUES, V. H. V. **Atualidades na Saúde e Bem-Estar Animal**. Fortaleza: In Vivo, 2020. cap.5, p. 50-61.

SILVA, F. L. et al. Nota científica: Características físico-químicas e aceitação sensorial de hambúrguer de búfalo em comparação com hambúrguer bovino. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 340-344, 2014.

SILVA, H. T. et al. Percepção dos condutores do transporte rodoviário de bubalinos sobre o bem-estar animal e sua influência na qualidade da carcaça e carne. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.5, p.28714-28727, maio. 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/10235>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

SILVA, M. C. et al. Bem-Estar Animal: Conceitos e Atualizações. In: RODRIGUES, V. H. V. **Atualidades na Saúde e Bem-Estar Animal**. Fortaleza: In Vivo, 2020. cap. 4, p. 33-49.

SILVA, S. L.; JÚNIOR G. N. Produção De Derivados Bubalinos E Mercado Consumidor. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v.5, n.1, 2014. Disponível em: <<http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/286>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

STOECKLI, P. A brutalidade entre vaqueiros e búfalos no baixo Araguari - Amapá. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, v. 23, n. 48, p.171-196, 2017.

VIEIRA, J. N. et al. Bubalinocultura no Brasil: Short communication. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n.2, ed.149, 2011.

Definindo biotecnologia de precisão e seu impacto no futuro da zootecnia

Defining precision biotechnology and its impact on the future of animal science

Lídia Maria do Amaral Lima, Prof. Dr. Heidge Fukumasu

1. Introdução

A demanda por produtos de origem animal, como carne, leite e ovos, deve aumentar numa escala de 200% de 2030 a 2050, quando a população mundial chegar a 10 bilhões de pessoas. Neste cenário, a ciência é fundamental a fim de aprimorar a produção animal, com desafios de se adaptar para atender as exigências do mercado consumidor, que está cada vez mais elitizado e com preferências alimentares, garantindo ainda a segurança alimentar e nutricional, a saúde e bem-estar animal, e a sustentabilidade; tudo isso a preços acessíveis (FAO, 2018).

A biotecnologia moderna será uma aliada nos objetivos a serem alcançados para superar os desafios apresentados anteriormente. Na última década, houve uma revolução no desenvolvimento de técnicas que permitem alterações específicas em genomas complexos.

A precisão dessas biotecnologias, como a transgenia, usada na pecuária desde a década de 1990, as de edição gênica pelos métodos CRISPR/Cas9 (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas/Proteína associada à CRISPR), ZFN (Nuclease de dedo de zinco) e TALEN (Nucleases efetoras como ativador de transcrição), as de RNA (Ácido Ribonucleico) de interferência e ainda a de biologia sintética, podem ser aplicadas, segundo Gatica-Arias (2020), de forma relativamente fácil e de baixo custo, mas com alta precisão.

Deste modo, o objetivo da presente revisão é apresentar as biotecnologias de precisão, através de bases teóricas do estado atual e

avançado da arte, sob uma perspectiva crítica de aplicação e exploração na produção animal.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento das biotecnologias de precisão com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2021, 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: Scholar Google, Web Of Science, Elsevier/Scopus, SciELO, PUBMED/PUBVET. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Cenário atual da zootecnia

Os animais de produção são de suma importância na alimentação humana, atendendo às necessidades nutricionais e sendo responsáveis por fornecer, em todo o mundo, 18% da demanda calórica total e 39% do consumo de proteínas (FAO, 2018).

Segundo a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) (2018), nos últimos 30 anos, carne, leite e ovos tiveram sua demanda triplicada em países de baixa e média renda, e as projeções indicam que até 2030, quando a população mundial chegará a 8,6 bilhões de pessoas, essa demanda aumentará em 80%; e até 2050, quando atingir o marco de 10 bilhões de pessoas no mundo, o aumento será em mais 200%.

Como resultado dessa maior busca por produtos de origem animal, diversas áreas da zootecnia estão sendo exploradas, a fim de aumentar a produção, mas com desafios de adaptar-se para atender as exigências do mercado consumidor, que está cada vez mais elitizado e com preferências alimentares. Ainda, há riscos a serem discutidos, pois o crescimento da produção não é uniforme, em sua maioria intensiva e com baixa contribuição

da pecuária familiar; gerando incertezas quanto à segurança alimentar e nutricional, saúde e bem-estar animal, e sustentabilidade (FAO, 2018).

Essas preocupações são ressaltadas por Rexroad et al. (2019) em um documento que propõe melhorar a produtividade, através da compreensão da estrutura e função dos genomas de animais de produção, e como interagem com o ambiente.

2.2 Definição de Biotecnologia de precisão

Em 2000, na Convenção sobre Diversidade Biológica, houve a adoção de um acordo internacional, denominado Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, cujo o objetivo é proteger a biodiversidade dos potenciais riscos do trânsito de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) de um país para outro, garantindo a proteção da transferência, manuseio e uso, considerando, ainda, os riscos para saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Neste, a Biotecnologia Moderna foi definida como “a aplicação de técnicas de ácido nucleico *in vitro*, incluindo o rDNA (Ácido Desoxirribonucleico recombinante) e injeção direta de ácido nucleico em células ou organelas, ou a fusão de células além da família taxonômica, que superam barreiras reprodutivas fisiológicas naturais ou barreiras de recombinação, que não são usadas na criação e seleção tradicional” (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000).

Da Biotecnologia Moderna, recentemente, surgiu o termo “Biotecnologia de Precisão”, que por definição, é a aplicações de técnicas de alta precisão na manipulação do genoma de diferentes organismos, através de uma execução relativamente fácil e de baixo custo, com intuito de obter produtos e processos de interesse humano (GATICA-ARIAS, 2020).

No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) é o órgão regulador dos OGMs, estabelecendo normas e pareceres técnicos assegurando as atividades envolvendo liberação, comercialização, transporte, manipulação, construção, pesquisa, cultivo, consumo, armazenamento, e descarte de OGMs e derivados (BRASIL, 2005).

Recentemente, a Resolução Normativa Nº 16, de 15 de janeiro de 2018, estabelecida pela CTNBio, traz a aplicação de Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão (TIMP), alocando a edição genômica (BRASIL, 2018).

Em 2018, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Guatemala, Honduras, Paraguai e Estados Unidos da América (EUA) assinaram uma declaração internacional sobre aplicações agrícolas das biotecnologias de precisão, que foi apresentada ao Comitê de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da Organização Mundial do Comércio (WTO, *World Trade Organization*). Com propósito em garantir que as regulamentações dessas técnicas sejam embasadas cientificamente e internacionalmente alinhadas, minimizando barreiras comerciais desnecessárias. O documento cita que as biotecnologias de precisão são inovações que prometem facilidade e precisão para introduzir características desejáveis nos organismos de interesse (WTO, 2018).

A aplicação dessas técnicas como a de rDNA, na pecuária datam desde a década de 1990, mas poucos produtos chegaram ao mercado. O salmão *AquAdvantage* teve o primeiro pedido de aprovação nos EUA ao FDA (*Food and Drug Administration*) em 1995, e levou 25 anos para começar a sua comercialização (TAIT-BURKARD et al., 2018).

Para um futuro próximo, após a superação dos desafios técnicos, passará a ser político, visando a regulamentação do uso dessas biotecnologias, pois serão aplicadas em escala global e a restrição delas em alguns países resultará em oportunidades a outros; cabe aos responsáveis decidir seu posicionamento (TAIT-BURKARD et al., 2018; MENCHACA et al., 2020).

O estado avançado da arte vai além das perspectivas, pois já espera-se o melhoramento genético animal, alimentos mais nutritivos, maior resistência a toxinas e patógenos. Entretanto, as biotecnologias poderão afetar cadeias inteiras de produção, como a de biocombustíveis; na criação não só de novos materiais, mas também de espécies animais e vegetais, e até

reviver espécies extintas. Por fim, a manipulação exata de genes é uma grande oportunidade para a humanidade (NIDHI, 2021).

2.3 Biotecnologias e aplicações

2.3.1 DNA Recombinante

A combinação de genes de diferentes organismos para a criação de uma nova molécula de DNA é conhecida como tecnologia de rDNA, um método clássico de engenharia genética, e o organismo resultante é denominado “geneticamente modificado” (GM) ou “transgênico”. A mais comum técnica de rDNA é a clonagem molecular, através da inserção de fragmentos de DNA de diferentes fontes (inserto), introduzindo um ou mais genes, ou elementos reguladores, ou ainda, agindo, diminuindo ou bloqueando a expressão de genes endógenos, através da recombinação gênica (CHAUDHURI, 2013; KHAN, 2016).

Como exemplos de aplicações do rDNA em animais GM, podem-se citar: sua utilização como biomodelos experimentais em pesquisas de doenças e compreensão fisiológicas humanas e animais, como biorreatores para produção de proteínas complexas, ou como doadores de órgãos para xenotransplantes. Ademais, na agricultura, a adoção da transgenia objetiva melhorar safras, prover maior valor nutricional e vida útil aos produtos. Ainda, a técnica é utilizada na medicina, na fabricação de vacinas e medicamentos recombinantes; prevenção e cura de doenças, como a anemia falciforme e a fibrose cística; produção de fatores de coagulação; insulina; linhagens germinativas e terapia gênica de células somáticas (LAMAS; TORANZO et al., 2017; CHAUDHURI, 2013).

2.3.2 Interferência por RNA

No início do século XXI, pesquisadores dedicaram-se para analisar o silenciamento de RNA, um mecanismo regulador de genes que limita a transcrição destes, levando à supressão da transcrição (silenciamento do

gene transcricional, TGS) ou a ativação de um processo de degradação de RNA em sequência específica (silenciamento de gene pós-transcricional, PTGS, por RNAi) (AGRAWAL et al., 2003).

HU et al. (2013), através da biotecnologia baseada em RNAi, reduziram a expressão da miostatina (MSTN), proteína que se demonstrou um regulador negativo no crescimento do músculo esquelético, gerando ovelhas transgênicas com musculatura dupla. O mesmo procedimento já havia sido reproduzido, com sucesso, em peixes-zebra transgênicos, com *knock-down* (redução) da MSTN por RNAi, resultando em animais com músculo gigante ou duplo.

2.3.3 Edição gênica

A edição gênica consiste em tecnologias que possibilitam fazer mudanças específicas e precisas no genoma, nos genes endógenos e na integração direcionada com genes exógenos. CRISPR/Cas9 (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas/Proteína associada à CRISPR), ZFN (Nuclease de dedo de zinco) e TALEN (Nucleases efetoras como ativador de transcrição) são as principais ferramentas de edição (RUAN et al., 2017).

Em síntese, todas têm o mesmo princípio: a quebras da dupla fita de DNA (DSBs, do inglês, *Double-Strand Breaks*) em local específico de interesse no genoma, seguida do reparo da célula "corrigindo" as DSBs por meio da união de extremidade não homóloga (NHEJ, *Non-Homologous End Joining*) ou por homologia via reparo dirigido (HDR, *Homology Directed Repair*) (RUAN et al., 2017).

A NHEJ é um processo suscetível a erros, que geralmente leva a pequenas inserções ou deleções (*indels*) no local de quebra e, então, pode causar uma mutação de *frameshift* na sequência matriz de codificação do gene alvo. Já o HDR é normalmente um processo livre de erros; tradicionalmente, os direcionamentos de genes dependentes do reparo dirigido independem da DSB para substituir (*knock-in*) ou interromper

(*knock-out*) sequências de genes em *locus* pré-determinado (JANKELE; SVOBODA, 2014).

2.3.3.1 CRISPR/Cas9

CRISPR é um mecanismo identificado como sistema imunológico adaptável de arqueas e bactérias, para proteger-se de ácidos nucleicos estranhos, como de bacteriófagos ou plasmídeos, fazendo a distinção do DNA “estranho” de seu próprio DNA, e sobreviver a este. Esse sistema mantém o DNA íntegro, mas eventualmente assimilam DNA exógeno, o que é vantajoso para se adaptar ao meio. Nos *loci* CRISPR, normalmente as sequências denominadas espaçadores, correspondem a segmentos de sequências virais e plasmídicas capturadas, e próximos destas há genes das proteínas associadas à CRISPR, as Cas (HORVATH; BARRANGOU, 2010).

CRISPR, em combinação com proteínas Cas, formam os sistemas CRISPR/Cas, que atuam nos estágios de: adaptação (associação do DNA exógeno no CRISPR), expressão (transcrição pré-crRNA, CRISPR RNA, que, após ser mutado, gera crRNAs individuais), e interferência (clivagem dirigida por crRNA do DNA exógeno por proteínas Cas em locais complementares à sequência espaçadora de crRNA). Os sistemas são divididos em três tipos (I, II e III). Os do tipo I e III associam-se com complexos de várias proteínas Cas como guia de crRNA, mas os do tipo II necessitam apenas uma única proteína associadas, a Cas9, para reconhecer e clivar o DNA por um sgRNA (RNA guia único), o que o torna o tipo ideal para a técnica (MAKAROVA et al., 2011; BONDY-DENOMY; DAVIDSON, 2014; DOUDNA; CHARPENTIER, 2014; WANG; LA RUSSA; QI, 2016).

A descoberta de aplicações deste sistema rendeu o Prêmio Nobel de Química de 2020 para as pesquisadoras Doudna e Charpentier (2014). No trabalho, elas explicam que a simplicidade da programação CRISPR/Cas9 permitiu direcionar, editar, modificar, regular e marcar de maneira precisa e eficiente *loci* genômicos de inúmeras células e organismos, utilizando um método fácil e de baixo custo.

Exemplificando o uso dessa biotecnologia na pecuária, Ni et al. (2014) usaram CRISPR/Cas9 para *knock-out* do gene miostatina em cabras, aumentando a quantidade de músculo nos animais.

Em bovinos, foi aplicada para reparar o gene mutado da Síndrome da Isoleucil-tRNA Sintetase (IARS), causador de uma doença recessiva, pela substituição de nucleotídeo único, no gado preto japonês, e pela técnica editaram células de fibroblasto fetal bovino com um códon sinônimo contendo o aminoácido correto (IKEDA et al., 2017).

Além disso, mostrou-se eficiente para *knock-out* e *knock-in* no gene PRNP, responsável pela doença da vaca louca, em linhagens celulares bovinas e embriões, indicando que edições sítio-específicas podem impactar no desenvolvimento de animais resistentes a doenças zoonóticas (BEVACQUA et al., 2016).

2.3.3.2 Nucleases de dedo de zinco (ZFNs)

A biotecnologia ZFN foi a primeira ferramenta desenvolvida para a edição do genoma. Consiste em gerar montagens modulares específicas, a partir de uma biblioteca pré-selecionada de módulos de dedos de zinco, para construir proteínas de dedo de zinco (ZFPs), destinadas ao reconhecimento e clivagem da dupla fita de DNA em locais específicos no genoma (KIM, H; KIM, J, 2014; AIN; CHUNG; KIM, 2015; DE VASCONCELOS; FIGUEIREDO, 2016).

A ZFN é composta por dois domínios: domínio de ligação do DNA com ZFPs contendo as matrizes de Cys2-His2, e domínio de nuclease FokI (enzima de restrição), considerado um dos motivos de DNA mais abundantes no genoma de eucariotos, e o segundo mais frequente no genoma humano, com capacidade de reconhecer qualquer sequência alvo para realizar a clivagem (URNOV et al., 2010; GAJ; GERSBACH; BARBAS III, 2013; AIN; CHUNG; KIM, 2015).

Elucidando as aplicações baseada em ZFNs, em suínos, Qian et al. (2015) editaram o gene da MSTN na raça Meishan, resultando em aumento da massa muscular com diminuição do acúmulo de gordura. Lillico et al.

(2016) introduziram, no *locus* RELA de suínos domésticos, alelos de javali ligados à resistência à peste suína africana, demonstrando a capacidade de introgressão alélica interespecie de forma eficiente, propiciando oportunidades sem precedentes à pecuária e pesquisa básica.

Em bovinos, essa biotecnologia foi usada para inserir o gene da lisozima humana (Hlyz) no locus da β -caseína, secretando leite com essa proteína que, *in vitro*, mostrou-se capaz de matar *Staphylococcus aureus*, patógeno responsável pela mastite (LIU et al. 2014).

2.3.3.3 Nucleases efetoras como ativador de transcrição (TALEN)

As proteínas efetoras TAL (*Transcription Activator-Like*) são representantes de uma ampla família de bactérias gram-negativas patogênicas para plantas, as do tipo III de *Xanthomonas* spp. As TALENs são enzimas de restrição programáveis através da combinação de um domínio de ligação ao DNA de um efetor TAL, pseudo-ativador de transcrição, e um domínio de clivagem de DNA. Assim como os ZNFs, as TALENs têm motivos de ligação de DNA associados à FokI (CARLSON et al., 2012; GAJ; GERSBACH; BARBAS III, 2013).

Cada domínio de ligação reconhece um único par de bases no genoma, proporcionando maior flexibilidade de *design*, e essa especificidade, direcionando para sítios únicos, é determinada por dois aminoácidos hipervariáveis conhecidos como RVDs (*repeat variable di-residues*) (GAJ; GERSBACH; BARBAS III, 2013).

Inúmeras pesquisas sistemáticas utilizando métodos variáveis de montagens indicam que as repetições de TALEN podem ser combinadas para reconhecer virtualmente qualquer sequência definida. Ainda, é uma técnica eficiente em razão de sua alta especificidade, com *design* e montagens simples, diretas e de fácil execução; além disso, é significativamente mais acessível economicamente e mais rápida comparativamente às ZFNs (CERMAK et al., 2011; CARLSON et al., 2012; GAJ; GERSBACH; BARBAS III, 2013).

Como exemplo da utilização desta técnica, em bovinos, pesquisadores identificaram variantes associadas à ausência de chifres nos animais “mochos”; característica comum nas raças com aptidão à produção de carne; entretanto, rara nas raças leiteiras. A partir da introgressão de um alelo *POLLED* na raça Holandês por TALEN, e clonagem reprodutiva, obtiveram o Buri, gado leiteiro sem chifre. Essa pesquisa tem alto potencial para melhorar o bem-estar de milhões de bovinos, evitando a descorna física (CARLSON et al., 2016).

Foi gerado pelo *knock-in* do gene da proteína SP110 de camundongo mediado por TALEN, e por meio de recombinação homóloga, o gado transgênico resistente à tuberculose (WU et al. 2015).

Em ovelhas e bovinos, Proudfoot et al. (2015) fizeram o *knock-out* do gene MSTN usando o método por injeção direta em embrião.

2.3.4 Biologia sintética

Com desenvolvimento das tecnologias de manipulação genéticas, uma nova área de pesquisa e desenvolvimento começou a ser explorada, a biologia sintética, da qual pode-se desenhar e construir novas rotas metabólicas, organismos artificiais, ou ainda “redesenhar” sistemas naturais existentes, visando aplicações em diversos campos, e em todos os níveis estruturais (moléculas individuais, células inteiras, tecidos e organismos) (CHURCH; REGIS, 2014, DE VASCONCELOS; FIGUEIREDO, 2015).

A biologia sintética é interdisciplinar envolvendo: engenharia genética, metabólica e genômica; biologia de sistemas, biofísica e bioinformática; biologia evolutiva, estrutural e química, dentre outras áreas. Nesta ainda, um cassete composto por diferentes genes é transferido para o organismo de interesse, podendo conter genes que codifiquem informações completamente novas ou sequências gênicas modificadas; além de construir genomas mínimos (identificando e excluindo os genes não essenciais) redesenhando organismos (DE VASCONCELOS; FIGUEIREDO, 2015).

Essa biotecnologia, além de emergente, é complexa. Há apenas alguns anos, Gibson et al. (2008) sintetizaram um genoma bacteriano da

Mycoplasma genitalium. Para ser realizada, primeiramente, há necessidade em conhecer todos os genes que o compõem; e para classificá-lo como sintético, insere-se "marcas d'água" em locais intergênicos. As sequências sobrepostas de kilobases (kb), sintetizadas quimicamente a partir de oligonucleotídeos, são unidas por recombinação *in vitro* produzindo montagens genômicas, e clonadas em cromossomos artificiais de *Escherichia coli*; ou montado por clonagem de recombinação associada à transformação em levedura (*Saccharomyces cerevisiae*).

As aplicações dessa tecnologia são promissoras; há perspectiva em desenhar microrganismos para produzir biocombustíveis e fármacos; combater a poluição ambiental através de organismos artificiais; entretanto, este último gerou discussões sobre o lançamento deliberado destes "sintéticos", bem como cobranças de regulamentação governamental sobre o uso da técnica (DE VASCONCELOS; FIGUEIREDO, 2015b).

3. Discussão

Conforme o que foi apresentado, podemos ressaltar a busca por melhorar a eficiência da transferência de genes e, na pecuária, podemos atribuir isso ao melhoramento genético de plantéis, visando repressão ou degradação de genes maléficos, ou adição e edição para torná-los benéficos. Destaca-se, sobretudo, aumentar a produção de carne, através da edição gênica da miostatina, feita em diferentes espécies de interesse zootécnico, visando o silenciamento ou redução da expressão da mesma, aumentando a quantidade de músculo animal. Ni et al. (2014) realizaram o *knock-out* da MSTN por CRISPR/Cas9 em cabras. Com a técnica baseada em ZNFs, a edição foi feita em suínos por Qian et al. (2015). Por TALEN, ovelhas e bovinos, também foram submetidos ao *knock-out* da MSTN por Proudfoot et al. (2015). E por fim, o *knock-down* (redução) da MSTN por RNAi, foi realizado por HU et al. (2013) em ovelhas.

O mesmo é notado quando o assunto é saúde e bem-estar animal. Uma das principais preocupações é com doenças e como conferir resistência a essas. Bevacqua et al. (2016) editaram, usando o sistema CRISPR/Cas9, o

gene responsável pela doença da vaca louca. Ikeda et al. (2017) repararam, no gado preto japonês, o gene da IARS, uma doença recessiva. Por ZNFs, suínos domésticos resistentes à peste africana foram editados, com alelos de javali, por Lillico et al. (2016), mostrando um avanço para introgressão alélica interespecie. Wu et al. (2015) geraram gado resistente à tuberculose, pelo *knock-in* do gene da proteína SP110, utilizando TALEN.

Adicionalmente, destaca-se o uso da TALEN, por Carlson et al. (2016), responsáveis pelo desenvolvimento do gado Holândes mocho, visando o bem-estar animal pela dispensa da descorna física. Ainda em bovinos leiteiros, por ZNF, lisozimas humanas foram inseridas no *locus* da β -caseína; e o leite secretado além de conter essa proteína também se mostrou, *in vitro*, resistente à mastite (LIU et al. 2014).

De Vasconcelos e Figueiredo (2015), apontam o uso da biologia sintética no combate à poluição, empregando organismos artificiais para degradação de dejetos, visando, principalmente, a sustentabilidade.

Chaudhuri (2013) pela técnica de rDNA, apresenta animais de interesse zootécnico GM utilizados como biomodelos, biorreatores e possíveis xenotransportadores de órgãos.

Por fim, as aplicações das biotecnologias de precisão são inúmeras, e seus benefícios à sociedade são claros; e no futuro, poderão ser mais promissoras (NIDHI, 2021). Organizações como a CTNBio (BRASIL, 2005; BRASIL 2018) e a WTO (2018) visam garantir a segurança, manipulação, comercialização e consumo dos produtos derivados das técnicas apresentadas. Entretanto, há um importante debate político sobre regulamentação, realçado nos estudos de Tait-Burkard et al. (2018) e Menchaca et al. (2020), que defendem a parte técnica-científica e cobram um posicionamento dos órgãos reguladores.

4. Considerações finais

As biotecnologias de precisão serão fundamentais para a evolução da produção animal sustentável, pois há demanda por mais alimentos, mas

também exigências dos consumidores por produtos mais saudáveis a preços acessíveis e com segurança alimentar.

Ainda, preocupações com produções intensivas, bem-estar animal e sustentabilidade direcionarão o futuro da pecuária, e os envolvidos nessas áreas deverão adotar técnicas que resolvam esses desafios concomitantemente.

As técnicas apresentadas no presente trabalho foram desenvolvidas, testadas e aprovadas, resultando em inúmeros benefícios para a humanidade, desde agroalimentos até promissores tratamentos médicos. Pontos fundamentais são: aprimoramento do processo regulatório e comercialização de produtos derivados destas técnicas, sobretudo os de origem animal, que alimentarão o mundo, uma vez que as biotecnologias de precisão já estão consolidadas e que, futuramente, serão utilizadas em escala global.

Por fim, estimular que as políticas sejam baseadas em ciência é fundamental para garantir a segurança ambiental, humana e da biodiversidade, através de análises criteriosas de riscos dos produtos provenientes de manipulação genômica. Ainda, a ciência tem como papel fundamental desmistificar e informar a população sobre o que realmente são os derivados dessas técnicas, e garantir que todo o processo de elaboração e regulamentação comercial tenha êxito, e que, portanto, não há restrições para o consumo.

Referências

AGRAWAL, N. et al. RNA interference: biology, mechanism, and applications. **Microbiology And Molecular Biology Reviews**, Nova York, v. 67, n. 4, p. 657–685, 2003.

AIN, Q. U.; CHUNG, J. Y.; KIM, Y. H. Current and future delivery systems for engineered nucleases: ZFN, TALEN and RGEN. **Journal Of Controlled Release**, Amsterdam, v. 205, p. 120-127, 2015.

BEVACQUA, R. et al. Efficient edition of the bovine PRNP prion gene in somatic cells and IVF embryos using the CRISPR-Cas9 system. **Theriogenology**, Stoneham, v. 86, n. 8, p. 1886-1896, 2016.

BONDY-DENOMY, J.; DAVIDSON, A. R. To acquire or resist: the complex biological effects of CRISPR–Cas systems. **Trends In Microbiology**, Cambridge, v. 22, n. 4, p. 218-225, 2014.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Lei de Biossegurança. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 28 mar. 2005. Seção I, p. 1.

BRASIL. Resolução Normativa Nº 16, de 15 de janeiro de 2018. Estabelece os requisitos técnicos para apresentação de consulta à CTNBio sobre as TIMP. **Diário Oficial da União**, CTNBio, Brasília, DF, 22 jan. 2018. Seção I, p. 7.

CARLSON, D. F. et al. Efficient TALEN-mediated gene knockout in livestock. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, Washington, DC., v. 109, n. 43, p. 17382-17387, 2012.

CARLSON, D. F. et al. Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. **Nature Biotechnology**, Nova York, v. 34, n. 5, p. 479-481, 2016.

CERMAK, T. et al. Efficient design and assembly of custom TALEN and other TAL effector-based constructs for DNA targeting. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 39, n. 12, p. e82–e82, 2011.

CHAUDHURI, K. Recombinant DNA technology. In: **Recombinant DNA Technology**. Nova Delhi: The Energy and Resources Institute, 2013, cap. 1. p. 1-10.

CHURCH, G. M.; REGIS, E. **Regenesis: how synthetic biology will reinvent nature and ourselves**. 1ª ed. Nova York: Basic Books. 2014.

DE VASCONCELOS, M. J. V.; FIGUEIREDO, J. E. F. *Biologia sintética*. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 35 p., 2015.

DE VASCONCELOS, M. J. V.; FIGUEIREDO, J. E. F. Edição de genoma com nuclease "Zinc Finger". Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 36 p., 2016.

DOUDNA, J. A.; CHARPENTIER, E. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. **Science**, Washington, DC, v. 346, n. 6213, 2014.

FAO. *Shaping the Future of Livestock: sustainably, responsibly, efficiently*. **The 10th Global Forum for Food and Agriculture**, Berlin, 2018.

GAJ, T.; GERSBACH, C. A.; BARBAS III, C. F. ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering. **Trends In Biotechnology**, Amsterdam, v. 31, n. 7, p. 397-405, 2013.

GATICA-ARIAS, A. The regulatory current status of plant breeding technologies in some Latin American and the Caribbean countries. **PCTOC**, Dordrecht, v. 141, p. 229–242, 2020.

HORVATH, P.; BARRANGOU, R. CRISPR/Cas, the immune system of bacteria and archaea. **Science**, Washington, DC., v. 327, n. 5962, p. 167-170, 2010.

HU, S. et al. Knockdown of myostatin expression by RNAi enhances muscle growth in transgenic sheep. **PlosOne**, São Francisco, v. 8, n. 3, p. e58521, 2013.

IKEDA, M. et al. Correction of a disease mutation using CRISPR/Cas9-assisted genome editing in Japanese black cattle. **Scientific Reports**, Londres, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2017.

JANKELE, R.; SVOBODA, P. TAL effectors: Tools for DNA Targeting. **Briefings In Functional Genomics**, Londres, v. 13, n. 5, p. 409–419, 1 set. 2014.

KHAN, S. et al. Role of recombinant DNA technology to improve life. **International Journal Of Genomics**, Londres, v. 2016, 14 p., 2016.

KIM, H.; KIM, J. S. A guide to genome engineering with programmable nucleases. **Nature Reviews Genetics**, Londres, v. 15, n. 5, p. 321-334, 2014.

LAMAS-TORANZO, I. et al. CRISPR is knocking on barn door. **Reproduction In Domestic Animals**, Berlin, v. 52, p. 39-47, 2017.

LILLICO, S. et al. Mammalian interspecies substitution of immune modulatory alleles by genome editing. **Scientific Reports**, Londres, v. 6, n. 1, p. 1-5, 2016.

LIU, X. et al. Generation of mastitis resistance in cows by targeting human lysozyme gene to β -casein locus using zinc-finger nucleases. **Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 281, n. 1780, p. 20133368, 2014.

MAKAROVA, K. S. et al. Evolution and classification of the CRISPR–Cas systems. **Nature Reviews Microbiology**, Londres, v. 9, n. 6, p. 467-477, 2011.

MENCHACA, A. et al. CRISPR in livestock: From editing to printing. **Theriogenology**, Stoneham, v. 150, p. 247–254, 2020.

MENCHACA, A. et al. New insights and current tools for genetically engineered (GE) sheep and goats. **Theriogenology**, Stoneham, v. 86, n. 1, p. 160-169, 2016.

NI, W. et al. Efficient gene knockout in goats using CRISPR/Cas9 system. **PlosOne**, São Francisco, v. 9, n. 9, p. e106718, 2014.

NIDHI, S. et al. Novel CRISPR–Cas Systems: An Updated Review of the Current Achievements, Applications, and Future Research Perspectives. **IJMS**, Basileia, v. 22, n. 7, p. 3327, 2021.

PROUDFOOT, C. et al. Genome edited sheep and cattle. **Transgenic Research**, Londres, v. 24, n. 1, p. 147-153, 2015.

QIAN, L. et al. Targeted mutations in myostatin by zinc-finger nucleases result in double-musled phenotype in Meishan pigs. **Scientific Reports**, Londres, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2015.

REXROAD, C. et al. Genome to phenome: improving animal health, production, and well-being—a new USDA blueprint for animal genome research 2018–2027. **Frontiers In Genetics**, Lausanne, v. 10, p. 327, 2019.

RUAN, J. et al. Genome editing in livestock: Are we ready for a revolution in animal breeding industry? **Transgenic Research**, Londres, v. 26, n. 6, p. 715-726, 2017.

SAMPSON, T. R. et al. A CRISPR/Cas system mediates bacterial innate immune evasion and virulence. **Nature**, Londres, v. 497, n. 7448, p. 254–257, 2013.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Cartagena protocol on biosafety to the convention on biological diversity: text and annexes**. Montreal, 2000. Disponível em: <bch.cbd.int/protocol/>. Acesso em: 16 out. 2020.

TAIT-BURKARD, C. et al. Livestock 2.0—genome editing for fitter, healthier, and more productive farmed animals. **Genome Biology**, Londres, v. 19, n. 1, p. 204, 2018.

URNOV, F. D. et al. Genome editing with engineered zinc finger nucleases. **Nature Reviews Genetics**, Londres, v. 11, n. 9, p. 636-646, 2010.

WANG, H.; LA RUSSA, M.; QI, L. S. CRISPR/Cas9 in genome editing and beyond. **Annual Review Of Biochemistry**, Palo Alto, v. 85, p. 227–264, 2016.

WHITWORTH, K. et al. Gene-edited pigs are protected from porcine reproductive and respiratory syndrome virus. **Nature Biotechnology**, Nova York, v. 34, n. 1, p. 20-22, 2016.

WTO. **International statement on agricultural applications of precision biotechnology**. Genebra. 2018. Disponível em: <bit.ly/3vOWSu7>. Acesso em: 19 out. 2020.

WU, H. et al. TALE nickase-mediated SP110 knockin endows cattle with increased resistance to tuberculosis. **PNAS**, Washington, DC, v. 112, n. 13, p. E1530-E1539, 2015.

**A influência da adição do aminoácido triptofano na dieta em
relação ao bem estar e produtividade de peixes**

*The influence of the addition of the amino acid Tryptophan in the diet in
relation to the well-being and productivity of fish*

**Maria Fernanda Garcia Baveloni, Prof. Dr. Daniel Emygdio de Faria
Filho**

1. Introdução

O campo da neurociência nutricional está em constante expansão, devido às fontes nutricionais ocasionarem benefícios ao organismo animal mediante a resposta do sistema nervoso, de modo a aumentar o seu bem estar. Neste sentido, a proteína é um dos nutrientes que auxiliam o desenvolvimento das funções nervosas por fornecer aminoácidos que são componentes celulares estruturais e funcionais. (Carvalho-Santos, et al., 2010). Um componente que vem se destacando na dieta animal, é o aminoácido Trp. Trp consiste numa estrutura molecular aromática e não é produzido pelo próprio organismo, ou seja, classificado como “aminoácido essencial”, de origem vegetal, sendo necessário ser obtido pela dieta. Trp exerce a função precursora do neurotransmissor serotonina, melatonina, quinurenina e vitamina niacina (nicotinamida), estando presente nas etapas de síntese proteica, além de outros processos fisiológicos que incluem terapia do autismo, doenças cardiovasculares, função cognitiva, doença renal crônica, depressão, doença inflamatória intestinal, esclerose múltipla, sono, função social e infecções microbianas, comportamento, fadiga e ingestão alimentar (FRIEDMAN, 2018).

A serotonina também denominada como 5-Hidroxitriptamina (5-HT) compreende um neurotransmissor do SNC pertencente ao grupo das aminas biogênicas e derivada do Trp. Tem relação na regulação dos sistemas cardiorrespiratório e endócrino, percepção sensorial, memória, aprendizagem, regulação da temperatura, comportamento alimentar e

sexual. Além disso, atua no desempenho motor de músculos e vísceras, além dos estados psíquicos de humor e depressão (MAZZINI et al., 2013)

Feijó et al. (2011) demonstraram que o sistema serotonérgico tem influência na fome e saciedade por meio de receptores, indicando que a ingestão do Trp na dieta favoreça sua conversão em Ser, que por sua vez contribui para o crescimento do animal, evidenciado na melhoria na carcaça, dentre outras vantagens.

Em paralelo a produção e nutrição animal, o setor de piscicultura no Brasil é uma das atividades produtivas de maior crescimento de importância econômica, social e ambiental. A produção deste setor saltou de 578.800 toneladas em 2014 para 802.930 toneladas em 2020, com receita de cerca de R\$ 8 bilhões. Assim, gerando em torno de 1 milhão de empregos diretos e indiretos. O Brasil é o quarto maior produtor do mundo de tilápia, ocupando 57% da produção do país. Dentre as espécies nativas, o tambaqui, representa 35% do total produzido, sendo os 5% restantes correspondido por outras espécies nativas e exóticas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2020). Na alimentação dos peixes, o componente de maior custo na dieta é a proteína que é exigida em altos níveis. A proteína dietética só é eficiente quando sua composição de aminoácidos atende às necessidades dietéticas de manutenção e atividades fisiológicas para produção (BOSCOLO et al., 2011). O Trp é muito importante por ser um dos aminoácidos limitantes em fontes alternativas de farinha de peixe (ZAMINHAN et al., 2017).

Em peixes, o desequilíbrio dos aminoácidos ingeridos na dieta compromete a utilização da proteína para o crescimento do animal (ABIDI; KHAN; 2010). Dessa forma, a nutrição com Trp tem benefícios como a regulação do crescimento e ingestão de alimentos, modulação de respostas imunológicas nos animais por ter efeito na diminuição dos níveis de cortisol, causando melhorias em situações de estresse e hábitos de canibalismo (LE FLOCH et al, 2010; HOSSEINI; HOSEINI, 2013). Por esse motivo, o Trp tem o potencial de determinar a eficiência da utilização da proteína, no

desempenho zootécnico, na qualidade da carcaça e no bem estar de peixes (ZEHRA; KHAN, 2014).

O objetivo desta revisão bibliográfica é abordar o uso do aminoácido essencial Trp de modo a associar as alterações comportamentais no animal vinculados ao bem estar e a produção de peixes.

2. Desenvolvimento

Esta revisão bibliográfica que fornece um panorama geral do desenvolvimento do uso do aminoácido triptofano na dieta e produtividade de peixes com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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 e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: PubMed, PubVet, Google Scholar, Scielo e Elsevier. As buscas foram realizadas utilizando palavras chave como “triptofano”, “serotonina”, “bem-estar animal”, como também “peixes”. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

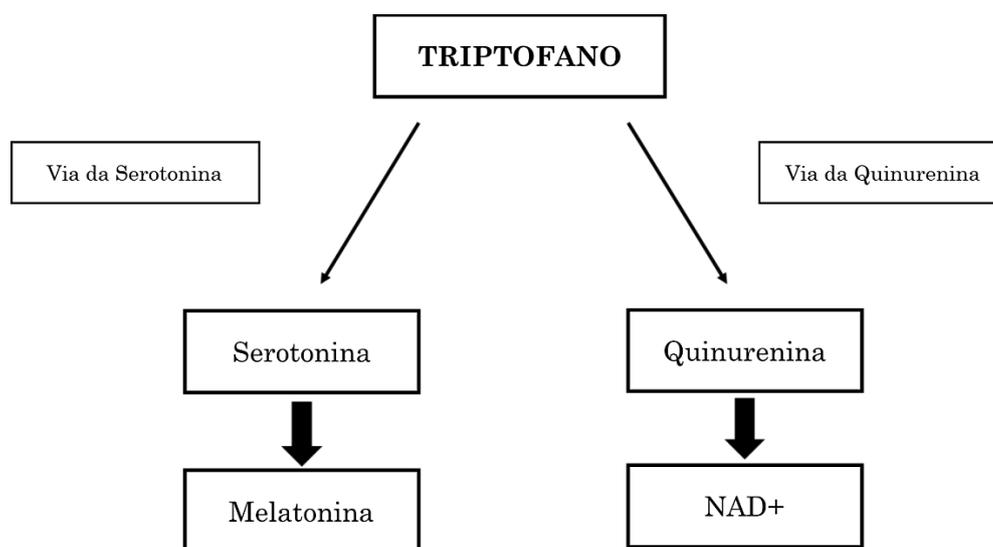
2.1 Triptofano (Trp)

O triptofano pode ser obtido na circulação plasmática ou na degradação das proteínas cerebrais, fornecido na dieta normal ou degradação proteica corporal. Na corrente sanguínea é transportado para o cérebro pelo carreador albumina, que também transporta outros aminoácidos neutros e ramificados. Dessa forma, para ser transportado e sintetizar a Ser, o Trp livre compete com outros cinco aminoácidos neutros (leucina, isoleucina, tirosina, fenilalanina e valina) na barreira hemato-encefálica. Por esse motivo não somente a concentração de Trp no plasma influenciam seus níveis cerebrais, como também a concentrações de outros aminoácidos que competem pelo mesmo carreador cerebral (ROSSI et al., 2004).

Dessa forma, o Trp é responsável pela formação da via serotoninérgicas, bem como da via das quinureninas. Na via serotoninérgicas são formadas a

serotonina e a melatonina e na via da quinurenina há a formação do NAD⁺ e da quinurenina, entre outros compostos. A formação da Ser ocorre no trato gastrointestinal e no cérebro, já a quinurenina é catabolizada no fígado (FRIEDMAN, 2018). A quinurenina está presente nas células do sistema imune e é responsável pela imunomodulação e alterações psicológicas caracterizados pelo Trp. Eventualmente, o Trp ainda pode ser convertido em melatonina nas vias serotoninérgicas, que é um hormônio sintetizado na glândula pineal, localizada no cérebro, estando relacionado à regulação do sono (FERNSTROM, 2016). Na Figura 1 são apresentadas as vias de metabolização do TRP, onde a via da serotonina, são formados a serotonina e melatonina. Já na via da quinurenina, o triptofano gera a quinurenina e NAD⁺.

Figura 1 – Vias de metabolização do TRP



Fonte: Fernstrom, 2016.

A ingestão de dietas ricas em carboidratos podem aumentar o Trp no plasma sanguíneo e por sua vez, aumenta a disponibilidade do Trp cerebral. No entanto, dietas ricas em proteína reduzem o Trp disponível no cérebro. Isso porque a ingestão de proteína aumenta os níveis de outras aminoácidos competidores do mesmo carregador do Trp na barreira hemato-encefálica, resultando em insônia. Dessa forma, é viável reduzir os níveis proteína

bruta da dieta, e concomitantemente suplementar o animal com aminoácidos sintéticos para promover maior disponibilidade de Trp cerebral e aumentar a conversão em Ser. Além disso, os carboidratos impulsionam a liberação de insulina, que é um hormônio anabolizante e capta aminoácidos com ramificação, como a valina, isoleucina e leucina pelos músculos. Assim, diminui a competição pelo transportador e favorece os níveis de Trp cerebral (DEVLIN, 2002). Fontes de triptofano são leite e seus derivados, além de produtos à base de soja (MAZZINI et al., 2013). Em excesso na dieta, quando não utilizado na síntese proteica, o Trp é utilizado como terapêutico (Liu et al., 2013).

O triptofano é um precursor da serotonina (neurotransmissor 5-hidroxitriptamina) e niacina (vitamina B3) e é um dos aminoácidos que impulsiona a secreção dos hormônios do crescimento e insulina. Assim, é um importante neurotransmissor que afeta as funções fisiológicas e respostas comportamentais dos peixes (ROSSI et al., 2004; BASIC et al., 2013).

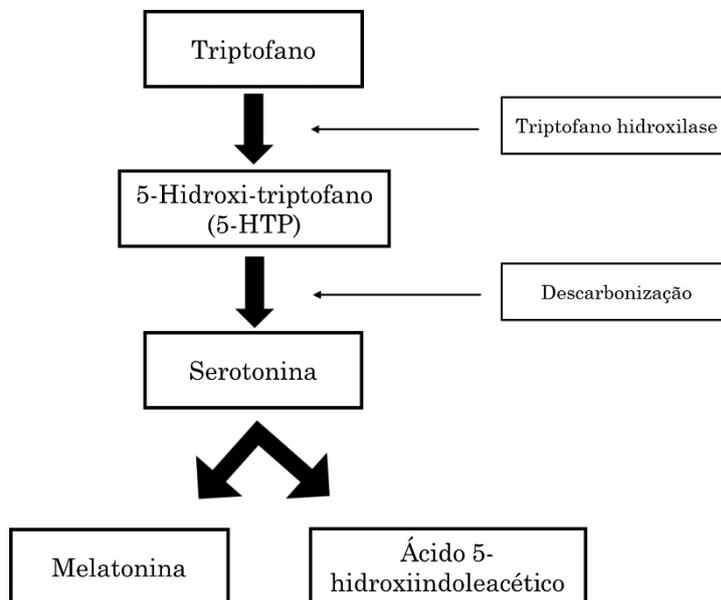
2.2 Serotonina (Ser)

A conversão do triptofano em serotonina acontece em duas etapas. Primeiramente o Trp se converte em 5-hidroxitriptofano pela enzima triptofano hidroxilase e depois ocorre a descarboxilação de 5-hidroxitriptofano em Ser. Após a produção da serotonina, ela é armazenada dentro da terminação neural até que o neurônio é ativado e ocorra sua liberação (PIANESSO et al., 2015). Na Figura 2 é apresentada o metabolismo do triptofano (TRP) precursora do neurotransmissor serotonina e do hormônio melatonina.

A síntese da Ser pode ser influenciada tanto por fatores nutricionais, como por fatores neuroendócrinos, já que a sua síntese depende dos seguintes cofatores: as vitaminas B3, B6, B12, B9, os minerais magnésio e cálcio, a fim de se obter um aumento da 5-HT. Dentre as interações hormonais que influenciam os níveis de Ser, pode-se destacar os hormônios sexuais, corticóides, melatonina e insulina (MAZZINI et al., 2013). Quanto maior a ingestão de Trp, maior será a produção de 5-HT por conta de sua maior taxa de passagem na barreira hematoencefálica. Pelo fato que o Trp

ter a menor concentração plasmática dentre os outros aminoácidos neutros, obedecendo a razão 1:100 (ROSSI et al., 2004).

Figura 2 – Metabolismo do triptofano



Fonte: Fernstrom, 2016.

A serotonina, por ser um neurotransmissor, tem a função de conduzir a transmissão de um neurônio a outro. É secretada por neurônios serotoninérgicos e atua em receptores de neurônios pós-sinápticos. Sua atuação é de um efeito inibidor na conduta e um efeito modulador na atividade psíquica. Desse modo tem influência sob as funções cerebrais, inibindo ou estimulando o ácido gama-aminobutírico. E assim a Ser tem a capacidade de regular o atividade sexual, o sono, o humor, o apetite, regulação do dia e noite, atividade motora, funções neuroendócrinas, sensibilidade a dor, temperatura corporal e as funções cognitivas (FEIJÓ et al., 2011).

2.3 Efeitos da nutrição do Trp em peixes

Um experimento realizado por Bonfim et al. (2020) conduzido no Laboratório de Alimentação e Nutrição de Organismos Aquáticos na Universidade Federal do Maranhão empregou 300 alevinos tambaqui em um delineamento casualizado em bloco, utilizando duas dietas, uma isenta

de proteína à base de amido de milho e óleo de soja e outra contendo 0,381% de Trp. Foram avaliadas variáveis de desempenho e eficiência alimentar, como deposições corporais de proteína, gordura, cinzas e eficiência de retenção de nitrogênio dos peixes. Os resultados para este estudo demonstram que os aumentos de Trp digestivo nas dietas contribuíram para a deposição corporal diária de proteína e gordura, que variou de forma quadrática.

Uma pesquisa elaborada por Basic et al. (2013) aborda os efeitos do Trp dietético no cortisol plasmático pós-estresse, como também das monoaminas hipotalâmicas em peixe *Salmo salar*, conhecido como salmão do Atlântico adaptado a água salgada. A dieta dos peixes continha de 1 a 4 vezes a mais de Trp em relação a ração normal fornecida semanalmente. A etapa seguinte, os peixes foram reinseridos em rações comerciais com menores níveis de Trp, por um intervalo de tempos até a exposição de um estressor agudo no confinamento. Constatou-se que os níveis de cortisol plasmático basal foram menores nos peixes não estressados de 1 a 10 dias após a suplementação de Trp na dieta. Nos peixes estressados que tiveram a suplementação de Trp suspensa tiveram respostas nos níveis de cortisol plasmático pós-estresse em 1 e 2 dias. No entanto, o padrão adverso foi observado nos peixes após 10 dias do tratamento com Trp. Os efeitos gerais do Trp na dieta foram mais acentuados na neuroquímica da dopamina em comparação com o Ser no hipotálamo. Os resultados apresentam os efeitos de curto e longo prazo do elevado Trp dietéticos na resposta neuroendócrina ao estresse. Dessa forma, os resultados sugerem que a dopamina pode estar mais envolvida do que a Ser nos efeitos de redução do estresse em salmão do Atlântico adaptado à água salgada.

Outro ensaio de alimentação conduzidos por Zehra e Khan (2014) com duração de 12 semanas foi realizado nas seguintes condições: 18 cochos circulares de polivinil internos com capacidade de 70 L, alimentado por um sistema de fluxo de água, com o objetivo de avaliar a necessidade de Trp dietético em alevinos *Catla catla*. Seis dietas de aminoácidos à base de caseína e gelatina, contendo concentrações de L - triptofano (1,0, 1,4, 1,9,

2,3, 2,8, 3,4 g kg⁻¹ dieta seca) foram alimentados em três grupos de peixes próximos à saciedade nos horários 08:00, 12:30 e 17:30 h. Nesse trabalho foram avaliados o ganho de peso, a taxa de conversão alimentar, o ganho de proteína, a razão RNA / DNA, o índice hepatossomático, o índice viscerossomático, o fator de condição e os índices hematológicos. Foi possível observar que todas as variáveis avaliadas melhoraram com o aumento de Trp nas concentrações de 1,0 a 2,3 g kg⁻¹ na dieta seca. Para as concentrações de proteína de carcaça foram significativamente maior quando suplementadas com 2,3 g de Trp por kg de dieta seca. No caso das análises do ganho de peso absoluto, taxa de conversão alimentar, ganho de proteína e razão RNA / DNA, 95% das respostas exibiram a necessidade de Trp em concentrações de 2,5, 2,3, 2,5 e 2,1 g kg⁻¹ na dieta seca, respectivamente. A inclusão de Trp no intervalo de 2,1 a 2,5 g kg⁻¹ da dieta seca, corresponde a 6,4 a 7,6 g kg⁻¹ de proteína na dieta.

O estudo de Pianesso et al. (2015) teve a finalidade de estimar as necessidades de Trp para do peixe jundiá. Foram analisados grupos de 30 peixes, com peso de 4,65 g com variação de 0,68 g, para mais e para menos. Os peixes foram armazenados em tanques de 125 litros e alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de Trp (1,0, 1,8, 2,6, 3,4 e 4,2 g / kg de dieta) até aparentemente sua saciedade. Após 60 dias, foram determinados parâmetros, como o desempenho de crescimento, a composição corporal, a retenção de nutrientes, os metabólitos plasmáticos e hepáticos e as enzimas digestivas. Os dados foram avaliados com dados estatísticos de regressões não lineares e polinomiais. Observou um efeito muito significativo do Trp para o crescimento, coeficiente de retenção de proteína e atividade de protease ácida. A menor concentração testada (1,0 g Trp/kg) resultou em menor crescimento e retenção de nutrientes no corpo. Peixes alimentados com níveis inapropriado de Trp resultaram na redução do crescimento, maiores índices hepato-somáticos e processos enzimáticos e metabólicos alterados, indicando processos gliconeogênicos. As concentrações exigidas de Trp para máximo ganho de peso e coeficientes de

retenção de proteínas estão no intervalo de 2,5 a 3,4 g / kg, dependendo do modelo estatístico usado para a estimativa.

Um ensaio de alimentação com duração de 8 semanas foi conduzido por Ahmed (2012) para determinar a necessidade de Trp na dieta de alevinos de bagre indiano, *Heteropneustes fossilis*. Os peixes tinham comprimento de 6,10 cm, variando em 15 cm e com peso de 4,44g, com variação de 0,50 g, mantidos em cochos circulares com volume de 75 L, no sistema “flow-through” e alimentados com dietas experimentais a 4% do peso corporal/dia, duas vezes ao dia. Seis dietas de teste de aminoácidos isonitrogenados (40 g 100 g⁻¹) e isoenergéticos (17,90 kJ g⁻¹) foram formulados com graduação de 0,1 g 100 g⁻¹ contendo concentrações de L- triptofano (0,04-0,54 g 100 g⁻¹, dieta seca). Os peixes foram avaliados em três grupos e suplementados com dietas contendo 0,34 g 100 g⁻¹ de Trp. Foi possível constatar o maior ganho de peso vivo, a melhor taxa de conversão alimentar e melhor taxa de eficiência proteica. Nas análises estatísticas de regressão quadrática dos resultados de ganho de peso, taxa de conversão alimentar, melhor taxa de eficiência proteica e deposição de proteína corporal indicou exigência de Trp dietético em concentrações de 0,37, 0,33, 0,32 e 0,33 g 100 g⁻¹ de dieta seca, respectivamente. Dessa forma, a maior taxa de proteína corporal, umidade mínima e teor de gordura foram registrados em nas concentrações de 0,34 g 100 g⁻¹ da dieta dietética de Trp. Já o teor de cinzas não foi significativo dentre os tratamentos, exceto para as dietas 0,04 e 0,14 g 100 g⁻¹. Excelentes valores de índices somáticos e hematológicos foram obtidos no nível de exigência. Com base nos resultados acima, é recomendado que a dieta para *H. fossilis* deva conter Trp a 0,32 g 100 g⁻¹ na dieta seca, correspondendo a 0,80 g 100 g⁻¹ de proteína dietética para um crescimento ideal e utilização eficiente da ração.

Hosseine e Hoseini (2013) avaliou a carpa comum *Cyprinus carpio*, onde foi alimentada com dieta controle (isenta de Trp) ou suplementada com as concentrações de 3,3, 6,6 e 9,9 g de Trp kg⁻¹ na dieta, durante um período de 7 dias. Em seguida, os peixes foram expostos ao estresse por imersão aérea por 2 minutos ou diminuição do nível da água de 15 min e 24 h. Nesta

pesquisa observou que peixes alimentados com dieta de 9,9 g de Trp kg⁻¹ apresentaram redução significativa nos níveis de cortisol em comparação aos demais grupos da dieta, durante a fatores estressantes, como a imersão aérea e a redução do nível de água dos animais. Praticamente todas as dietas, exceto a dieta de concentração de 9,9 g de Trp kg⁻¹, elevou significativamente os níveis de cortisol após o estresse. O grupo suplementado com concentrações de 9,9 g de Trp kg⁻¹ apresentou uma diminuição significativa nos níveis de glicose antes do estresse e após a imersão aérea em comparação com os outros grupos. Em comparação com os níveis sem estresse, os níveis de glicose não se alteraram após a imersão aérea em nenhum grupo, mas aumentaram após 15 e 24 horas de estresse. Os resultados sugerem que o Trp é capaz de reduzir a resposta ao estresse em carpas comuns, pelo menos no caso dos níveis de cortisol e o efeito foi mais evidenciado na dieta de 9,9 g de Trp kg⁻¹.

Os estudos de Król e Zakęs (2016), observaram os efeitos das dietas comerciais suplementadas com L-triptofano cristalino (5, 10 e 20 g Trp kg⁻¹) sobre canibalismo, sobrevivência e parâmetros de crescimento do estado pós-larval da espécie *Sander lucioperca*, chamado popularmente de “pikeperch”. Larvas de pikeperch de quinze dias de idade, com peso médio de 6,8 mg, foram criados durante os 28 dias em aquários de vidro, alimentado por um sistema de recirculação. Os ensaios de imunoabsorção enzimática mostrou que dietas suplementadas com Trp foram eficazes em aumentar os níveis de Ser no tecido corporal das larvas de “pikeperch”. Dessa forma, a suplementação de Trp resultou em uma diminuição no canibalismo das larvas, embora a redução no impacto do canibalismo não tenha ultrapassado pequenas proporções. O tratamento com Trp não teve influência significativa na sobrevivência final de pikeperch pós-larvas. No entanto, neste estudo, não houve diferença significativa nas taxas de crescimento e comportamento alimentar entre o grupo alimentado com Trp e o grupo controle (sem adição de Trp). Portanto, os efeitos da suplementação de Trp tem relações com a sobrevivência e crescimento do estágio pós-larval por diminuir o canibalismo.

3. Discussão

Os índices zootécnicos nos estudos de Bonfim et al. (2020), após a adição de Trp na dieta, contribuiu para a deposição corporal diária de proteína e gordura. Os estudos de Zehra e Khan (2014), assim como os estudos de Ahmed (2012), observaram maiores desempenhos no ganho de peso, na taxa de conversão alimentar e no ganho de proteína com a inclusão de níveis de Trp. Por sua vez, Pianesso et. al (2015) observou um efeito significativo do Trp para crescimento, coeficiente de retenção de proteína e atividade de protease ácida, no entanto a menor concentração testada resultou em menor crescimento e retenção de nutrientes no corpo. Em contra partida, o estudo realizado por Król e Zakeś (2016), a suplementação de Trp no estado larval dos pikeperch não houve diferença significativa no desempenho da taxa de crescimento e comportamento alimentar.

Em relação ao bem-estar, nas pesquisas de Basic et. al (2013), assim como os resultados de Hosseine e Hoseini (2013) observaram que a suplementação com Trp dietético diminuíram os níveis de cortisol plasmático, bem como o estresse entre os animais em concentrações de 9,9 g de Trp kg⁻¹ na dieta. No entanto, após o décimo dia a suplementação com Trp, os resultados de Basic et. al (2013) não surgiu tanto efeito nesses índices com dietas suplementadas até em 4 vezes maiores concentrações de Trp. Além de diminuir o estresse, para Król e Zakeś (2016), o Trp dietético aumentam a sobrevivência e crescimento do estágio pós-larval por diminuir percentuais de hábitos canibais entre os peixes.

4. Considerações Finais

A inclusão do Trp na dieta de peixes tem efeitos sobre o desempenho, melhora o crescimento, a conversão alimentar, a taxa de crescimento, ganho de peso, qualidade da carcaça, bem como diminuir a agressividade e canibalismo em peixes. Quando maiores os teores de Trp na dieta, maior será a concentração de Ser no animal, que por sua vez reprime os níveis de cortisol, diminuindo o estresse e comportamentos de agressão.

Referências

- ABIDI, S. F.; KHAN, M. A. Dietary tryptophan requirement of fingerling rohu, *labeo rohita* (Hamilton), based on growth and body composition. **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 41, n. 5, p. 700-709, 2010.
- AHMED, I. Necessidade dietética de L- triptofano de aminoácido para alevinos de bagre indiano, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), estimada por meio de parâmetros de crescimento e hemato-bioquímicos. **Fish Physiol Biochem**, v. 38, p. 1195–1209, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA-PEIXE BR. **Tambaqui de cultivo, produção e consumo em crescimento no país**. Anuário 2020. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2020/>>. Acesso em: 27 abril, 2021.
- BASIC, D. et al. Short- and long-term effects of dietary l-tryptophan supplementation on the neuroendocrine stress response in seawater-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 388–391, p. 8-13, 2013.
- BOMFIM, M. et al. Exigência de triptofano digestível para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 51 n. 2, 2020.
- BOSCOLO, W. R. ET AL. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, 2011. Suplemento especial.
- CARVALHO-SANTOS, J. et al. Efeito do tratamento com triptofano sobre parâmetros do comportamento alimentar em ratos adultos submetidos à desnutrição neonatal, **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 23 n. 4, 2010.
- DEVLIN, T.M. **Manual de Bioquímica com correlações clínicas**, 2002.
- FEIJÓ, F. M.; BERTOLUCI, M. C.; REIS, C. Serotonina e controle hipotalâmico da fome: uma revisão. **Revista da Associação Médica Brasil**, São Paulo, v.57, n.1, 2011.
- FRIEDMAN, M. Analysis, Nutrition, and Health Benefits of Tryptophan. **Int J Tryptophan Res**. 2018.
- FERNSTROM, J. D., A Perspective on the Safety of Supplemental Tryptophan Based on Its Metabolic Fates, **The Journal of Nutrition**, v. 146, i. 12, p. 2601S–2608S, 2016.
- HOSSEINI, S. A.; HOSEINI, S. M. Efeito do triptofano na dieta sobre a resposta ao estresse da carpa comum selvagem *Cyprinus carpio* L. **World Journal Fish and Marine Sciences**, v. 5, p. 49-55, 2013.

KRÓL, J.; ZAKEŠ, Z. Efeito do L-triptofano dietético sobre o canibalismo, sobrevivência e crescimento em pós-larvas de *Sander lucioperca* (L.). **Aquaculture International**, v. 24, n. 2, p. 441-451, 2016.

LARANJA, J. R. et al. Effects of dietary L- tryptophan on the agonistic behavior, growth and survival of juvenile mud crab *Scylla serrata*. **Aquaculture**, v. 310, p. 84-90, 2010.

LE FLOCH, N.; OTTEN, W.; MERLOT, E. Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic applications. **Amino Acids**, v. 41, p. 1195 – 1205, 2011.

LIU, H. et al. Supplemental dietary tryptophan modifies behavior, concentrations of salivary cortisol, plasma epinephrine, norepinephrine and hypothalamic 5 hydroxytryptamine in weaning piglets. **Livestock Science**, v. 151, p. 213-218, 2013.

MAZZINI, R. et al. Regulação nutricional e neuroendócrina da serotonina podem influenciar a síndrome pré menstrual. **Perspectivas Médicas**, Faculdade de Medicina de Jundiaí, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 43-50, 2013.

PIANESSO, D. et al. Determination of tryptophan requirements for juvenile silver catfish (*Rhamdia quelen*) and its effects on growth performance, plasma and hepatic metabolites and digestive enzymes activity. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 172-183, 2015.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do sistema serotoninérgico no exercício físico, **Arquivos Brasileiros Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo v. 48, n. 2, 2004.

THOMAS, S. R.; WITTING, P.K.; DRUMMOND, G. R. Redox control of endothelial function and dysfunction: molecular mechanisms and therapeutic opportunities. **Antioxid Redox Signal**, v. 10, n. 10, p. 1713-65, 2008.

ZAMINHAN, M. et al. Exigências dietéticas de triptofano para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja. **Animal Feed Science and Technology**, v. 227, p. 62-67, 2017.

ZEHRA, S.; KHAN, M. A. Dietary tryptophan requirement of fingerling *Catla catla* (Hamilton), based on growth, protein gain, RNA/DNA ratio, haematological parameters and carcass composition. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 20, 2014.

Suplementos e nutracêuticos na nutrição de cães

Supplements and nutraceuticals in dog nutrition

Mayane Amanda Costa, Profa. Dra. Roberta Ariboni Brandi

1. Introdução

A relação do ser humano com os cães vem mudando ao longo do tempo, o que era antes uma relação de troca de serviços, como caçar e proteger, hoje é uma ligação afetiva humano - cão, e isso faz com que os cães sejam mais cuidados e passem a viver mais. Os tutores passaram a espelhar os cuidados que tem consigo nos cães e com isso suplementos alimentares e nutracêuticos passaram fazer parte da realidade destes animais, e são empregados como coadjuvantes em algumas afecções.

O suplemento alimentar é uma substância utilizada estrategicamente para complementar a alimentação do animal, oferecendo nutrientes específicos e essenciais que possam estar em déficit na alimentação podendo prevenir doenças. (DZANIS, 2012). Este pode ser recomendado para deficiência de nutrientes essenciais, ou seja, que o organismo não consegue sintetizar, e assim prevenindo doenças como, por exemplo, o fornecimento de cromo para evitar a diabetes.

Nutracêutico é uma substância benéfica para tratamento de enfermidade já existente. Eles podem ser substâncias com função antioxidante, antiinflamatória, entre outras. Exemplos de nutracêuticos estudados para cães são o ômega-3, vitamina E, glucosamina e condroitina (GUPTA; SRIVASTAVA; LALL, 2019).

Apesar das definições descritas acima, há falta de informações exatas em literaturas e poucas informações sobre regulamentação de uso de suplementos e nutracêuticos, causando um confundimento para o leitor sobre o que esses compostos são e como podem ser oferecidos.

Este trabalho teve como objetivo discorrer sobre os suplementos e nutracêuticos utilizados na nutrição de cães.

2. Desenvolvimento

Esta foi uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento dos suplementos e nutracêuticos em cães, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2020, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações pesquisadas no Google Acadêmico, Scielo e PubMed e as palavras - chave utilizadas foram alimentação, animais de companhia, omega-3, vitamina E e nutracêuticos. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Definição de suplementos e nutracêuticos

Os suplementos alimentares podem ser considerados aditivos porque respondem a mesma legislação. A Instrução Normativa (IN) nº13, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em novembro de 2004, regulamenta o uso de aditivos em produtos destinados à alimentação animal. Segundo a referida IN, a definição de suplemento é:

“Substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios ou atenda às necessidades nutricionais” (BRASIL, 2004).

Os suplementos, substância para consumo via oral para cães (FASCETTI; DELANEY, 2012) proporcionam nutrientes e componentes bioativos para fins específicos, para complementar a dieta, e suprir a deficiência alimentar. Um suplemento não pode ser considerado um medicamento, pois não possui a capacidade de tratar doenças já existentes. A exigência é de que a suplementação seja realizada em animais saudáveis e

assim proporcionando melhor qualidade de vida e desempenho, oferecendo nutrientes que possam estar em deficiência na dieta. Este produto não é considerado alimento, e é utilizado apenas como uma forma de agregar nutrientes específicos a dieta sem que precise alterar a quantidade de alimento ingerido (NRC, 2006).

Os nutracêuticos são geralmente destinados à tratamentos específicos, de alguma doença (DZANIS, 2012). Eles podem ser relacionados como um alimento, ou parte de um alimento, que fornece benefícios à saúde, auxiliando no tratamento de uma doença (ZAINE et al., 2014).

A definição difere de país para país e que sua classificação encontra – se entre alimentos, rações, nutrientes ou drogas. Ao contrário dos produtos farmacêuticos sintéticos, os nutracêuticos, geralmente, consistem em compostos bioativos que atingem vários alvos no organismos. Como resultado, os nutracêuticos podem exercer múltiplas ações como: eliminação de radicais livres, antioxidantes, antiinflamatórios, imunomoduladores, antimicrobiana (GUPTA; SRIVASTAVA; LALL, 2019). Os compostos bioativos incluem polissacarídeos, vitaminas e ácidos graxos que estão presentes na composição de alguns alimentos de forma natural. Essas moléculas podem ser extraídas de fontes naturais ou por síntese química e biotecnológica (SULERIA, 2015).

2.2 Regulamentação de suplementos e nutracêuticos para animais de companhia

A legislação sobre nutracêuticos diverge de acordo com cada país, e no Brasil, ainda não existe uma legislação que seja específica quanto ao uso destes ingredientes como nutracêuticos, portanto, são utilizadas como referência a legislação específica para cada propriedade ou categoria de alimento. Os nutracêuticos estão relacionados aos alimentos funcionais e podem, algumas vezes, atender à mesma legislação, como no caso da Resolução nº 18 feita pela ANVISA de 1999, que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de

saúde alegadas em rotulagem de alimentos., ou a resolução nº 2, de 2002, que fornece a definição de substância bioativa (BRASIL, 1999).

O MAPA publicou em 2009 uma Instrução Normativa, a IN nº 30, que regulamenta o registro de produtos destinados a animais de companhia. Segundo este documento, se houver o uso de nutracêuticos na formulação de um alimento, é necessário destacar a presença dele e tal substância deve ser declarada nos níveis de garantia, encontrado nos rótulos das alimentações comerciais. Desta forma, fica de conhecimento de todos quais são os componentes presentes na formulação, assim como as suas quantidades.

Para a utilização do suplemento na alimentação animal, o mesmo deve estar registrado no MAPA, e para ser registrado o mesmo deve ser indispensável na fabricação do produto que deseja incluir, interferir positivamente na qualidade do produto e ser utilizado apenas na quantidade necessária para surtir efeito. Além disso, devem ser seguros para o consumo (MAPA, 2004).

2.3 Principais suplementos e nutracêuticos para cães

Os principais nutracêuticos e suplementos utilizados para cães estão sistemizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Suplementos e nutracêuticos utilizados para cães, suas finalidades e objetivos.

Substância	Suplemento / Nutracêutico	Finalidade	Objetivo	Referência
Ômega-3 (Ω3)	Nutracêutico / Suplemento	Tratamento de inflamação e dor associadas à osteoartrite. Dosagem recomendada: 23 -37 mg de EPA e DHA / kg de peso corporal metabólico para cães com osteoartrite.	Curativo / Preventivo	Johnson; Lee; Swanson, 2020. Fritsch et al, 2010.
Vitamina E	Nutracêutico / Suplemento	Recomendado para doenças dermatológicas, osteoartrite. Uma dose de 15 UI de acetato α tocoferol / kg / dia, via oral foi recomendada para cães em todas as fases da vida.	Curativo/ Preventivo	Vanderweerd; Cambier; Gustin, 2013.

Fonte: Próprio autor.

Alguns princípios são utilizados tanto como suplementos como nutracêuticos, o que pode gerar dúvida. Dentre estes produtos, descam-se o ômega-3 que tem como função ação antiinflamatório, controle de inflamação cutânea, alívio da dor associada a artrites e benefícios para problemas de arritmias em doenças cardiovasculares. A vitamina E atua como antioxidante agindo contra oxidações que podem ocorrer em doenças dermatológicas e hepáticas.

2.3.1 Ômega-3 e 6

Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 são considerados ácidos graxos essenciais porque são necessários na dieta e não podem ser sintetizados pelos mamíferos como o ácido araquidônico (AA) associado ao ômega-6, ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosaexaenóico (DHA) associados ao ômega-3 (FREEMAN, 2010).

O ômega-3 possui características desejáveis, como ação antiinflamatória, antialérgica e anticarcinogênica (NRC, 2006). As principais fontes de ômega-6 são os óleos de soja, girassol e milho, já de ômega-3 são óleo de linhaça, canola e óleos de peixes (MACHADO; PUTON; BERTOL, 2019). O ômega-3 possui efeito cardioprotetor, atua sobre o desenvolvimento neurológico, a estrutura e a função da retina, modula a inflamação, alivia a dor associada a artrites, além de controlar a inflamação cutânea por processos alérgicos e câncer (ZAINE et al., 2014).

O ômega-3 possui em sua composição os ácidos graxos eicosapentaenóico (20:5n-3, EPA) e docosahexaenóico (22:6n-3, DHA). A concentração recomendada é 40 mg de EPA e DHA, 25 mg / kg de peso corporal metabólico para cães, de modo que essa quantidade não deve ser excedida para cães com osteoartrite (NRC, 2006). Já o ômega-6 possui em sua composição os ácidos graxos linoléico (18:2n-6, LA) e araquidônico (20:4n-6, AA). O ácido araquidônico, os cães são capazes de sintetizar metabolicamente, sendo recomendado uma dose suplementar de 0,36 g / kg de peso corporal de ácido linoléico (FEDIAF, 2019). Todas as dosagens recomendadas são para todos os estágios da vida.

2.3.2 Vitamina E

As vitaminas são substâncias necessárias em pequenas quantidades no organismo, e em geral, funcionam como catalisadoras ou reguladoras do metabolismo (NEVES; TUDURY; COSTA, 2010). A vitamina E ajuda a restaurar a função celular e associada a vitamina C, ou ácido Ascórbico, irá agir como um antioxidante dentro e fora da célula (BORGES, 2011). Ela é do tipo α -tocoferol, serve principalmente para proteger a membrana celular rica em lipídios. A vitamina E não pode ser sintetizada pelo organismo, por este motivo, é considerado um nutriente essencial (ABINPET, 2017). Esta vitamina pode ser encontrada em fontes naturais como vegetais verde-escuros, nas sementes oleaginosas, nos óleos vegetais e no germe de trigo, além de estar presente também em alimentos de origem animal, como gema de ovo e fígado (BONI et al., 2010)

A vitamina E sequestra moléculas de oxigênio na etapa de terminação da oxidação lipídica, causando seu efeito antioxidante. Assim como a vitamina C, a vitamina E também auxilia na síntese de colágeno. Outra função da vitamina E é a melhora na função imunológica (FRANÇA et al., 2011).

A recomendação é para tratamentos dermatológicos e hepatopatias, nas quais a atividade antioxidante pode ser benéfica em cães. No entanto, não se tem nenhum dado científico para seu uso para qualquer uma dessas indicações (VANDERWEERD; CAMBIER; GUSTIN, 2013). A recomendação de vitamina E é de 30 mg de α -tocoferol, equivale a 33 UI/kg de matéria seca para cães em todos os estágios da vida.

3. Discussão

A literatura é controversa sobre as definições de suplementos e nutracêuticos. Zaine et al. (2014) e Borges et al. (2011) referem-se aos nutracêuticos como um alimento, ou parte de um alimento, que fornece benefícios à saúde, auxiliando no tratamento de uma doença. Já Gomes et al. (2017) dizem que o nutracêutico não é uma droga ou um alimento mas uma substância natural com efeito benéfico à saúde.

A principal diferença observada é a motivação para o oferecimento de certo princípio, sendo o nutracêutico curativo (DZANIS, 2012) e o suplemento preventivo (GUPTA; SRIVASTAVA; LALL, 2019). Ao se fornecer um ingrediente para tratamento coadjuvante de uma doença, este será denominado nutracêutico, mas não deixa de ser uma forma de suplementar o animal na prevenção de outros problemas para os quais se destina. Não há nenhuma regulamentação de definição, uso e níveis de exigência própria para nutracêuticos, então são fornecidos sob regulamentação de suplementos, que são classificados como aditivos (MAPA, 2004).

O ômega-3 e as vitamina E são exemplos de suplementos e/ou nutracêuticos mais utilizados e citados em literatura. As principais fontes de ômega-3 são óleo de linhaça, canola e óleos de peixes (comumente encontrados nos alimentos completos da linha super premium). Já a vitamina E α -tocoferol está presente em componentes de vegetais verde-escuros, nas sementes oleaginosas, nos óleos vegetais e no germe de trigo, assim como em alimentos de origem animal, como gema de ovo e fígado.

Os cães que são alimentados com dietas de melhor qualidade (super premium) recebem diariamente as substâncias supracitadas e consideradas como suplementos. Em muitos casos, a exigência destas substâncias já foi suprida pela dieta sendo dúbio o efeito de sua suplementação.

A utilização de um princípio ou substância pode ter mais de uma finalidade no corpo do animal. O ômega-3 pode ser utilizado com ação antiinflamatório, controle de inflamação cutânea, alívio da dor associada a artrites, não deixando de contribuir em nas cardiopatias e problemas dermatológicos (ZAINÉ et al., 2014). A vitamina E e C apresentam efeito antioxidante e podem atuar sobre o sistema imunológico (FRANÇA et al., 2011). Animais que recebem fontes de ômega-3, recebem ao mesmo tempo a vitamina E.

No caso do uso como nutracêutico, os princípios podem ser oferecidos de forma oral, em cápsulas ou tabletes palatáveis (ELEOTÉRIO et al., 2012), na composição do alimento em uma formulação específica (JOHSON;

LEE; SWANSON, 2020), sempre buscando o oferecimento com o mínimo estresse para o animal.

4. Considerações Finais

A literatura é controversa sobre a definição de nutracêuticos e suplementos e na prática as informações e classificações se sobrepõem. O uso de um suplemento ou nutracêutico poderá beneficiar o animal sistemicamente, mesmo tendo sido oferecido com o destino pré estabelecido. A utilização de uma dieta de boa qualidade pode oferecer diariamente os suplementos como parte de seu formulado. Existe um consenso no uso da vitamina E com função antioxidante e do uso do ômega-3 como tratamento da dor referente à osteoartrite, e outras doenças associadas às dores e inflamações.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasil. Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1999.

_____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. IN nº 30 de 05 de agosto de 2009. Estabelece critérios e procedimentos para o registro de produtos, para rotulagem e propaganda e para isenção da obrigatoriedade de registro de produtos destinados à alimentação de animais de companhia. **MAPA**, 2009. Disponível em: <www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-30-de-5-de-agosto-de-2009.pdf/view>. Acesso em: 19 out 2020.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº13, de 30 de Novembro de 2004. Aprova o regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **MAPA**, 2004. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-13-de-30-de-novembro-de-2004.pdf/view>>. Acesso em: 19 out. 2020.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº2, de 07 de Janeiro de 2002. Aprova o regulamento técnico

de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedade funcional e ou de saúde. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2002.

ABINPET. **Manual Pet Food Brasil**. 9. Ed. São Paulo, 2017.

BONI, A. et al. **Vitaminas antioxidantes e prevenção da arteriosclerose na infância**. Rev. paul. pediatr São Paulo, v. 28 n. 4, 2010.

BORGES, O. F.; SALGARELLO, M.R.; GURIAN M. T. **Recentes avanços na nutrição de cães e gatos**. CBNA, 2011. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/Avan%C3%A7os_caes_gatos.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2020.

DZANIS, A. D., Nutraceuticals and Dietary Supplements, FASCETTI, A. J.; DELANEY, S. J. **Applied veterinary clinical nutrition**. Davis, California, Willey-Blackwell, 2012, cap. 5, p. 57-59.

ELEOTÉRIO, R. B. et al. Glucosamine and chondroitin sulfate in the repair of osteochondral defects in dogs – clinical-radiographic analysis. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 59, n. 5, p. 587-596, 2012.

FASCETTI, A. J.; DELANEY, S. J.. **Applied veterinary clinical nutrition**. Willey-Blackwell, 2012.

FEDIAF – The European Pet Food Industry Federation, 2019. **Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs**. The European Pet Food Industry Federation, Bruxelas, BE.

FRANÇA, J. et al. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, p. 222-231, 2011.

FREEMAN, L. M. Beneficial effects of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease. **Journal of Small Animal Practice**, v. 51, p. 462–470, 2010.

FRITSCH, D. A. et al. A multicenter study of the effect of dietary supplementation with fish oil omega-3 fatty acids on carprofen dosage in dogs with osteoarthritis. **Journal of the America Veterinary Medical Association**, v. 236, n. 5, p. 535-539, 2010.

GOMES, A. S.; MAGNUS, K.; SOUZA, A. H. Riscos e benefícios do uso de nutracêuticos para a promoção da saúde. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 9, 2017.

JOHNSON, K. A.; LEE, A. H.; SWANSON, K. S. Nutrition and nutraceuticals in the changing management of osteoarthritis for dogs and cats. **Timely Topics in Nutrition**, v. 256, n. 12, 2020.

GUPTA, R. C.; SRIVASTAVA, A.; LALL, R. Nutraceuticals in veterinary - medicine. **Springer nature Switzerland**, p. 7 – 8, 2019.

MACHADO, G.; PUTON, B. F.; BERTOL, C. Nutracêuticos: aspectos legais e científicos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, 2019.

NRC: National Research Council. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington, DC: National Academies Press, 2006.

NEVES, I. V.; TUDURY, E. A.; DA COSTA, R. C. Medical treatment of neurologic diseases of dogs and cats, **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 31, n. 3, p. 745-766, 2010.

OGOSHI, R. C. S. et al. Importância do cromo trivalente como suplemento para cães e gatos. **Revista Eletrônica de Pesquisa Animal**, v. 01, n. 02, p. 119-136, 2013.

SULERIA, H. A. R. et al. Marine-based nutraceuticals: an innovative trend in the food and supplement industries. **Marine Drugs**, v. 13, n. 10, p. 6336-6351, 2015.

VANDERWEERD, J. M.; CAMBIER, C.; GUSTIN, P. Nutraceuticals for canine liver disease: Assessing the evidence. **Veterinary Clinics of the North America. Small Animal Practice**, v. 43, p. 1171–1179, 2013.

VIEIRA, N. T. et al. Efeitos dos glicosaminoglicanos e sulfato de condroitina A sobre a cartilagem articular normal e com doença articular degenerativa em cães. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 62, n. 5, p. 1117-1127, 2010.

ZAINE, L. et al. Nutracêuticos imunomoduladores com potencial uso clínico para cães e gatos. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2513-2530, 2014.

O novo mercado consumidor de ovos

The new egg consumer market

Natalia Marques da Silva, Prof. Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho

1. Introdução

No cenário mundial, o Brasil é um dos grandes produtores de ovos, com um número em torno de 1.353.096 matrizes alojadas no ano de 2019, com produção total em volta de 49.055.709.215 unidades e desse valor, 99,59% é comercializado no mercado interno (ABPA, 2020).

O ovo é um alimento comum na mesa do consumidor pelo fato de ser rico em nutrientes, além de ser uma fonte proteica de mais fácil acesso e de fácil preparo culinário. Isso resulta no consumo crescente de acordo com o passar dos anos. Entretanto, essa alta no consumo vem acompanhada de mudanças significativas relacionadas ao bem estar desses animais.

Os sistemas de criação atualmente podem ser diferidos em intensivos (convencionais) e extensivos (alternativos) quando se fala em postura. O sistema intensivo é predominante dentro da produção de ovos brasileira, todavia, ultimamente muito se fala sobre a preocupação com o bem estar dessas aves (AMARAL et al., 2016), fato que vem provocando mudanças no mercado consumidor e que influencia diretamente no mercado produtor.

Como citado por Al-Ajeeli et al. (2017), ao captarem essa mudança de perfil consumidor, grandes varejistas e cadeias alimentícias como Carrefour, McDonald's, Wal-Mart, entre outras, manifestaram-se de forma com que em um breve período de tempo, passarão a usar apenas ovos de galinhas livres de gaiolas em seus produtos comercializados. O profissional zootecnista tem uma grande oportunidade, bem como um grande desafio, pois é necessária muita dedicação ao participar diretamente dessa mudança. Neste sentido, objetiva-se nesta revisão, trazer um panorama geral da inserção do zootecnista no novo modelo de criação de aves de postura.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do novo mercado consumidor de ovos com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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 Acadêmico, Science Direct, PubVet e SciELO.

2.1 Estruturação e evolução da cadeia produtiva de ovos

A criação de aves no Brasil teve início por volta da década de 50/60 com os imigrantes japoneses e a partir de 1970, de acordo com Procópio e Lima (2020), deixou de ter característica de subsistência para um sistema de produção que visava atender a demanda local e externa.

A avicultura de postura manteve seu maior polo na região sudeste, em especial no estado de São Paulo, local onde havia também o maior polo consumidor. O estado atualmente mantém-se como maior produtor de ovos, pois além dos consumidores é também um local estratégico para o abastecimento de grãos dos estados do Mato Grosso do Sul e norte do Paraná, utilizados na alimentação das aves. Atualmente, São Paulo contém sete dos vinte maiores municípios produtores de ovos do Brasil (SANTOS FILHO et al., 2011).

Ao longo dos anos, a avicultura de postura avançou significativamente em tecnificação, avanços que permitiram um aumento expressivo no quesito produção em larga escala, entretanto, atrelado a esse aumento, veio também às discussões sobre o modo de criação. A maneira convencional em gaiolas com que galinhas poedeiras são criadas recebeu e ainda recebem muitas críticas, uma vez que durante toda sua vida produtiva, não é possível que alguns de seus comportamentos naturais sejam expressos (AZEVEDO et al., 2016).

A evolução da cadeia produtiva foi marcada nesses últimos anos pela mudança de visão sobre a forma de criação das aves, pois a discussão

atualmente é sobre proporcionar aos animais uma boa qualidade de vida, com um ambiente em que se sintam confortáveis para expressar seus comportamentos naturais. Como citado por Pereira et al. (2015), muitos países dão preferência aos ovos de galinhas que a criação lhes permitam usufruir do bem estar, mesmo que o preço seja mais caro.

2.2 Comparativos entre os sistemas de produção

A produção de ovos pode ser dividida em convencional e alternativa e, no Brasil, sempre houve predominância da avicultura em sistema de confinamento intensivo, em que as aves são alojadas em gaiolas durante o seu período produtivo. Esse sistema apresenta diversas vantagens para o produtor, entretanto, nos últimos anos nota-se a presença de muitas críticas a esse sistema, tendo em vista que a criação sem gaiolas proporciona aos animais um ambiente menos estressante em que podem empoleirar-se, pôr seus ovos em ninhos, ciscar, movimentar-se, e afins (ARENALES et al. 2015).

Queiroz et al. (2016) demonstraram através de um estudo comparativo entre galinhas criadas no sistema convencional e cage free que não há diferenças significativas entre os valores de peso do ovo, altura de albúmen, Unidade Haugh nos dois sistemas, valores também encontrados por Montero et al. (2015) que comparam os sistema convencional, gaiolas enriquecidas, e cage free. Freitas et al. (2020) não constataram diferenças significativas para dados de qualidade interna dos ovos ou conversão alimentar para os dois sistemas, no entanto, para temperatura retal, as aves que estavam em gaiolas tiveram valores maiores quando comparadas às aves que estavam no piso e esse resultado deve-se ao fato de as galinhas terem mais dificuldade em dissipar o calor no ambiente em que encontravam-se.

O sistema alternativo quando comparado ao convencional faz-se mais caro para implantação/manutenção, pois a densidade de aves terá de ser maior para que as mesmas tenham acesso a poleiros, ninhos, área externa, entre outros de acordo com cada tipo de criação. Como descrito por Amaral

et al. (2016), o consumo de ração do sistema alternativo é levemente maior quando comparado ao convencional e isso se deve ao fato de os animais terem mais espaço para circulação, conseqüentemente gastarão mais energia e precisarão comer mais para repô-las, outra vantagem o sistema convencional é o empilhamento em torno de seis ou sete gaiolas sobrepostas, otimizando o espaço disponível.

Além da diferença de espaço disponível para cada animal, têm-se que no sistema orgânico, por exemplo, há algumas restrições alimentares quando comparado aos demais, fato que encarece o custo de produção, todavia, o ovo é comercializado por um preço maior. Há também diferenças em relação a muda forçada, debicagem, uso de antibióticos, dentre outros (SANTOS et al., 2011).

2.2.1 Sistema convencional

O uso de gaiolas originalmente, de acordo com Appleby et al. (1990) teria como finalidade o alojamento de forma individual das aves, permitindo o registro preciso de produção de ovos e a fácil identificação para descarte de animais improdutivos. Com o passar do tempo, as aves não estavam mais em gaiolas individuais, de forma com que houvesse otimização do espaço, dando origem ao que se conhece hoje em dia por sistema convencional.

A inserção de gaiolas para a produção de ovos segundo Hunton (1995) proporcionou ao produtor maior controle sob sua produção, sanidade e manejo, de modo que facilitaria a distribuição de ração, coleta dos ovos, aplicação de vacinas e/ou medicamentos, além de diminuir os gastos com mão de obra. As excretas não têm contato com os ovos, pois as gaiolas são suspensas, facilitando a remoção do resíduo orgânico e possíveis dificuldades com a produção de amônia dentro do galpão.

Como as aves são confinadas juntas, é comum a prática da debicagem, pois usam seus bicos para funções que muitas vezes são indesejáveis ao produtor como seleção de ração, ataque ou defesa (BAGGIO et al., 2018). Bassi e Albino (2011) citam em pesquisas que a conversão alimentar pode ser melhorada através da debicagem, diminui o canibalismo e diminui a

bicagem dos ovos, entretanto, os mesmos autores recomendam que a prática deve ser efetuada por profissionais com experiência para que seja reduzido ao máximo o sofrimento do animal e também alegam que, quando realizada conforme os protocolos, não provoca danos a saúde do animal.

2.2.2 Sistemas alternativos

Galinhas que são criadas em sistemas alternativos têm a oportunidade de expressarem seus comportamentos naturais como empoleirar, ciscar, fazer uso de ninhos, além de não terem o estresse térmico no tocante ao uso de gaiolas em razão ao ambiente, contudo, sistemas alternativos apresentam desvantagens em relação à biosseguridade, custos de implantação/manutenção da instalação e mão de obra. Como exemplos de sistemas alternativos, têm-se o cage free, free range e orgânico. As diferenças estão basicamente em espaço disponível, acesso a piquetes e alimentação (MOREIRA, 2012).

O cage free é o sistema que as aves são criadas soltas dentro do galpão e não tem acesso a piquetes na área externa. Para que o produtor possa vender os ovos intitulados “livres de gaiolas” é necessário que haja o cumprimento de padrões previamente estabelecidos e também que haja a certificação pelo programa Certified Humane (OLIVEIRA et al., 2019). As exigências são estabelecidas para todas as fases, então o consumidor tem a garantia de que durante toda a vida, seu bem estar foi respeitado.

O free range é outra alternativa a criação de aves, porém, com acesso ao pasto. As aves desse sistema têm acesso a quase totalidade de seus instintos naturais como banho de areia, empoleirar, ciscar, ingestão de forragens, e dessa forma, a criação free range tende a tornar-se cada vez mais comum por preservar o bem estar do animal. A alimentação pode ser a mesma dos outros sistemas, sem a necessidade de implementação de ingredientes orgânicos, a diferença é que não é permitido o uso de antibióticos preventivos na alimentação (FRANCISCO et al., 2017).

O ovo orgânico é o mais novo segmento que também ganha força a cada dia. As aves desse sistema são criadas com uma série de restrições e o

produtor deve ter certificação para que possa comercializar o ovo intitulado “orgânico” (AZEVEDO et al., 2016). Em toda a fase de criação segundo a Instrução Normativa 46 (BRASIL, 2011) não é permitido que as aves sejam alimentadas com ração comercial ou com alimentos que contenham ingredientes não orgânicos. O recomendado é que a fonte de alimentos seja cultivada na mesma propriedade. O espaço disponível para as aves já são pré-estabelecidas e para que haja uma produção orgânica de ovos, é necessário que haja por m² um total de seis aves. Nesse sistema também não é permitida a prática da debicagem. A certificação no caso de ovos orgânicos deve ser feita por uma certificadora credenciada ao Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) e também ao Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (Inmetro) que garantem ao consumidor que o local em questão obedece todas as práticas estabelecidas para manter-se a produção orgânica.

2.3 Mudanças do mercado consumidor de ovos

Pesquisas com consumidores brasileiros e europeus apontam que já há um nicho de mercado, especificamente adultos de meia idade procuram por produtos provenientes de produções alternativas como forma de agregação de valor (PARKER; BRUNSWICK; KOTEY, 2013). Os consumidores se mostram cada vez mais preocupados com o passar dos anos com o alimento consumido por eles, além das condições as quais esses animais foram criados no decorrer da produção (AZEVEDO et al., 2016). Moreira (2012) afirma que em uma pesquisa na Alemanha, 83% dos entrevistados estariam a pagar mais com a condição de que as galinhas não fossem mantidas em gaiolas convencionais.

No livro “Animal Machines” da escritora Ruth Harrison publicado em 1964, popularizou-se o termo “factory farming” que simboliza a crítica do público ao sistema industrial, que por ser intensiva, é inapto a fornecer o devido bem estar aos animais. Depois de mais de 50 anos da publicação do livro, a população mundial tornou-se significativamente urbana e de acordo com Miele et al. (2011) as pessoas passaram para pouco ou nenhum contato

com os animais, afirmando que, essa desconexão pode explicar o porquê de países industrializados em que o tema “bem-estar” é amplamente estudado, terem populações que tendem a valorizar a criação em sistemas ao ar livre.

Por conta de pressões e campanhas movidas por ONGs, a mídia tem provocado no público um interesse maior em ter conhecimento a respeito da forma com que os animais são tratados como um todo. Essas mesmas campanhas, principalmente para países industrializados tornam o público sensíveis a realidade em que os animais vivem (CENTNER, 2010).

Rosa, Casagrande e Spinelli (2017) afirmam que empresas beneficiam-se com estratégias de marketing e que estas são efetivas em relação aos consumidores devido à abrangência mundial das redes. Fato confirmado por Mesias et al. (2011) que citam o comportamento e preferências dos consumidores diretamente influenciados pelo marketing estrategista e esses mesmos autores afirmam que as pessoas tendem a ter preferência por ovos produzidos por galinhas livre de gaiolas pelo fato de satisfazerem suas crenças a respeito do bem estar animal e também porque creem que esse tipo de ovo tem menos colesterol e gorduras totais.

3. Discussão

Como relatado por Francisco et al. (2017), o marketing da avicultura brasileira precisou passar por diversas fases para que, junto ao consumidor final, o setor seja cada vez mais metucioso à fatores relacionados a qualidade para com o produto e com a vida dos animais que estão produzindo o alimento; fato este, já estudado por Mendes et al. (2016), que em uma pesquisa com 155 pessoas, constataram que 78,06% delas já ouviram falar sobre o bem-estar na produção avícola e 83,23% estavam dispostas a pagar um preço mais elevado por um produto proveniente de aves que são criadas respeitando as normativas pré-estabelecidas para o bem-estar animal.

A produção de ovos de galinhas criadas livres de gaiolas é um nicho de mercado favorável e em expansão, uma vez que consumidores estão cada vez mais exigentes com relação à escolha de produtos com certificação de bem-

estar, mesmo que isso possa custar (ao produtor e ao consumidor) um pouco mais (OLIVEIRA et al., 2019). Percebendo esse nicho de mercado, redes de restaurantes estão direcionando seus focos para produtos finais gerados a partir de criações sustentáveis e responsáveis para com os animais e o ambiente. Segundo Demattê Filho (2012), no Brasil a tendência é a valorização da criação em sistemas alternativos, pois diversas empresas varejistas como o Wal-Mart e Carrefour vêm ampliando a oferta de produtos orgânicos com o apelo à vida saudável e o bem estar dos animais.

No início de 2017 o Grupo Pão de Açúcar (GPA) anunciou que a companhia comprometeu-se que até 2025, comercializará apenas ovos livres de gaiola em suas marcas exclusivas. Logo após o anúncio, um de seus maiores concorrentes, o Carrefour também se comprometeu a até 2025 todas as suas marcas exclusivas comercializadas serão de galinhas livres de gaiola e até 2028, todas as marcas terão esse selo (DEMATTÊ FILHO, 2012).

O melhoramento genético, manejo e nutrição possibilitaram um avanço exponencial na avicultura em pouco tempo, permitindo que a produção fosse intensificada cada vez mais, entretanto, há pouco tempo surgiu à preocupação ética em como essas aves estão sendo criadas, influenciando diretamente o mercado produtor (FRANCO; SOUZA; MOLENTO, 2018). De acordo com Harvey e Hubbard (2013), muitos compradores tem disposição a pagar mais por produtos como esses, porém, há dificuldades que comprometem este cenário para o comportamento de compra eficiente. Ovos orgânicos, por exemplo, concorrem diretamente com características de qualidade, sabor ou preço, de acordo com Grunert; Wills e Fernández-Celemín (2010), todavia, mesmo quando o consumidor manifesta prioridade a esse tipo de alimento, ele se depara com a baixa disponibilidade no mercado e até mesmo com a falta de informações na rotulagem (HEERWAGEN, 2013).

Santos et al. (2011) constataram em sua pesquisa em estabelecimentos comerciais na cidade de Rio Verde - GO que os ovos caipiras possuem menor peso absoluto e ligou ao fato de que a maioria desses ovos são comercializados sem a existência da classificação “peso”, fato

que não ocorre no segmento de ovos industriais, pois ao chegarem no consumidor, os mesmo já estão separados por peso/tamanho.

Para a produção de ovos vermelhos, como especificado por Schwartz e Gameiro (2017), é 44% menor quando comparados aos ovos de mesma cor produzidos em sistema caipira, com valores em média de R\$ 0,18 por unidade de ovos de gaiola e R\$ 0,26 por unidade para ovos em sistemas caipira. Gameiro e Raineri (2014) em pesquisa, destacam que produtores relatam que, ao implementarem sistemas com maiores graus de bem estar, os gastos também aumentaram devido aos ajustes exigidos do sistema, como densidade populacional, alimentação, mão de obra, entre outros, entretanto, alguns custos são elevados a princípio mas há uma maior valorização por parte do mercado nesse tipo de produto, então o produtor consegue vender com um preço maior pois há um nicho de mercado disposto a pagar.

De acordo com Ribeiro e Hoffmann (2015), a indústria sempre explora as oportunidades derivadas das mudanças no padrão alimentar, como por exemplo, o aumento significativo por produtos mais saudáveis, aumentando em quantidades expressivas os alimentos light e diet no mercado nos últimos anos. Ligado a isso, tem-se que os produtos orgânicos são mais ligados à essa mudança cultural por um estilo de vida mais saudável, do que pela economia. Direcionado a essa mesma linha de raciocínio, a indústria se beneficia com a correlação entre a venda de ovo oriundos de galinhas livres de gaiolas e o estilo de vida mais sadio, fortalecendo cada vez mais esse nicho (GUIVANT, 2013).

Esse nicho de mercado ganha cada vez mais força dentro da agropecuária brasileira e mundial. O mercado consumidor brasileiro assim como o europeu, tende a dar mais atenção a alimentos com selo de bem-estar animal, assim como também estão dispostos a pagar mais por isso (MENEZES, 2019).

4. Considerações finais

O setor avícola vem captando as mudanças do perfil consumidor de ovos e moldando-se a ele, pois a zootecnia mundial passa por um período em

que as informações escoam com muito mais velocidade, informações estas que apesar de serem interpretadas de maneira errônea algumas vezes, dá ao consumidor o poder total de formar opiniões acerca dos produtos que irão consumir.

Dessa forma, o papel do zootecnista é trabalhar de forma com que atenda tanto a demanda do mercado que dentro de pouco tempo passará a comercializar apenas ovos de sistemas alternativos, bem como trabalhar de forma ética e responsável para atender as necessidades dos animais, garantindo-lhes o bem-estar durante toda sua vida.

Referências

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**, 2020. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf> Acesso em: 02 Nov. 2020.

AL-AJEELI, M. N et al. Evaluation of the performance of Hy-Line Brown laying hens fed soybean or soybean-free diets using cage or free-range rearing systems. **Poultry Science**. Texas, v. 97, n. 3, p. 812-819, 2017.

AMARAL, G. F. et al. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 43, p. 167-207, 2016.

APPLEBY, M. C. Behaviour of laying hens in cages with nest sites. **British Poultry Science**, London, v. 31, p. 71-80, 1990.

ARENALES, M. C. et al. Criação orgânica de frangos de corte e aves de postura. **Editora Aprenda Fácil**, Viçosa, v. 11, n. 4, p. 55-63, 2015.

AZEVEDO, G. S. et al. Produção de aves em sistema orgânico. **PUBVET**, Maringá, v. 10, n. 4, p. 327-333, 2016.

BAGGIO, et al. Feed selectivity of laying hens undergoing different beak trimming in two rearing systems. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 10, Out. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018001000651>. Acesso em: 30 out. 2020.

BASSI, L.J; ALBINO, J. J. Debicagem em galinhas de postura. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 684, p. 24-33, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n 46. Legislação para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2011. Brasília: MAPA, 2011.

CENTNER, T. J. Limitations on the confinement of food animals in the United States. **Journal of Agricultural & Environmental Ethics**, Washington, v. 23, n. 5, p. 469-486, 2010.

DEMATTE FILHO, L. C. Dinâmicas envolvendo a produção alternativa de frangos e ovos - O caso da Korin Agropecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL, 2, 2012, Chapecó. **Anais...** Brasília: Empresa Brasileira de Agropecuária, Embrapa Suínos e Aves, 2012. p. 22-31.

GAMEIRO, A. H; RAINERI C. O bem-estar animal e uma integração teórica para sua compreensão no contexto dos sistemas agroindustriais. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**. Pirassununga, v. 3, n. 3, p. 49-66, 2014.

GRUNERT, K. G; WILLS, J. M; FERNANDEZ-CELEMÍN, L. Nutrition knowledge, and use and understanding of nutrition information on food labels among consumers in the UK. **Appetite**. United Kingdom, v. 55, n. 2, pág. 177-189, 2010.

GUIVANT, J. S. Os supermercados na oferta de alimentos orgânicos: apelando ao estilo de vida ego-trip. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. 6, n. 2, pág. 63-81, 2013.

HEERWAGEN, L .; CHRISTENSEN, T.; SANDØE, P. The Prospect of Market-Driven Improvements in Animal Welfare: Lessons from the Case of Grass Milk in Denmark. **Animais**. Frederiksberg, v. 3, n. 2, pág. 499-512, 2013.

FRANCISCO, D. C. et al. Caracterização do consumidor de carne de frango de Porto Alegre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 253-258, 2017.

FRANCO, B. M. R.; SOUZA, A. P. O.; MOLENTO, C. F. M. Welfare-friendly Products: availability, labeling and opinion of retailers in Curitiba, Southern Brazil,. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília. v. 56, n. 1, p. 9-18, 2018.

FREITAS, P. V. D. X. et al. Effect of the system of commercial laying in cages and in floor. **Research, Society and Development**. [s.l], v. 9, n. 2, p. 1-14, 2020.

HUNTON, P. Egg production, processing and marketing. In: HUNTON, P. (Ed.). **Poultry production**. Amsterdam: Elsevier, 1995. cap. 20, p. 457-481.

MENDES, L. J. et al. Perfil do consumidor de ovos e carne de frango do município de Janaúba-MG. **ARS VETERINARIA**. Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 79 – 87, 2016.

MENEZES, et al . Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2224-2229, 2019 .

MESIAS, F. J. et al. Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: a conjoint analysis of consumers' preferences. **Journal Science Food Agricola**. [s.l.] v. 91, p. 532-538, 2011.

MIELE, M. et al. Animal welfare: establishing a dialogue between science and society. **Animal Welfare**, Saint Albans, v. 20, n. 1, p. 103-117, 2011.

MONTERO, G. V. et al.. Egg production and quality under three housing systems in the tropics. **Tropical Animal. Health Prodction**. [s.l.] v. 44, n. 2, p. 201–204, 2015.

MOREIRA, G. H. F. A. Bem-estar animal e o mercado. In: MARQUES JÚNIOR, A. P. et al. (Org.). **Bem-estar animal**. Belo Horizonte, 2012. cap. 14, p. 152-159.

OLIVEIRA, R. et al. Bem-estar de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO, 11, 2019, Ourinhos. **Anais...** Sintagro, 2019, p. 98-109.

PARKER, C.; BRUNSWICK, C; KOTEY, J. The happy hen on your supermarket shelf: what choice does industrial strength free-range represent for consumes? **Journal of Biothical Inquiry**, v. 10, n. 2, p. 165-186, 2013.

PEREIRA, D. F. et al. Diferenças comportamentais de poedeiras em diferentes ambientes térmicos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 1, p. 33-40, 2015.

PROCÓPIO, D. P.; LIMA, H. J. A. Avaliação conjuntural da avicultura no Brasil. **Research, Society and Development**, Brasil, vol. 9, n. 3, p. 26, 2020.

QUEIROZ, L. M. S. et al. Qualidade de ovos de sistemas convencional e cage-free armazenados sob temperatura ambiente. In: GOBESSO, A. A. O. et al. (Org.). **Novos desafios da pesquisa em nutrição animal**. Pirassununga, cap. 15, p. 290-305, 2016.

RIBEIRO, C.; HOFFMANN, R. Consumo de alimentos orgânicos e de produtos light ou diet no Brasil: fatores condicionantes e elasticidades-

renda. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Campinas, v. 22, n. 1, pág. 541-557, 2015.

ROSA, R. O.; CASAGRANDA, Y. G.; SPINELLI, F. E. A importância do marketing digital utilizando a influência do comportamento do consumidor. **Revista de Tecnologia Aplicada (RTA)**. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 28-39, 2017.

SANTOS FILHO, J. I. et al. (2011). Os 35 anos que mudaram a avicultura brasileira. In: Souza, J. C. P. V. B., Talamini, D. J. D., Scheuermann, G. N. & Schmidt, G. S. (Orgs.). **Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia, 2011. cap. 2, p. 59-87.

SANTOS, F. R. et al. Qualidade e composição nutricional de ovos convencionais e caipiras comercializados em Rio Verde, Goiás. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 35, ed. 182, p. 1224-1230, 2011.

SCHWARTZ, F. F; GAMEIRO, A. H. Análise de custo-benefício de sistemas de produção de ovos em gaiolas (em bateria) e sem gaiolas (caipira) nos estados de São Paulo e Paraná. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, Pirassununga, v. 6, n. 6, p. 132-147, 2017.

Desenvolvimento do comportamento ingestivo e o bem-estar em equinos

Equine feeding behavior and animal welfare

Nathalia Isgroi Carvalho, Profa. Dra. Roberta Ariboni Brandi

1. Introdução

Os equinos são animais herbívoros, monogástricos que tem como a base da dieta as forrageiras, representando de 50 até 100% da matéria seca consumida. Se alimentam principalmente de folhas, colmos e brotos e possuem forte seletividade na apreensão dos alimentos. Com isso, a compreensão da classificação morfológica e comportamental dos equinos é fundamental para orientar seu comportamento ingestivo, sendo capaz de influenciar o bem-estar destes quando submetidos a dietas não adequadas (DITTRICH et al., 2010; VIRKAJÄRVI et al., 2012).

Por apresentarem um estômago pequeno, os equinos passam a maior parte do tempo pastejando, o que corresponde a cerca de 10 a 16 horas por dia, onde cada refeição tem duração de 2 a 3 horas. dietas com escassez de fontes de fibras podem ser um fator determinante para causar distúrbios metabólicos tais como cólicas e laminites, além de promover distúrbios comportamentais (ELLIS, 2010; VIRKAJÄRVI et al., 2012; SANTOS et al., 2019).

A espécie tem por natureza a liberdade, mas no intuito de facilitar o manejo o homem a confinou, interferindo diretamente no comportamento natural. (WERHAHN; HESSEL; VAN DEN WEGHE, 2012; KONIECZNIK et al., 2014; LEME et al., 2017). Leme et al. (2014), observaram que mais de 50% dos animais estabulados demonstraram comportamentos indesejados.

Esta revisão teve como objetivo explicar sobre o comportamento ingestivo dos equinos e a sua relação com o bem-estar animal, reforçando a importância do uso das forrageiras na alimentação equina.

Desta forma, objetiva-se com este trabalho de revisão abordar o comportamento ingestivo dos equinos e sua relação com o bem-estar animal, enfatizando a importância dos volumosos quanto a alimentação, saúde e bem-estar.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral do desenvolvimento do comportamento ingestivo e o bem-estar em equinos, com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2021, com as publicações mais recentes e destacadas, baseada em publicações de artigos em periódicos indexados e artigos em eventos científicos nas bases de dados: Scielo, Science Direct, ReserchGate e Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave: “cavalos”, “enriquecimento ambiental”, “estereotípias” e “forrageiras”. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 O comportamento ingestivo

Os equinos são adaptados a se alimentarem de fibras vegetais e dietas à base de forragens (HARRIS et al., 2017). Devido a terem um aparelho gastrointestinal especializado em fibras, são aptos a se alimentarem de uma vasta variedade de plantas, as quais são hidrolisadas e fermentadas pela microbiota intestinal (DOUGAL et al., 2014). Não somente o aparelho gastrointestinal é especializado, mas também sua cavidade oral, a qual conta com uma sensibilidade e mobilidade labial, permitindo que o animal tenha uma alta seletividade de seu alimento, juntamente com a presença de dentes incisivos, permitindo a apreensão e corte do alimento. (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015).

As forrageiras e alimentos fibrosos são compostas principalmente por carboidratos estruturais (como a lignina e os polissacarídeos), são digeridos no intestino grosso, onde por meio da fermentação realizada pela microbiota intestinal são produzidos os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC),

principalmente o acetato, butirato e propionato, os quais são absorvidos pelo organismo e transformados em lipídios, glicose ou utilizados diretamente como fonte energética (RICHARDSON; MURRAY, 2016).

Quando livres em pastagens, o tempo de pastejo dos cavalos varia de 10 a 16 horas por dia, com refeições de 2 a 3 horas e curtos períodos entre si, nos quais são dedicados para outras atividades, como locomoção, interações sociais e descanso (DITTRICH; CARVALHO, 2015). No período noturno também há pastejo, com cerca de 20 a 50% da ingestão diária. O tempo de pastejo é influenciado diretamente pelas características do estado fisiológico dos animais, pelas condições ambientais, e também pela qualidade e oferta de forragem (DITTRICH et al., 2010). O processo de pastejo dos cavalos acontece de forma organizada, partindo de uma decisão própria, e sendo relacionada diretamente em fatores como a estrutura, disponibilidade e qualidade das forrageiras. (FONSECA et al., 2015).

O pastejo além de disponibilizar nutrientes, também é fundamental para a liberdade do animal, permitindo que a espécie expresse seus comportamentos naturais, proporcionando uma melhora do bem-estar (MOREIRA et al., 2013). Diferente de outros herbívoros, os cavalos são seletivos quanto ao seu alimento, praticando seletividade tanto entre as diferentes espécies de plantas quanto a própria estrutura das plantas, sendo esta seleção preferível por folhas, brotos, caules e raízes respectivamente (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015). Essa seletividade está intrinsecamente ligada a qualidade do alimento escolhido, já que em um ambiente selvagem, a sobrevivência do indivíduo está relacionada com a habilidade de selecionar alimentos adequados e mais nutritivos, que consigam suprir suas exigências nutricionais (DITTRICH et al., 2010; MOREIRA et al., 2013; FONSECA, 2015).

2.2. Comportamento e bem-estar de equinos

2.2.1 O comportamento equino e indicadores de bem-estar animal

Broom (1986) conceitua o bem-estar animal como sendo a relação do estado do animal às suas tentativas de adaptação ao ambiente. Essa adaptação pode variar tanto positivamente quanto negativamente, onde nesta última, o animal apresenta uma situação de estresse. Quando esta não consegue ser superada e persiste, há um distúrbio em sua homeostase, provocando um prejuízo na saúde e bem-estar do animal (IJICH; COLLINS; ELWOOD, 2013).

A mensuração do bem-estar animal pode ser realizada por meio de um estudo comportamental do animal. É através deste estudo que se obtém os indicativos de adaptação dos animais ao meio e também o quanto o ambiente acomete seu comportamento natural, na qual resulta em ações não características da espécie, sendo um indicativo que o bem-estar não está presente (BROOM, 2011). A maioria dos indicadores de comportamento e bem-estar contribui numa escala que varia de muito bom até muito ruim, e essa tem por finalidade definir a condição do animal dentro de um sistema produtivo (BROOM; FRASER, 2015).

O comportamento faz parte da biologia do animal sendo relevante em respostas básicas como a alimentação, transmissão de doenças e as condições adversas do ambiente. Quando ocorrem mudanças de comportamentos naturais à espécie, se torna um indicativo de que há algum problema no sistema e a integridade do animal foi prejudicada, bem como seu bem-estar. As manifestações de comportamentos que são indicativos de bem-estar estão relacionadas com conforto térmico, socialização, comportamento alimentar e natural da espécie. Assim, é fundamental que em estudos comportamentais e de bem-estar, estejam presentes questões como o manejo, alimentação e sistemas de criação (BROOM; FRASER, 2015).

2.2.2 Comportamento de animais estabulados e as estereotipias

Os equinos são animais gregários, e por isso são muito sociáveis, o que se justifica através de todo o seu histórico comportamental. Devido a este fato, não gostam de ficar isolados e a ação de isolamento reflete diretamente no comportamento e no desenvolvimento de vícios comportamentais sem um fim definido, denominado de estereotipias (CINTRA, 2010). Segundo KONIECZNAK et al. (2014) as estereotipias são originadas de situações recorrentes, em que há um baixo estímulo para do animal, como privação de alimento, frustrações, restrições de movimento, incapacidade de fuga e medo. Com isso, as estereotipias caracterizam-se como um sinal de bem-estar falho.

A estereotipia tornou-se um problema comum devido ao sistema de criação de equinos confinados em baias por haver limitação de espaço, falta de convívio social e contato visual com outros da mesma espécie (CINTRA, 2010). Casos de distúrbios comportamentais em equinos confinados são fáceis de identificar e visualizar, uma vez que os animais não possuem controle frente à situação em que se encontram e por esse motivo o problema é refletido em seu comportamento (BROOM; FRASER, 2015).

Quando em liberdade, os equinos passam a maior parte do tempo se alimentando e um curto tempo descansando ou em ócio, no entanto, esse cenário se inverte quando são mantidos em baias, onde passam a maior parte do dia em ócio, e um curto período se alimentando, promovendo o desenvolvimento de comportamentos estereotipados (LEME et al., 2017). As estereotipias podem ser prejudiciais à saúde, já que são capazes de provocar cólicas e desconfortos gastrointestinais, além de distúrbios orais (KONIECZNAK et al., 2014; HANIS et al., 2020). O uso de enriquecimento ambiental se apresenta como uma possibilidade para evitar o desenvolvimento das estereotipias e como uma alternativa para redução do ócio, promovendo um aumento do bem-estar principalmente para animais estabulados (RICCI; TITTO; SOUSA, 2017).

O enriquecimento ambiental pode ser caracterizado como estímulos, sendo eles sensoriais, cognitivos, sociais e físicos, variando entre cordas e

alimentos pendurados, brinquedos, espelhos, enriquecimento comestíveis, entre diversos outros (RICCI; TITTO; SOUSA, 2017). No caso de equinos, existem diversos tipos de enriquecimentos ambientais, nos quais os mais eficientes são os comestíveis, podendo ser sal em blocos, redes de feno, alimentadores lentos do tipo *slowfeeders*, bolas de feno, entre diversos outros produtos comercializados. Apesar de diversos produtos serem comercializados, somente uma pequena parcela destes foram estudados e testados cientificamente, mostrando sua real eficiência (JØRGENSEN; LIESTOL; BOE, 2010; GLUNK et al., 2014; BULENS et al., 2015).

2.3. Forragem e sua relação com o bem-estar animal

As fibras formam a base da dieta equina, e com isso, a baixa oferta de forragens pode ocasionar problemas na saúde animal, principalmente distúrbios gástricos, como úlceras e cólicas, mas também podem causar laminites, obesidade e problemas orais. Outro problema desenvolvido pela insuficiência de forragens são as estereotípias, onde além de indicarem um bem-estar falho, podem contribuir para os problemas orais. As forragens são ainda importantes para ativar os indicadores de saciedade, onde em sua insuficiência, podem não ser ativados e os animais permanecem com um forte estímulo de procura de alimentos (DITTRICH et al., 2010; KONIECZNIK et al., 2014; ROCHAIS; HENRY; HAUSBERGER, 2018).

As forragens proporcionam uma maior mastigação quando comparadas aos concentrados, desta maneira há um maior estímulo da salivação. A saliva além de tem a função de facilitar a deglutição e umedecer o alimento, realiza um efeito tamponante significativo no estômago, evitando uma queda brusca do pH estomacal, prevenindo a ocorrência de acidoses e distúrbios gástricos (REZENDE; SILVA; INACIO, 2015). O maior tempo da mastigação e deglutição das forragens são benéficas para a diminuição do tempo ocioso dos animais, e também do processo de pastejo, onde se assemelham aos comportamentos naturais (CINTRA, 2010; KONIECZNIK et al., 2014).

Mach et al. (2020), demonstraram que o bom funcionamento da microbiota intestinal de equinos está diretamente relacionado com seu bem-estar, onde animais com comportamentos agressivos, estereotípias e estresse físico tinham alterações na variedade e eficiência da microbiota. As fibras também são essenciais para a microbiota intestinal equina, desta maneira verifica-se a importância das forragens não somente para a saúde animal como também para seu comportamento.

3. Discussão

A necessidade de forragens para os equinos é inquestionável para sua saúde física e mental, Dittrich et al. (2010) demonstram que o manejo alimentar dos cavalos influencia diretamente seu comportamento, principalmente quando se trata de animais estabulados, onde recebem grandes quantidades de alimento concentrado, e baixa de forragens. Segundo Konieczniak et al. (2014), essa inversão da alimentação pode contribuir para o aparecimento de estereotípias, já que reduz drasticamente o tempo de alimentação, e altera o tipo de alimentação, onde no concentrado se tem um alto valor energético comparado aos volumosos, proporcionando ao animal energia e excesso de tempo, contribuindo para as estereotípias. Um estudo por Hanis et al. (2020), obteve um resultado similar, onde os componentes da dieta, principalmente com a insuficiência da fibra na alimentação, causam uma frustração alimentar nos animais, contribuindo para o desenvolvimento de estereotípias orais, e conseqüentemente aos problemas dentários.

Visto como o tempo de alimentação e a dieta adotada interferem diretamente sobre o comportamento dos equinos, sistemas comerciais têm sido desenvolvidos para aumentar o tempo de ingestão de volumosos. Em um estudo realizado por Glunk et al. (2014), ao compararem redes de feno com diferentes tamanhos de abertura, os autores observaram que as redes de feno com pequenas e medias aberturas diminuíram o tempo de consumo das forragens.

Rochais, Henry e Hausberger (2018) compararam as redes de feno, alimentação no cocho e alimentação com *slowfeeders* onde confirmaram que mudanças aparentemente insignificantes no modo de distribuição do feno tiveram consequências relevantes no comportamento da espécie, incluindo uma melhora positiva na relação com os seres humanos. As redes de feno aumentaram o tempo de alimentação e o *slowfeeder* aumentou ainda mais. No estudo, foi observado um maior comportamento de frustração pelos animais devido ao formato e tamanho do diâmetro da rede utilizada. O *slowfeeder* foi o que proporcionou maior tempo de alimentação reduzindo assim comportamentos indesejáveis, como a agressividade, e obteve maior relação positiva, menor frequência de comportamento de frustração, estereotípias e comportamentos anormais repetitivos comparado aos animais que tiveram alimentação no cocho e na rede de feno, fato que sugere o aumento do bem-estar. Apesar de sua efetividade, apresentou aspecto negativo em relação à praticidade da alimentação pelos tratadores, aumentando o tempo gasto para a oferta de alimentos.

A preferência do *slowfeeder* quanto as redes de feno podem estar relacionadas com uma maior semelhança do comportamento de pastejo, redução do tempo de ócio, promovendo assim um consumo constante de forragem, concordando assim com Ellis (2010), onde indica o sistema digestivo de equinos é ambientado para um consumo quase de constante de alimento, se assemelhando a um comportamento natural. Desta forma o uso do *slowfeeder*, e de outras técnicas de alimentação lenta se demonstram como alternativas eficazes para animais estabulados com acesso limitado a pastagens.

Bulens et al. (2015) utilizaram enriquecimento ambiental feito de cordas e bolas penduradas e constataram que a oferta de forragem adequada e de boa qualidade podem ter interferido na utilização dos enriquecimentos, visto que reduzia a sua necessidade de expressar outros comportamentos anômalos.

Jørgensen, Liestol e Boe (2010) estudaram o uso de enriquecimento ambientais comestíveis e não comestíveis, propondo que os cavalos têm uma

melhor interação com os enriquecimentos ambientais comestíveis, e verificaram que a quantidade de comportamentos anômalos não diminuía com o enriquecimento ambiental. Observaram que os animais que tinham acesso a palha e a maior quantidade de feno tinham uma diminuição dos comportamentos estereotipados e agonísticos.

O maior uso de forragens, maior período destes animais soltos e em grupos são mais eficientes para a diminuição de estereotipias e comportamentos anormais do que o uso de enriquecimento ambiental. Konieczniak et al. (2014), também citaram que a medida de maior sucesso em reduzir a frequência e aparecimento das estereotipias é promover ao animal um maior tempo em liberdade e forragem à vontade, permitindo assim que expresse melhor seu comportamento natural e indicaram que as estereotipias já desenvolvidas são de difícil tratamento e erradicação.

Dittrich et al. (2010), comentaram que animais estabulados vivenciam uma limitação do pastejo, mesmo que o confinamento seja feito somente em certos períodos, como o noturno, ainda há a presença do período ocioso, mesmo que menor e reforçam a importância da soltura dos animais em piquetes e pastos para que possam expressar seus hábitos de pastejo e assim seu comportamento natural, reduzindo o desenvolvimento das estereotipias.

Dittrich e Carvalho (2015) consideram ainda as pastagens como uma vantagem econômica na criação equina, sendo a forma mais viável de alimentação, já que o alimento é produzido na propriedade, reduzindo custos tais como o de transporte de volumosos conservados.

Sabendo da importância da forragem para equinos, proprietários muitas vezes acabam adotando um sistema de fornecimento *ad libitum*, onde para Morgan et al. (2016), este tipo de oferecimento favorece a saúde física e mental dos cavalos, por satisfazer seu comportamento alimentar. Entretanto, para Rochais, Henry e Hausberger (2018) este tipo de fornecimento deve ter um bom manejo, já que quando se distribui forragens diretamente no chão de baias, estas podem ter um contato direto com a cama e fezes dos animais, possibilitando uma contaminação do alimento, oferecendo um risco à saúde do animal. Tomando conhecimento da fisiologia

equina, com um estômago de pequena capacidade, o ideal seria aumentar a frequência de alimentação dos equinos, ou diminuir a velocidade de ingestão do alimento. Assim, além da importância da forragem, o modo como esta é oferecida influencia em na saúde e bem-estar do animal.

4. Considerações Finais

O bem-estar dos equinos está intrinsecamente relacionado com seu comportamento ingestivo, demonstrando que as fontes de fibras, particularmente as forrageiras são essenciais para a saúde física e mental dos equinos. Para animais estabulados, isso se reforça ainda mais, onde são privados de expressar seu comportamento natural, com isolamento social, restrição de movimento e dietas com pouca quantidade de volumosos.

A maneira mais eficiente de promover o bem-estar dos equinos e sua saúde, é permitindo que possam expressar seus comportamentos naturais concedendo-lhes pastagens e interações sociais. Quando isto não for possível, técnicas de manejo devem ser mais próximas de seu comportamento natural, como aumentando o tempo de alimentação, utilizando uma dieta com maior quantidade de forragens, e também com a frequência de sua alimentação.

Uma alternativa para cavalos estabulados e sem acesso a pastagens seria a utilização de alimentadores lentos, como os *slowfeeders*, pois diminuiriam o tempo de ócio. Os enriquecimentos ambientais comestíveis tornam-se obsoletos quando os cavalos possuem uma boa disponibilidade de forragem.

Referências

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**. 5. ed. Wallingtonford: CABI, 2015.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts, study methods and indicators. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellin, v. 24, n. 3, p. 306-321, 2011.

BULENS, A. et al. A preliminary study on the long-term interest of horses in ropes and Jolly Balls. **Applied Animal Behaviour Science**, v.10, Issue 1, p.83-86, 2015.

CINTRA, A. G. C. **O cavalo: características, manejo e alimentação**. São Paulo: Roca, 2010.

DIREKVANDI, E; ROUZBEHAN, Y.; FZAELI, H. The Positive Impact of Increasing Feeding Frequency on Feed Intake, Nutrient Digestibility, and Blood Metabolites of Turkmen Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 98, 103390, 2021.

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**, v. 39, p. 130-137, 2010.

DITTRICH, J. R.; CARVALHO, P. C. F. Comportamento alimentar de equinos em pastagens. **Revista Acadêmica de Ciência Equina**. v. 1, n. 1, p. 1-15, 2015.

DOUGAL, K. et al. Characterisation of the faecal bacterial community in adult and elderly horses fed a high fibre, high oil or high starch diet using 454 pyrosequencing. **PLOS ONE**, v. 9, n. 2, e87424, 2014.

ELLIS, A.D. Biological basis of behaviour and feed intake in horses. *In*: ELLIS, A.D.; LONGLAND, A.; COENEN, M.; MIRAGLIA, N. (ed.). **The impact of Nutrition on the Health and Welfare of Horses**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2010, p. 53-74

FONSECA, W. J. L. Comportamento ingestivo e respostas termorregulatórias de equinos em atividades de pastejo. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 1, p. 28-34, 2015.

GLUNK, E.C. et al. The effect of hay net design on rate of forage consumption when feeding adult horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 8, 2014.

HANIS, F. et al. Discovering the relationship between dietary nutrients and cortisol and ghrelin hormones in horses exhibiting oral stereotypic behaviors: A review. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 39, p. 90-98, 2020.

HARRIS, P. A. et al. Review: Feeding conserved forages to horses: recent advances and recommendations. **Animal**, v. 11, n. 6, p. 958-967, 2017.

HILLEBRAND, R.S.; DITTRICH, J. R. Anatomia e Fisiologia do Aparelho Digestório de Equinos Aplicadas ao Manejo Alimentar. **Revista Acadêmica de Ciência Equina**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2015.

IJICH, C. L.; COLLINS, L. M.; ELWOOD, R. W. Evidence for the role of personality in stereotypy predisposition. **Animal Behavior**, v. 85, p. 1145-1151, 2013.

JORGENSEN, G. H. M.; LIESTOL, S. H. O.; BOE, K. E. Effects of enrichment items on activity and social interactions in domestic horses (*Equus caballus*). **Applied Animal Behaviour Science**, v.129 (2011), p.100-110.

Disponível

em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159110002959>>.

Acesso em: 07 mai. 2021.

KONIECZNAK, P. et al. Estereotípias em equinos. **Veterinária em Foco**, Canoas, v. 11, n. 2, p. 126-136, 2014.

LEME, D. P. et al. Management, health and abnormal behavior of horses: A survey in small equestrian centers in Brazil. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 9, n. 3, p. 114-118, 2014.

LEME, D. P. et al. **MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE MANEJO EM EQUIDECULTURA**. Brasília: Mapa, 2017. 50 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/manual_boas_praticas_digital.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2021. Acesso em: 07 mai. 2021.

MACH, N. et al. Priming for welfare: gut microbiota is associated with equitation conditions and behavior in horse athletes. **Scientific Reports**, v. 10, 8311, p. 1-19, 2020.

MERRITT, A.M.; JULLIAND, V. Gastrointestinal physiology (eds). **Equine clinical and applied nutrition**, Elsevier, Amsterdam, p. 3-32, 2013.

Disponível

em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780702034220000018>>.

Acessado em: 08 mai. 2021.

MOREIRA, C. G. *et al.* Comportamento ingestivo de equinos: uma revisão. Artigo técnico 3. 23 – 27 p. Revista V & Z em Minas, Belo Horizonte, v. 22, n. 116, p. 23-27, 2013.

MORGAN, K. *et al.* Pilot study on workload management and feed intake time when feeding horses with small mesh haynets. **Livestock Science**, v. 186, p. 63-68, Abr. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141315002930?via%3Dihub#bib11>. Acessado em: 7 mai. 2021.

REZENDE, A.S.C; SILVA, R.H.P; INÁCIO, P.S. Volumosos na alimentação de equinos. *Caderno de Ciências Agrárias (Suppl)*, v. 7, n. 1, p. 116-132, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2817/1683>>. Acessado em: 08 mai. 2021.

RICCI, G. D.; TITTO, C. G.; SOUSA, R. T. De. Enriquecimento ambiental e bem-estar na produção animal. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n.3, p. 324-331, 2017.

RICHARDSON, K.; MURRAY, J. A. M. D. Fiber for Performance Horses: A Review, **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 46, p. 31-39, 2016. Disponível em:

ROCHAIS, C.; HENRY, S.; HAUSBERGER, M. “Hay-bags” and “Slow feeders”: Testing their impact on horse behaviour and welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 198, p. 52-59, 2018.

SANTOS, T. M. et al. Aspectos nutricionais relacionados à reprodução em equinos. **Nutritime Revista eletrônica**, v. 16, n.3, p. 8449-8462, 2019.

VIRKAJÄRVI, P. et al. Grass physiology and its relation to nutritive value in feeding horses. In: SAASTAMOINEN M., FRADINHO M.J., SANTOS A.S., MIRAGLIA N. (ed.) **Forages and grazing in horse nutrition**, Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2012, v. 132, cap. 1, p. 17-43. Disponível em: <<https://link.springer.com/book/10.3920/978-90-8686-755-4>>.

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

A comunicação entre técnicos e produtores e o desenvolvimento regional: análise de mudança tecnológica de produção agropecuária e a comunicação das inovações

Communication between technicians and producers and regional development: analysis of technological change in agricultural production and the statement of innovations

Nicolas Carvalho Braga, Prof. Dr. Marcelo Machado De Luca de Oliveira Ribeiro

1. Introdução

A assistência técnica e a extensão rural oficiais se fazem presentes no Brasil desde a década de 1940. São práticas de grande importância para o bom desenvolvimento da produção rural e dos agentes que dependem dessa atividade econômica para sua sobrevivência. O termo extensão rural é muito controverso, assim como a sua prática. No Brasil pode-se separar tal atividade em três períodos, humanismo assistencialista, difusionismo produtivista e humanismo crítico (SILVA; MÜLLER, 2015).

A primeira fase foi marcada pela busca do aumento da produtividade e da renda e pela consequente diminuição da mão de obra, enquanto, na segunda fase, do difusionismo produtivista, prezou-se pelo aumento da difusão de inovações tecnológicas. A terceira fase se diferencia pela construção do conhecimento e participação ativa do produtor, esta fase foi marcada pela grande participação dos trabalhos do educador e pesquisador Paulo Freire (SILVA; MÜLLER, 2015).

A partir da década de 1980, o termo “extensão rural” começou a ser questionado, principalmente pela frente freiriana e, com isso foi defendido que o termo comunicação rural é o mais adequado para as práticas de diálogos entre técnico e produtor rural (SILVA; MÜLLER, 2015).

O desenvolvimento de uma região muitas vezes é associado ao processo de modernização, porém a modernização muitas vezes pode excluir muitos agentes da produção rural. Sendo assim, devemos caracterizar

primeiro o território e quais são tomadas as métricas a serem usadas para caracterizar o desenvolvimento da região (FREIRE, 1985).

O processo de tomada de decisão para inovar é interativo e complexo e a adoção de uma inovação parte primeiro da percepção dessa inovação (BURKE; FILHO, 1982).

O objetivo deste trabalho será evidenciar o processo de comunicação na tomada de decisão entre técnico e produtor, verificar diferentes formas de implantação de inovações tecnológicas no meio rural e as consequências no desenvolvimento de regiões com exemplos de casos em todo o mundo.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama amplo do desenvolvimento da prática de extensão rural entre técnicos e produtores e o desenvolvimento regional com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema em um período de 2010 a 2021, 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, Portal de Busca Integrada USP e Repositório do Conhecimento do IPEA. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Processo comunicativo

O homem é um ser de relações, que é constantemente desafiado pela natureza e, faz com que seu trabalho seja responsável pela transformação da natureza, e o resultado de tal transformação constitui aquilo que conhecemos como o seu mundo. Desse modo, pode-se demonstrar que o mundo humano é um mundo de comunicação (FREIRE, 1985).

A educação é feita através da comunicação e do diálogo, é a troca de saberes de indivíduos, e não a simples transferência de saber de um indivíduo ou grupo social para outra. Portanto, o termo mais adequado para as práticas de ensino e aprendizagem entre técnicos e produtores seria

comunicação ao invés de extensão (FREIRE, 1985).

O conhecimento agrícola tradicional desempenha papel fundamental na manutenção da biodiversidade e nas práticas dos pequenos produtores. Aksoy e Öz (2020) relatam que agricultores pioneiros da Turquia cultivam variedades tradicionais de culturas e trocam as sementes entre si e, se baseiam em técnicas de produção por meio da observação e no conhecimento adquiridos das gerações anteriores a suas, além de trocar informações com colegas do mesmo ramo.

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) são fundamentais para uma comunicação efetiva em qualquer território e âmbito social. Os meios de acesso à informação estão em constante desenvolvimento e inovações. Sendo assim, a internet surge como uma necessidade para o produtor rural, sendo uma realidade no campo (VIERO; DA SILVEIRA, 2011). Porém as políticas públicas que promovam a inclusão digital são insuficientes para atender a demanda brasileira, o acesso possui uma certa limitação em locais muitos distantes de centros urbanos, sendo algo prejudicial para produtores familiares, pois o acesso a internet acarretaria em uma ampliação de novos mercados e de novos conhecimentos (GODOY; SANSSANOIVEZ; PEZARICO, 2020).

2.2 Tomada de decisão

O produtor primeiramente reage a percepção do meio físico e social. Sendo assim, ele adota a inovação a partir da maneira como a percebe e os eventuais obstáculos que esta implica, caso escolha por sua adoção. Portanto, é importante que o sujeito que deseja difundir novas ideias compreenda que é na percepção destas que devem ser buscadas as explicações para sua adoção ou não adoção. A percepção das características da inovação que envolvem sua adoção é a última determinante que leva ao comportamento final de interesse do produtor rural. Porém, num mesmo grupo de indivíduos submetidos as mesmas condições, uns se comportam adotando e outros rejeitando as inovações apresentadas (BURKE; FILHO, 1982).

As lideranças são realidade em todo grupo de indivíduos e, em comunidades rurais é comum que existam produtores ou pessoas consideradas líderes nos processos produtivos e organizacionais. Em Malawi, por exemplo, o produtor líder participa auxiliando o extensionista facilitando a comunicação e servindo como apoio para que práticas agrícolas desenvolvidas na região sejam adotadas por outros produtores. Portanto, é dever do produtor líder desempenhar um papel de ponte entre oferta e demanda dos serviços e preencher a lacuna de informação entre usuários e prestadores de serviços (RAGASSA, 2020).

A pecuária de corte é uma das práticas agrícolas que mais dão insegurança ao produtor no processo de tomada de decisão, tendo em vista está no grupo de atividades nas quais o produtor, quando vende os animais, já recebe um preço pré-estabelecido pelo comprador. Se o produtor não contar com uma boa gestão econômica da sua produção há uma chance de ocorrer um prejuízo financeiro no final do ciclo produtivo. Sendo assim, é muito importante a adoção da prática da gestão econômica no empreendimento. No estado do Rio Grande do Sul a chance dos produtores de adotarem práticas de gestão econômica aumentam em 19,76% quando estes participam de associações e 3,26% quando adotam práticas de assistência técnica (DILL et al., 2015).

2.3 Papel do zootecnista analisando informações em conjunto com produtor

Os agentes por trás das iniciativas que são responsáveis pelas inovações e mudanças tecnológicas são diversos. Os atores se articulam no território em que estão e usam instrumentos que impactaram no desenvolvimento local.

Martins et al. (2010) apresenta em um de seus estudos exemplos de diferentes atores que articularam iniciativas de gestão do desenvolvimento regional. A incubadora Tecnológica do Setor Coureiro-calçadista do Estado do Rio Grande do Sul surgiu a partir da articulação do governo da região. A Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Cai surgiu de um projeto

da Cooperação Técnica Alemã (GTZ). No semiárido nordestino uma apicultura em Simpício Mendes, cidade no estado do Piauí, a iniciativa surgiu através de um líder religioso local, que articulou a formação de uma associação e a construção de entrepostos de comercialização do mel.

A análise de informações do sistema produtivo em que o técnico está inserido é fundamental para a tomada de decisão e o processo de difusão tecnológica, pois o técnico e o produtor, através da comunicação, percebem quais alternativas podem ser tomadas de acordo com a realidade da produção que o pecuarista realiza. Diil et al. (2015) mostram que informações e metas produtivas tais como, número de empreendimentos agrícolas, meta de aumentar o número de animais por área, ciclo de produção e número de vacas influenciam o produtor na tomada de adquirir modelos de gestão econômica. Cursos e seminários técnicos no RS abordam em sua grande maioria técnicas de produção, as práticas de gestão econômicas não estão relacionadas nesses treinamentos.

2.4 A tecnologia a serviço do processo de desenvolvimento

As comunidades e as instituições de ensino estão envolvidas em um processo de aprendizagem através das interações e trocas de conhecimento que podem levar mudanças aos indivíduos. Quando ocorrem mudanças, causadas pelo aprendizado do indivíduo, refletem um processo de inovação, que deve ocorrer de forma interativa, para que a tomada de decisão evolua de maneira racional. Portanto, a difusão e adoção de inovação tecnologia são processos sociais (MÉNDEZ; MOREIRA; GARCÍA, 2016).

O programa Balde Cheio, da Embrapa foi implantado com o intuito de facilitar o acesso de assistência técnica e inovações de gestão rural em propriedades com cunho familiar, fazendo com que haja renovação do setor, geração de renda e desenvolvimento de cidadania, criando condições para que as pessoas continuem ocupando o campo (BORGES; GUEDEZ; DRUMOND, 2015).

Com a maior necessidade da melhoria dos meios de subsistência em comunidades agrícolas pode-se notar uma crescente participação das redes

sociais. Elas atuam como forma de entrada para envolver produtores, reduzindo a pobreza e levando segurança alimentar para a região. Os atores e agências de desenvolvimento devem se atentar as estruturas das redes sociais para determinar a melhor estratégia a ser adotada para o desenvolvimento. Thuo et al. (2017), avaliando efeitos dos fatores da rede social na adoção tecnologias de produção de amendoim no Quênia e Uganda, concluíram que as principais diferenças nos fatores que podem refletir no processo de adoção de tecnologia são o gênero, tamanho da terra e família em Uganda e, o nível educacional no Quênia.

2.5 Efeitos da mudança tecnológica no desenvolvimento regional

Pode-se observar que no caso de Cuba, a escassez de agroquímicos somada a redução de recursos energéticos e receitas de exportação forçaram o governo a adotar mudanças em prol da produção de baixo carbono. Sendo assim, o Instituto Nacional de Ciências Agrárias em parceria com universidades iniciou a tarefa de diversificar a produção agrícola no país através do Programa Participativo de Difusão de Sementes. Neste caso, o processo participativo de difusão de tecnologia e a aprendizagem social tiveram um impacto positivo no comportamento, valores e intenções pró ambientais (MÉNDEZ; MOREIRA; GARCÍA, 2016). Portanto, as inovações tecnológicas e suas mudanças causam efeitos positivos no desenvolvimento e na produção sustentável de uma região.

Visando atingir estilos de vida e relações mais sustentáveis com o planeta deve-se planejar intervenções de longo prazo, que devam levar em consideração valores, atitudes e a motivação da população, além de tratar o processo de ensino aprendizagem e a inovação como um processo social complexo ((MÉNDEZ; MOREIRA; GARCÍA, 2016).

O Programa Nacional de Educação de Reforma Agrária brasileiro é uma experiência inovadora. Sua implantação correu em um país que é marcado pelo histórico de exclusão social e não existência de políticas públicas educacionais. Essa inovação na política pública contribui muito para o fortalecimento de movimentos sociais camponeses. Por exemplo, a

Via Campesina entende a agroecologia como um movimento que vai além do meio de produção, pois nesta base teórica leva-se em conta as questões de cunho político e sociais (CAMACHO et al., 2016).

O Programa Balde Cheio promoveu uma maior valorização da agricultura familiar, trabalho e a pequena propriedade. Como consequência de todas essas valorizações observa-se o desenvolvimento rural, o que contribui para a conquista da auto estima do produtor familiar. O modelo e as inovações praticadas pelo programa confirmam que é possível atender ao apelo social com a especialização, além de contribuir para a geração de renda e a inclusão na cadeia produtiva do leite (BORGES; GUEDEZ; DRUMOND, 2015).

3. Discussão

Ao estabelecer relação com os produtores, o objetivo do extensionista é tentar fazer a substituição do conhecimento local pelos conhecimentos do extensionista e, hoje, se considera esta abordagem um grande equívoco (FREIRE, 1985). Quando o técnico realiza a prática de extensão, ignorando os saberes e conhecimentos do indivíduo ou grupo com que está trabalhando deixa de ter um processo comunicativo eficiente, nesse contexto o que predomina é a política difusionista da antiga assistência técnica dada aos produtores. Pode-se afirmar que a reorganização dos conhecimentos precisa da participação ativa do aprendiz e, esse processo consolida conteúdos apreendidos e favorece a mudança de comportamento.

Pode-se dizer que a maneira de pensar do educador Paulo Freire é o que mais se aproxima desse objetivo recomendado para a prática de extensão rural (OLIVEIRA; WEHRMANN, 2013). Porém, a maioria das empresas de assistência técnica e extensão rural apenas difundem seus conhecimentos seguindo o método de transferência tecnológica, que consiste em oferecer um pacote de soluções ao produtor sem levar em conta seus conhecimentos (VIEIRA; LAFORGA; MADEIROS, 2010). É de muita gravidade quando os técnicos não levam em suas atividades a prática dialógica, pois além ignorar o contexto que os indivíduos estão inseridos os conhecimentos

tradicionais da região podem ser perdidos e a aprendizagem ficar prejudicada.

No caso do Estado de São Paulo, o sistema de extensão rural tem uma boa estrutura e organização no sentido de garantir assistência técnica aos agricultores e pecuaristas do estado. Porém os agentes que atuam dando assistência aos produtores muitas vezes trabalham sem garantir metodologias participativas. A maioria dos profissionais que praticam extensão rural em SP são agrônomos, veterinários e zootecnistas, existindo uma contribuição muito pequena de pedagogos, os técnicos alegam que quase não há estudo de metodologias participativas durante sua formação (ZUIN; ZUIN; MANRIQUE, 2011). A disciplina de extensão rural é oferecida nos cursos de bacharelado dessas três profissões, sendo que na medicina veterinária ela está presente em quase todas as instituições de ensino superior, mas existe uma certa heterogeneidade na carga horária e no período de oferecimento e uma ampla e variada gama de temas abordados nas disciplinas dos cursos de medicina veterinária do Brasil. (ALVES; GAMEIRO, 2011). Além de profissionais de nível superior, há também profissionais de nível técnico que desenvolvem assistência técnica. Porém, observa-se uma ausência da extensão rural como disciplina nas escolas agrícolas do Brasil (SANTOS; LIMA, 2012). Temas que envolvem o Desenvolvimento Rural Sustentável e a Política Nacional de Extensão Rural não estão sendo contemplados na formação de profissionais de ciências agrárias (OLIVEIRA; WEHRMANN, 2013). Observando como é a formação dos profissionais que trabalham na ATER é essencial para entendermos porque no Brasil ainda estamos atuando com modelos de difusão tecnológica, contribuindo para a invasão cultural e prejudicando o desenvolvimento rural e, muitas vezes tendo como consequência o êxodo rural.

Sendo assim, é papel dos agentes extensionistas assumirem a função de educador (VIEIRA; LAFORGA; MADEIROS, 2010), respeitando o conhecimento tradicional da população em que estão inseridos. Este movimento tem papel na manutenção da biodiversidade, contribuindo para o

desenvolvimento rural sustentável (AKSOY; ÖZ, 2020). Ou seja, quando assumimos o papel de educadores rurais, estamos contribuindo para que haja a valorização de comunidades camponesas, diminuindo o êxodo rural e manter a tradição local.

As instituições de ensino que formam profissionais técnicos extensionistas devem levar em consideração a importância de apoio de pedagogos para a formação destes profissionais. As agências de assistência técnica também têm seu papel, abordando em seus treinamentos metodologias participativas e introduzindo reflexões tais como as do professor Paulo Freire (SANTOS; LIMA, 2012). Assim, pode-se possibilitar aos agentes observar a importância de agir como educadores, e não apenas como um detentor do conhecimento, diminuindo assim ações difusionistas e aumentando políticas que levam em consideração a participação do produtor.

Quando tratamos do caso específico da profissão de zootecnista, vemos que sua formação vai muito além dos estudos das técnicas de produção e conservação de espécies animais. Durante sua formação, o zootecnista estuda em diversas disciplinas, habilidades que irão contribuir para a sua atuação profissional. Nesta diversidade de processo formador, pode-se encontrar disciplinas como nutrição de ruminantes, sociologia rural e economia, que são três exemplos de áreas do conhecimento presentes na formação de um zootecnista. Estas, por sua vez, quando trabalhadas em conjunto favorecem o profissional para analisar informações que irão possivelmente favorecer a tomada de decisão do produtor, aliando questões técnicas e análises de caráter socioeconômico. A articulação para o planejamento de desenvolvimento rural sustentável parte de diversos atores, sendo assim, o zootecnista tem plena capacidade de perceber quais instrumentos usar para realizar, não só o melhoramento produtivo a partir de adoções tecnológicas, mas também o desenvolvimento da região.

A importância da agricultura familiar para o desenvolvimento rural vai muito além da produção de alimentos e, o desenvolvimento rural é extremamente conectado com as habilidades de comunicação dos envolvidos,

essas ferramentas auxiliam os produtores na tomada de decisão. É importante que agricultores familiares tenham em mãos instrumentos de gestão que sejam ágeis e acessíveis. A inclusão digital facilita o acesso ao conhecimento. Porém no meio rural, existem várias barreiras para essa inclusão. Envolver a família na introdução de uma tecnologia da informação e capacitar a comunidade nas principais tecnologias (internet, e-mail, etc) possibilitarão maior integração e acompanhamento das atividades produtivas (DEPONTI, 2014). As diferenças regionais também devem ser levadas em consideração quando falamos de inclusão digital, pois cada região tem uma característica própria nos modos de se comunicar, Moyo e Salawu (2019) concluíram em seu estudo que produtores do Zimbábue prezam por maneiras de comunicação mais envolvente, e o investimento em mídias de baixos custo, como podcasts, poderiam ser disponibilizar aos pequenos produtores, aumentando seu alcance a comunicação. Sendo assim, é papel de profissionais como o zootecnista, em conjunto com outros atores da assistência técnica entender a importância da comunicação, a valorização do saber que o produtor rural possui e quais formas e vias de comunicação que ele deve utilizar para que o produtor tome a melhor decisão no seu sistema produtivo e, conseqüentemente, impactando de forma positiva o desenvolvimento de sua região.

O incentivo para a agricultura familiar e a promoção do acesso à alimentação são dois fatores que estão ligados ao desenvolvimento rural sustentável e, para que ocorra tal desenvolvimento, a administração pública tem papel de estudar temáticas apresentadas pelos autores que estão diariamente envolvidos a forma de desenvolvimento (FRAGOSO et al., 2015). O poder público dando oportunidade aos produtores familiares de participar de programas governamentais através da assistência técnica rural, está promovendo o desenvolvimento das regiões em que estes produtores se encontram (GUIMARÃES; LIMA, 2021). Assim, a participação da comunidade em políticas públicas, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), promove a agricultura e o acesso a alimentação, fazendo com que

ocorra uma diminuição da pobreza e da fome na região, um problema que hoje é muito presente no Brasil. A zootecnia e o profissional que nela atua, tem plena capacidade de atuar no desenvolvimento de políticas públicas, sendo um agente muito importante para esse desenvolvimento.

No processo de modernização, o setor que promove a mudança não se encontra dentro da área de transformação, mas sim fora dela. Já no processo que busca o desenvolvimento, os grupos que o promovem se encontram no centro da área de transformação. Sendo assim todo desenvolvimento implica em modernização, mas nem toda modernização é desenvolvimento (FREIRE, 1985). Pode-se dizer que os agentes responsáveis pelo desenvolvimento devem se encontrar no meio que sofrerá esse processo, e não fora dele, pois somente quem vivencia as dores de sua região é a pessoa mais apta a promover um desenvolvimento em que atenda suas dores e dos seus semelhantes, não vai ser uma pessoa externa a comunidade que vai chegar com técnicas milagrosas que começará o processo de desenvolvimento rural sustentável.

A assistência técnica rural é importante para o desenvolvimento sustentável (SOUZA et al., 2014), na medida em que deve levar em consideração a cultura e população da região. Porém, em algumas regiões do Brasil, observa-se uma queda da atuação dos órgãos públicos desenvolvendo políticas de assistência e desenvolvimento, tendo uma maior presença de instituições privadas que direcionam a assistência a produtores de médio e grande porte (HENNERICH; DIAS; ZONIN, 2020). Sendo assim, com a ausência do poder público para o desenvolvimento rural sustentável há um espaço maior para a atuação de empresas privadas, que ao invés de promoverem desenvolvimento promovem a mera modernização.

4. Considerações Finais

Esta revisão nos permitiu observar casos de comunicação dialógica e o desenvolvimento regional em diferentes países. A partir destas realidades relatadas, podemos observar que as práticas dialógicas são muito importantes, principalmente para comunidades rurais camponesas, que

dependem das atividades agrícolas para sua sobrevivência. A partir destas práticas dialógicas é possível a incorporação de inovações tecnológicas no campo, sem que necessariamente haja o processo de invasão cultural.

Apesar de serem formuladas na década de 1980, as ideias e observações de Paulo Freire, ainda não são uma realidade em alguns setores de assistência técnica rural. Mesmo com diversos avanços tecnológicos e de informação, o Brasil ainda necessita de mais políticas públicas que objetivem o desenvolvimento rural sustentável.

O zootecnista é um profissional que tem um conhecimento amplo de técnicas produtivas desde animais até vegetais, porém falta um olhar crítico deste profissional quando atua em órgãos de assistência técnica oficiais, mesmo tendo em sua formação disciplinas como sociologia e extensão rural, o profissional acaba não prestando atenção na comunicação dialógica e, esta discussão deve ser mais enfatizada e levada em consideração por estes e outros profissionais.

Mesmo o profissional da zootecnia dominando muitas técnicas produtivas, é essencial que atuem de forma em que consigam manter um bom processo comunicativo com os produtores, no sentido de conhecer a realidade local e compreender a sua cultura e tradições. Assim, a partir destas formas de pensar o produtor tomará decisões em conjunto com o zootecnista, e isso gerará implantação de inovações tecnológicas na região, suportando o desenvolvimento local.

Sendo assim, são muitos fatores que estão entorno do processo comunicativo entre técnicos e produtores e, sobretudo, os ensinamentos de Paulo Freire são essenciais para que profissionais como zootecnistas promovam políticas públicas que fortaleçam a agricultura familiar, que é o público final do técnico que promove o desenvolvimento através das habilidades de comunicação. Conseqüentemente isto contribuirá para que ocorra implantação de tecnologias e tomadas de decisão racionais, proporcionando o desenvolvimento rural sustentável, que promoverá uma melhoria socioeconômica de regiões brasileiras, principalmente aquelas em que há predominância da produção camponesa.

Referências

AKSOY, Z.; ÖZ, Ö. Protection of traditional agricultural knowledge and rethinking agricultural research from farmers' perspective: A case from Turkey. **Journal of Rural Studies**, v. 79, 2020.

ALVES, T. C.; GAMEIRO, A. H. O ensino da “extensão rural” nos cursos superiores de medicina veterinária no Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary and Reserach Animal Science**, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 239-249, 2011.

BORGES, M. S.; GUEDES, C. A. M.; DRUMOND, M. C. C. A gestão do empreendimento rural: um estudo a partir de um programa de transferência de tecnologia para pequenos produtores. **Revista de Ciências da Administração**, v. 17, n. 43, 2015.

BURKE, T. J.; FILHO, J. M. Processo de decisão individual para inovar: um modelo alternativo. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v. 20, p. 56-76, 1982.

CAMACHO, R. S.; FILHO, J. S.; SOBREIRO, V. A.; MARIANO, E. B. Evaluation of the relationship between education and sustainability in peasant movements: The experience of the National Education Program in Agrarian Reform. **Evaluation and Program Planning**, v. 54, p. 152-161, 2016.

DEPONTI, C. M. As “agruras” da gestão da propriedade rural pela agricultura familiar. **Revista de Desenvolvimento Regional**, v.19 p. 9-24, 2014.

DILL, M. D. et al. Factors affecting adoption of economic management practices in beef cattle production in Rio Grande do Sul state, Brazil. **Journal of Rural Studies**, v. 42, p. 21-28, 2015.

FRAGOSO, F. M.; VIEIRA, C. M.; BELMONTE, R.; RIGHES, A. C. Políticas estratégicas de desenvolvimento rural: uma proposta para o município de Mata-RS, In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO RURAL, 7, 2015, Rio Grande do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul, 2015.

FREIRE, P. CAPÍTULO II. In: FREIRE, P. **Comunicação ou Extensão?** São Paulo: Paz e Terra, 1985. Cap 2, p. 25-43.

GODOY, W. I.; SANSSANOVIEZ, A.; PEZARICO, G. Limites e possibilidades do uso das TICs pela agricultura familiar na região Sul do Brasil. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, v. 25, p. 2086-2104, 2020.

GUIMARÃES, M. D.; LIMA, C. M. D. Extensão rural e desenvolvimento

local: o projeto Dom Helder Câmara e a ovinocultura do sertão de Alagoas. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 18818-1827, 2021.

HENNERICH, J. E.; DIAS, L. C.; ZONIN, W. J. Assistência Técnica, extensão rural e desenvolvimento sustentável: o caso da Biolabore – cooperativa de trabalho e assistência técnica do Paraná. **Orbis Latina**, v. 10, n. 3, p. 280-295, 2020.

MARTINS, R. D.; VAZ, J. C.; CALDAS, E. L.; A gestão do desenvolvimento local no Brasil: (des)articulação de atores, instrumentos e território. **Revista de Administração Pública**, v. 44, n. 4, 2010.

MÉNDEZ, N. P.; MORELA, L.; GARCÍA, M. S. The role of social learning in fostering farmers' pro-environmental values and intentions. **Journal of Rural Studies**, v. 46, p. 81-82, 2016.

MOYO, R.; SALAWU, A. A survey of communication media preferred by smallholder farmers in the Gweru District of Zimbabwe. **Journal of Rural Studies**, v. 66, p. 112-128, 2020.

OLIVEIRA, M. N. S.; WEHTMANN, M. E. S. F. Uma análise da formação de técnicos e extensionistas rurais no Brasil. **Pindorama**, Eunápolis, v. 4, n. 4, p. 77-99, 2013.

RAGASA, C. Effectiveness of the lead farmer approach in agricultural extension service provision: Nationally representative panel data analysis in Malawi. **Land Use Policy**, v. 99, 2020.

SANTOS, M. A. G.; LIMA, I. S. Extensão ou comunicação: aspectos do ensino agrícola na perspectiva da formação do técnico agrícola para as atividades de extensão rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 35., 2012, Fortaleza. **Anais...** São Paulo, 2012.

SILVA, N. G.; MÜLLER, L. Comunicação rural: evolução x potencialidades. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 121-128, 2015.

SOUZA, J. T. A. et al. Utilização da assistência técnica e extensão rural como ferramenta para o desenvolvimento sustentável em unidades da agricultura familiar no município de Taperoá – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 7, n. 1, p. 34-43, 2014.

THUO, M. et al. Effects of social network factors on information acquisition and adoption of improved groundnut varieties: the case of Uganda and Kenya. **Agriculture and Human Values**. v. 31, p. 339-353, 2014.

VIEIRA, A. O.; LAFORGA, G.; MADEIROS, L. B. Modelos de extensão rural

no Brasil e a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 19, 2010. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/2258/extensatildeo-rural-no-brasil-e-a-poliacutetica-nacional-de-assistecircncia-teacutecnica-e-extensatildeo-rural>>. Acesso em: 3 de maio 2021.

VIERO, V. C.; DA SILVEIRA, A. C. M. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 257-277, 2011.

ZUIN, L. F. S.; ZUIN, P. B.; MANRIQUE, M. A. D. A comunicação dialógica como fator determinante para os processos de ensino-aprendizagem que ocorrem na capacitação rural: um estudo de caso em um órgão público de extensão localizado no interior do Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 917-923, 2011.

Influência dos sistemas de terminação sobre o desempenho e características de carcaça em bovinos de corte

Influence of finishing systems on performance and carcass traits of beef cattle

**Talles Di Pietro Zambianco, Juan Fernando Morales Gómez, Prof.
Dr. Saulo da Luz e Silva**

1. Introdução

A bovinocultura de corte tem uma grande importância no âmbito de segurança alimentar, social e econômico no mundo inteiro, uma vez que a população está em contínuo crescimento, demandando maior quantidade de alimento e procurando alimentos de alto valor nutricional. No Brasil, a pecuária de corte é responsável por 8,5 % do PIB nacional (ABIEC, 2020), além de o Brasil ser o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina no mundo. O rebanho bovino brasileiro possui aproximadamente 213,68 milhões de animais, os quais na sua grande maioria são zebuínos, produzindo 10,49 milhões de toneladas de carcaça por ano e exportando aproximadamente 23,6% da sua produção total (ABIEC, 2020).

A produção de um bovino de corte é dividida em fases que compreendem diferentes períodos fisiológicos ao longo de sua vida produtiva, sendo principalmente classificadas como fases de cria, recria e terminação. A fase de cria representa desde o nascimento do bezerro até o momento da desmama que, no Brasil, ocorre aproximadamente aos 8 meses de idade.

Após o desmame, inicia-se a fase de recria que tem como objetivo de proporcionar um devido crescimento, através do oferecimento de manejo nutricional adequado e assim desenvolver todos os tecidos corporais do animal, além de ser durante esta fase que o animal atinge sua puberdade, a qual afeta principalmente o crescimento muscular e deposição de gordura.

A última fase do ciclo de produção de carne é a terminação, cujo objetivo principal é que o animal atinja o peso e a deposição de gordura (também conhecido como “acabamento de carcaça”) adequados para o abate.

Durante esta fase, diferentes estratégias nutricionais e de manejo são utilizadas com o intuito de aumentar esses índices, garantindo carcaças pesadas e com acabamento de gordura adequado, aspecto de interesse tanto dos produtores quanto dos frigoríficos compradores.

O aumento de peso está diretamente relacionado ao valor de venda da carcaça, assim como a gordura que além de “proteger” a carcaça durante o resfriamento (gordura subcutânea) pode gerar um o valor agregado a carne, quando há deposição de gordura intramuscular (marmorização).

Os principais sistemas de terminação utilizados na bovinocultura de corte são o confinamento e o sistema a pasto, os quais apresentam claras diferenças em relação a seus tipos de alimentação, manejo e instalações, além de diferenças nas características de desempenho e qualidade de carne. Em meio a esse contexto, torna-se importante caracterizar os principais sistemas de terminação e entender como estes afetam as características de interesse zootécnico. Portanto, esta revisão foi realizada com o objetivo de traçar um perfil geral dos principais sistemas de terminação utilizados para bovinos de corte, bem como apontar suas implicações no desempenho animal e nas características de carcaça.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral sobre o efeito do sistema de terminação sobre o desempenho e características de carcaça em bovinos de corte com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. Foi temporal com cobertura do tema no período de 2010 a 2020, com os trabalhos científicos publicados em periódicos indexados, livros e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Scholar Google, ScienceDirect, SciELO e Wiley Online Library. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Sistemas de terminação

O sistema de terminação a pasto e o sistema de terminação em confinamento são os mais utilizados na bovinocultura de corte. O sistema a pasto exige menor investimento em infraestrutura e sua alimentação é baseada na cultura de plantas forrageiras, o que gera menores ganhos de peso quando comparado ao confinamento, e, conseqüentemente, demanda mais tempo para que os animais atinjam as condições adequadas para o abate (WICKS et al., 2019). O confinamento, por sua vez, exige maior investimento em infraestrutura e a alimentação dos animais é baseada, principalmente, em dietas contendo grãos, que proporcionam maior disponibilidade de energia, resultando em maior ganho de peso e deposição de gordura em um menor período de tempo.

Ao longo do globo, países localizados no hemisfério sul tipicamente têm sua pecuária de corte estabelecida em sistemas extensivos, com dietas prioritariamente forrageiras (WICKS et al., 2019). Países como Uruguai, Argentina Austrália e China utilizam ambas modalidades de terminação (GREENWOOD; GARDNER; FERGUSON, 2018; LI; YAN; ZAN, 2018; WICKS et al., 2019), de forma semelhante ao o que ocorre no Brasil. Por outro lado, acima da linha do Equador, os Estados Unidos têm quase a totalidade de seu rebanho corte em sistema intensivo, no qual os animais passam tanto a fase de recria quanto a de terminação confinados (DROUILLARD, 2018). A União Europeia como um todo, tem uma cadeia produtiva baseada em propriedades rurais menores que utilizam ambos os sistemas de produção (HOCQUETTE et al., 2018).

No Brasil, a terminação de bovinos ocorre majoritariamente a pasto, com cerca de 85,94% da produção (ABIEC, 2020). Além disso, animais destinados ao confinamento, passam cerca de 82% de sua vida produtiva em pastagens, durante as fases de cria e recria (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Porém, a terminação em confinamento é uma prática que vem se consolidando no Brasil, há cerca de duas décadas, como alternativa de suplementar a alimentação dos animais nos períodos de seca (MILLEN et

al., 2011). Em 2020, 14,6% dos bovinos abatidos em território nacional foram oriundos de terminação em confinamentos (ABIEC, 2020).

2.1.1 Terminação a pasto

O sistema de terminação a pasto é o principal sistema utilizado em todo o território brasileiro, abrangendo seus diferentes biomas desde a Amazônia, caatinga, pantanal, pampa, cerrado e floresta atlântica (LOBATO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2018), de forma que existam diversos cenários e perfis climáticos para o cultivo de forrageiras, encontrando-se uma grande variedade de gêneros. Ainda assim, pode-se afirmar que a maior parte da produção de carne brasileira se baseia em forrageiras do tipo tropical, com destaque para *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. - ambas de origem africana, muito bem adaptadas -, cultivadas em solos relativamente ácidos e de baixa fertilidade (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

Outro aspecto intrinsecamente relacionado à produção de forragem no Brasil, ocorre no âmbito climático, onde a estacionalidade das chuvas, divide o calendário produtivo em duas épocas: (1) época das águas, durante os meses de outubro até março, quando o crescimento vegetal é favorecido devido a altas temperaturas, longo fotoperíodo, além da concentração de chuvas (TEIXEIRA et al., 2011); e (2) período de estiagem, que compreende os meses de abril até setembro (OLIVEIRA et al., 2018; MOLOSSI et al., 2020). No período da estiagem, há uma flutuação em termos de qualidade e quantidade de biomassa das forrageiras, que, normalmente, causam um déficit nutricional nos animais em pastejo, o que implica numa redução de crescimento e, conseqüentemente, da produção de carne, pois eventualmente, o peso acumulado durante a época das águas, pode ser perdido durante o período de estiagem (FERRAZ; FELÍCIO, 2010; MILLEN et al., 2011; MOLOSSI et al., 2020).

Porém é importante ressaltar que, neste sistema de terminação, podem ser implementadas estratégias nutricionais e de manejo que melhoram o desempenho dos animais. Essas estratégias são dependentes principalmente da época do ano, da espécie de pastagem utilizada, do tipo de animal e principalmente do objetivo da fazenda (MOLOSSI et al., 2020).

Uma dessas estratégias é o diferimento (ou vedação) das pastagens antes do período seco, a qual consiste na retirada dos animais do pasto, a fim de permitir o crescimento livre e acúmulo de massa forrageira, e é uma viável estratégia alternativa pois garante alimento para o rebanho durante a estiagem (TEIXEIRA et al., 2011). É recomendado, que uma pastagem diferida tenha entre 4 a 6 toneladas de matéria seca por hectare no início da estação seca (GOMES et al., 2015). Porém, é válido ressaltar, que o capim perde qualidade nutricional conforme fica mais velho, devido ao crescimento prolongado dos caules e o aumento da concentração de lignina nas paredes celulares, o que implica diminuição da ingestão e digestibilidade (DETMANN et al., 2014). Portanto, mesmo que adotado de forma correta e proveitosa, o diferimento sozinho funciona mais como garantia de fonte de fibra para o gado, sendo ainda necessária uma suplementação alimentar para complementar as exigências nutricionais dos animais (OLIVEIRA et al., 2018; MOLOSSI et al., 2020).

Diferentes estratégias nutricionais de suplementação têm sido amplamente utilizadas em sistemas de terminação a pasto (KUNKLE et al., 2000). Essas práticas podem atuar no sentido de amenizar ou sanar o déficit ocasionado pelo período de seca, ou possibilitando o aumento de ganho de peso e até aumento da capacidade de carga dentro destes sistemas (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Essas estratégias podem ser adaptadas de forma a serem utilizadas durante todo o ano, não se limitando somente ao período de estiagem (LOBATO et al., 2014; SAVIAN et al., 2014).

A suplementação alimentar no período seco do ano, geralmente tem finalidade de evitar perdas de peso, manter a capacidade de carga animal do pasto e/ou ter algum ganho de peso, tudo isto dependendo do plano nutricional e o nível de intensificação desta suplementação (SAVIAN et al., 2014). Por outro lado, um plano nutricional de suplementação no período das águas, busca maximizar o ganho de peso, aumentar a taxa de lotação e a possibilitar terminação dos animais em um menor tempo (FERRAZ; FELÍCIO, 2010; LOBATO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2018).

Os planos nutricionais de suplementação para bovinos em sistema extensivo dependem principalmente do objetivo e nível de investimento de cada produtor. A estratégia de suplementação básica e de menor custo de investimento é a suplementação mineral, a qual busca suprir o déficit de macro e microminerais que o pasto apresenta em cada época do ano (SALES et al., 2011; MOLOSSI et al., 2020). Entretanto quando se procura aumentar os ganhos de peso neste sistema de terminação por um efeito aditivo, sendo o pasto a principal fonte de alimento e nutrientes que o animal consome é recomendável realizar suplementações de baixo consumo (entre 0,1 % até 0,5 % do PV) com concentrados contendo fontes de proteína, energia e minerais (KUNKLE et al., 2000; SALES et al., 2011; MOLOSSI et al., 2020). Não obstante, quando o objetivo é atingir o máximo ganho de peso e diminuir o tempo da terminação, o nível de suplementação deve estar entre 0,7% até 2% do peso do animal, sendo classificados como sistemas de semiconfinamento ou terminação intensiva a pasto (KUNKLE et al., 2000; SALES et al., 2011; MOLOSSI et al., 2020). Nesses casos, a principal fonte de nutrientes é proveniente do concentrado ofertado na suplementação, enquanto o pasto tem a função de ofertar a fibra que o bovino precisa para o funcionamento normal do rúmen. Entretanto, estes sistemas mais intensivos exigem um maior investimento financeiro (PEDROSA et al., 2019).

2.1.2 Confinamento

O confinamento é um sistema de terminação que busca maximizar o ganho de peso de animais alojados em uma área limitada por meio de uma dieta rica em nutrientes, de forma que a maioria de nutrientes ingeridos sejam utilizados para deposição de músculo e gordura (FRYLINCK et al., 2013; WICKS et al., 2019). As dietas utilizadas neste sistema são compostas principalmente por alimentos volumosos e concentrados, de forma que a inclusão média do concentrado na dieta em base da matéria seca é de 79%, variando desde 65% até 90% (OLIVEIRA; MILLEN, 2014; PINTO; MILLEN, 2018).

Geralmente, o concentrado conta com uma alta quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis, presentes em alimentos como o milho, rico em amido, motivo pelo qual é destacado como principal fonte de energia da dieta (SAMUELSON et al., 2016; PINTO; MILLEN, 2018). Além disso, ingredientes com altas proporções de proteína verdadeira e não-verdadeira, como a soja e a ureia, respectivamente, são incluídos na formulação da dieta.

A soja possui um alto teor de proteína e uma alta degradação no rúmen, o que a torna a principal fonte de proteína verdadeira utilizada nas dietas (BENEDETI et al., 2014; OLIVEIRA; MILLEN, 2014; PINTO; MILLEN, 2018). Assim como também a ureia é usada nas dietas de confinamento como fonte de nitrogênio não-proteico, fundamental para a produção de proteína microbiana no rúmen (BENEDETI et al., 2014).

Na formulação do concentrado para a dieta de bovinos em confinamento, também é necessária a inclusão de núcleo mineral, que contém macro e microminerais, além de aditivos que atuam modulando o metabolismo ruminal (SAMUELSON et al., 2016; PINTO; MILLEN, 2018; TOSETI et al., 2020). O nível de inclusão de ingredientes no concentrado, assim como a proporção de concentrado e volumoso na ração, varia conforme da finalidade do sistema produtivo e a disponibilidade de insumos.

Embora na dieta de animais confinados o volumoso apareça em menor proporção, ele é essencial pois é a principal fonte de fibra da ração, a qual tem a função de estimular a mastigação, e, conseqüentemente aumentar a produção de saliva, que atua como um tamponante ruminal (GONZÁLEZ et al., 2012; GOULART et al., 2020). A saliva do animal contém bicarbonato, que tem ação tamponante que ajuda no controle do pH ruminal e na manutenção da estabilidade do ambiente ruminal (GONZÁLEZ et al., 2012; ALVES et al., 2016). Assim, quando não há uma quantidade mínima de fibra fisicamente efetiva na dieta, com qualidade e tamanho de partícula adequados, pode-se comprometer o desempenho do animal e até causar distúrbios metabólicos (GONZÁLEZ et al., 2012; GOULART et al., 2020).

Os alimentos volumosos mais comumente utilizados em sistemas de confinamento são forrageiras submetidas a um processo de conservação ou de alteração física, com destaque para a silagem de milho, que, apesar de ter um maior valor comercial, apresenta uma alta qualidade nutricional, o que contribui para diminuição de custos com concentrado e para a melhor qualidade da fermentação ruminal (GOMES et al., 2015; GOULART et al., 2020; TOSETI et al., 2020).

No Brasil, os principais tipos de alimento volumoso utilizados em confinamento são a silagem de milho, o bagaço de cana-de-açúcar, o capim picado, a silagem de sorgo e a cana-de-açúcar picada, respectivamente em ordem decrescente de opção de uso (PINTO; MILLEN, 2018; GOULART et al., 2020; TOSETI et al., 2020).

Em geral, os animais que entram no sistema de confinamento para serem terminados são provenientes de recria no sistema de pastejo baseada em gramíneas tropicais de baixa qualidade (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Essa mudança de sistema e principalmente de dieta é um dos principais desafios do confinamento, uma vez que deve ser realizada uma adaptação a uma nova alimentação rica em grãos (MILLEN et al., 2009; PINTO; MILLEN, 2018). Normalmente, quando o animal sai de um sistema de produção em pasto, seu rúmen está adaptado para maior consumo de forragem, contendo maior proporção de microrganismos que degradam fibra (bactérias celulolíticas) (GOULART et al., 2020; TOSETI et al., 2020). Entretanto, a alta ingestão de carboidratos rapidamente fermentáveis por ruminantes sem prévia adaptação do rúmen pode promover desordens metabólicas no rúmen, causando problemas fisiológicos, como acidose ruminal (GONZÁLEZ et al., 2012; PACHECO et al., 2015), timpanismo e laminite (GOMES et al., 2015) impactando negativamente a saúde e a produtividade dos animais. Por essa razão, não pode haver uma mudança abrupta na dieta, havendo a necessidade de uma adaptação dos animais à nova dieta para se evitar problemas como os acima citados.

Diferentes protocolos de adaptação são utilizados no início do confinamento, sendo o “escada” (step-up) ou o “restrição” os principais

(OLIVEIRA; MILLEN, 2014). O protocolo por escada consiste no fornecimento de dietas com consumo *ad libitum* e em aumentar gradualmente a inclusão de concentrado enquanto diminui a inclusão de volumoso, de forma que, a cada “step”, haja a alteração na proporção de ambos (PINTO; MILLEN, 2018; PEREIRA et al., 2020).

O período médio de adaptação é de 20 dias, variando de 14 até 28 dias, no qual podem ser realizados entre 3 a 5 “steps”, dependendo da recomendação técnica, até chegar a proporção da dieta final (OLIVEIRA; MILLEN, 2014; SAMUELSON et al., 2016; PINTO; MILLEN, 2018). Esta adaptação é realizada de maneira gradual, de forma que ocorra uma mudança no perfil da microbiota ruminal, aumentando a proporção de microrganismos amilolíticos no rúmen, os quais são capazes de degradar o alto teor de amido das dietas utilizadas em confinamento (BARDUCCI et al., 2019a; PEREIRA et al., 2020).

O outro protocolo de adaptação é por restrição da quantidade alimento ofertado durante o período de adaptação. Neste protocolo, apenas a dieta final, que será usada durante todo o tempo de confinamento, é utilizada. Neste caso, o limite do consumo é obtido é realizado pela redução da oferta, utilizando o peso vivo como balizador, com aumentos graduais da quantidade oferecida em um período de tempo pré-estabelecido (BARDUCCI et al., 2019b; PEREIRA et al., 2020). Segundo Barducci et al. (2019b), não há diferenças no nível ruminal e de desempenho entre ambos protocolos de adaptação usados por 14 dias.

Além disso, outros manejos durante todo o período do confinamento, tais como leitura de cocho, número de tratos por dia, quantidade ofertada em cada trato, área de cocho por animal, disponibilidade de água, escore de fezes e observação do comportamento devem ser realizados diariamente e devem ser ajustados sempre que necessário visando melhorar o desempenho e o bem-estar do animal bem como a lucratividade do sistema (OLIVEIRA; MILLEN, 2014; SAMUELSON et al., 2016; PINTO; MILLEN, 2018).

Em resumo, cada sistema de terminação apresenta características particulares, as quais afetam os diferentes atributos de desempenho, e

carcaça. Encontrando frequentemente diferenças nos índices zootécnicos de produção, bem como nas características do produto final (carcaça e carne).

3. Discussão

Com base no levantamento bibliográfico sobre estudos que avaliaram os efeitos do sistemas de terminação sobre o desempenho e as características de carcaça, alguns artigos foram selecionados para elaboração de um comparativo em relação as características de interesse (FERRAZ; FELÍCIO, 2010; DETMANN et al., 2014; FREITAS et al., 2014; OLIVEIRA; MILLEN, 2014; GOMES et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2018; PINTO; MILLEN, 2018; BARDUCCI et al., 2019; PEREIRA et al., 2020; TOSETI et al., 2020).

Cabe ressaltar, porém, que esses trabalhos englobam distintos fatores, como categoria animal, dieta, níveis de suplementação, assim como diferentes fontes de volumoso e tipos de pastagens, os quais afetam as características produtivas estudadas.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, há pouca diferença quanto peso vivo final dos animais conforme seu sistema de terminação. Porém, deve-se ressaltar que isso ocorre, pois a maioria dos estudos utiliza um peso fixo de abate, independentemente do sistema de terminação, o que, de certa forma, dificulta a interpretação correta do efeito do sistema de produção sobre essa característica.

Tabela 1 - Características de desempenho e de carcaça de animais terminados em confinamento e pastagem

Características	Confinamento		Pasto	
	média	intervalo	média	intervalo
Ganho de peso diário (kg)	1,31	1,06 - 1,56	0,545	0,384 - 0,706
Peso vivo final (kg)	511	472 - 550	517	434 - 600
Idade de abate(meses)	24	18 - 30	39	30 - 48
Peso de carcaça (kg)	287	274 - 300	229	113,6 - 244,6
Rendimento de carcaça (%)	56,26	54,22 - 58,3	54,6	53,3 - 55,9
Deposição de gordura subcutânea (mm)	5,07	4 - 6,14	3,5	2,0 - 5,0

Fonte: Próprio autor.

Todavia, é válido apontar a maior variação nos valores máximos e mínimos (intervalo) para o peso vivo final nos animais a pasto (166 kg), sendo mais que o dobro do intervalo de valores para os animais em confinamento (78 kg). Essa variação pode ser atribuída à diversidade de níveis de suplementação oferecida para animais à pasto, diferentes qualidade e disponibilidade de pasto, diferentes estratégias de manejos da pastagem, entre outros. Essas variações têm, conseqüentemente, um efeito no ganho de peso diário (GPD) e na idade ao abate.

Em geral, animais terminados em confinamento apresentam uma média de GPD maior (aproximadamente duas vezes) o que permite que atinjam o peso desejado de abate em menor período de tempo, garantindo um abate de animais mais jovens, quando comparado com os terminados a pasto.

Além disso, animais terminados em confinamento, apresentam carcaças mais pesadas quando comparado com carcaças oriundas de bovinos terminados a pasto. Em adição, a diferente base de alimentação dos sistemas analisados, altera a composição de ganho bem como o tamanho do sistema digestivo.

Animais terminados em confinamento, além de apresentarem maiores GPD e carcaças mais pesadas, apresentam maior rendimento de carcaça do que animais terminados em pastagem. Isso se dá pela maior quantidade de gordura e pelo menor tamanho do sistema digestivo em animais alimentados em confinamento, conseqüência de uma dieta menos fibrosa. Tais fatores garantem uma maior proporção de peso de carcaça no cálculo do rendimento.

Em relação à deposição de gordura subcutânea, animais engordados em confinamento apresentaram maior deposição que os terminados sob dieta forrageira. Aspecto atribuído principalmente a efeito de uma dieta baseada em alimentos mais energéticos (grãos), os quais garantem uma quantidade excedente de energia em relação à necessária para a manutenção do animal, o que permite uma maior deposição de tecido adiposo na carcaça, levando a uma diferente composição do ganho.

4. Considerações Finais

A terminação é uma etapa de extrema importância no processo produtivo que envolve a pecuária de corte ao redor do mundo e a compreensão dos detalhes e cuidados acerca de cada sistema de terminação possibilitam a obtenção de melhores resultados ao final da cadeia produtiva. Pesquisas e levantamentos sobre o tema permitem a manutenção e atualização de informações que auxiliam o produtor a trabalhar de forma cada vez mais eficiente, se preocupando com o bem-estar e sanidade animal, bem como dando origem a produtos de excelência.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. **Beef report 2020**: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2020. Disponível em: < <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

ABIEC. Perfil da pecuária no Brasil. **BeefREPORT**, p. 49, 2020. ALVES, A. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Pubvet**, v. 10, n. 7, p. 568–579, 2016.

BARDUCCI, R. S. et al. Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: Effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 222–233, 2019a, 2018.

BARDUCCI, R. S. et al. Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: Effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 222–233, 2019b, 2018.

BENEDETI, P. D. B. et al. Soybean meal replaced by slow release urea in finishing diets for beef cattle. **Livestock Science**, v. 165, n. 1, p. 51–60, 2014.

DETMANN, E. et al. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: A review based on Brazilian results. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2829–2854, 2014.

DROUILLARD, J. S. Current situation and future trends for beef production in the United States of America - A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 7, p. 1007–1016, 2018.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. de. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238–243, 2010.

FREITAS, A. K. de et al. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 353–360, 2014.

FRYLINCK, L. et al. Effect of South African beef production systems on post-mortem muscle energy status and meat quality. **Meat Science**, v. 93, n. 4, p. 827–837, 2013.

GOMES, R. da C. et al. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**, p. 119–140, 2015.

GONZÁLEZ, L. A. et al. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and Technology**, v. 172, n. 1–2, p. 66–79, 2012.

GOULART, R. S. et al. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 5, p. 1–15, 2020.

GREENWOOD, P. L.; GARDNER, G. E.; FERGUSON, D. M. Current situation and future prospects for the Australian beef industry - A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 7, p. 992–1006, 2018.

HOCQUETTE, J. F. et al. Current situation and future prospects for beef production in Europe - A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 7, p. 1017–1035, 2018.

KUNKLE, W. E. et al. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. E-Suppl, p. 1, 2000.

LI, X. Z.; YAN, C. G.; ZAN, L. Sen. Current situation and future prospects for beef production in China - A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 7, p. 984–991, 2018.

LOBATO, J. F. P. et al. Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 336–45, nov. 2014.

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3427–3439, 2009.

MILLEN, D. D. et al. Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal Frontiers**, v. 1, n. 2, p. 46–52, 2011.

MOLOSSI, L. et al. Improve pasture or feed grain? Greenhouse gas emissions, profitability, and resource use for nelore beef cattle in Brazil's cerrado and amazon biomes. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1–21, 2020.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75, 2014.

OLIVEIRA, P. P. A. et al. The effect of grazing system intensification on the growth and meat quality of beef cattle in the Brazilian Atlantic Forest biome. **Meat Science**, v. 139, p. 157–161, 2018.

PACHECO, R. D. L. et al. Effects of feeding a spray-dried multivalent polyclonal antibody preparation on feedlot performance, feeding behavior, carcass characteristics, rumenitis, and blood gas profile of Brangus and Nelore yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 9, p. 4387–4400, 2015.

PEDROSA, L. M. H. et al. Financial transition and costs of sustainable agricultural intensification practices on a beef cattle and crop farm in Brazil's Amazon. **Renewable Agriculture and Food Systems**, 2019.

PEREIRA, M. C. S. et al. Feedlot performance, feeding behavior, carcass and rumen morphometrics characteristics of Nelore cattle submitted to strategic diets prior the adaptation period. **Livestock Science**, v. 234, p. 103985, 2020.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 brazilian. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 1–46, 2018.

SALES, M. F. L. et al. Supplementation levels for growing beef cattle grazing in the dry-rainy transition season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 904–911, 2011.

SAMUELSON, K. L. et al. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico state and Texas tech university survey. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 6, p. 2648–2663, 2016.

SAVIAN, J. V. et al. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: Implications for

integrated crop-livestock system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 112–119, 2014.

TEIXEIRA, F. A. et al. Produção anual e qualidade de pastagem de brachiaria decumbens diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 241–248, 2011.

TOSETI, L. B. et al. Effects of a blend of essential oils and exogenous α -amylase in diets containing different roughage sources for finishing beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 269, 114643, 2020.

WICKS, J. et al. Muscle Energy Metabolism , Growth , and Meat Quality in Beef Cattle. **Agriculture**, v. 9, n. 9, p. 195, 2019.

A Biosseguridade na interface entre os ambientes natural e antrópico: controle e monitoramento de agentes patogênicos de potencial zoonótico/epidêmico em áreas de produção animal

Biosecurity at the interface between the natural and anthropic environments: control and monitoring of pathogenic agents with zoonotic/epidemic potential in animal production areas

Vinicius Fernandes Castro, Prof. Dr. Ricardo Luiz Moro de Sousa

1. Introdução

O desenvolvimento da civilização moderna nos traz diversos benefícios na forma de novas tecnologias para comodidade, saúde e segurança. Todavia, este desenvolvimento requer, muitas vezes, a alteração do ambiente que nos cerca e esta alteração acaba por interferir no equilíbrio da biodiversidade existente neste ambiente. A biodiversidade compreende desde espécies animais silvestres, plantas, bactérias, protozoários, fungos e vírus. Muitos desses microrganismos, que até então não infectavam seres humanos, devido às alterações ambientais e de biodiversidade, são submetidos a novas relações patógeno/ hospedeiro/ambiente, diferentes das pré-existentes e, em geral, em desequilíbrio, o que pode propiciar o surgimento de enfermidades que podem ser de caráter epidêmico ou pandêmico, como no caso do recente da COVID-19 (MORENS; FAUCI, 2020).

Nesse contexto, a produção de alimentos faz parte de um segmento de atividades sócio-econômicas que alteram o ambiente natural para a instalação de infraestrutura (galpões, pastagens ou lavouras) necessárias à produção. A perda e a fragmentação de habitats devido à expansão agrícola e crescente urbanização fazem com que estas áreas transformadas pelo homem tendam a conter um maior número de espécies animais que podem servir de hospedeiros a patógenos zoonóticos, sendo que já se sabe que esta

tendência é mais correlacionada ao número de roedores, morcegos e aves passeriformes nestas áreas modificadas pelo homem (GIBB et al., 2020).

Portanto, o conhecimento das espécies animais que vivem nos arredores dos ambientes de produção animal, incluindo suas características biológicas e de comportamento, nos permite adotar medidas mais adequadas que reduzam, ao mínimo, o contato destas espécies silvestres com os animais de produção e com o homem, objetivando-se assim evitar a transmissão de potenciais patógenos destes reservatórios silvestres aos animais de interesse zootécnico ou ao homem, colocando em risco a saúde animal e humana.

Diante do exposto, o presente trabalho terá como objetivos principais revisar a epidemiologia dos principais microrganismos patogênicos com potencial epidêmico e/ou pandêmico, muitos associados a zoonoses, que infectam os animais silvestres, habitando o nicho ecológico representado pela interface entre ambientes naturais e áreas de produção animal, seus reservatórios preferenciais, e revisar as principais medidas de biossegurança a serem adotadas pelos profissionais responsáveis por unidades de produção animal para que o contato desses microrganismos com as espécies animais de interesse zootécnico e com o homem seja mínimo, evitando-se a instalação de focos de enfermidades que tragam agravos à saúde animal e humana, bem como prejuízos à produção animal.

2. Desenvolvimento

Esta é uma revisão que fornece um panorama geral da biossegurança na interface entre os ambientes natural e antrópico com suas peculiaridades, sucessos e fracassos. 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 e artigos completos em eventos científicos nas bases de dados: Google Acadêmico, Science Direct, PubMed e SciELO. O intervalo de tempo preferencial não impediu a citação de informações de grande relevância, como por exemplo, conceitos com datas anteriores a 2010.

2.1 Espécies de animais silvestres prevalentes em áreas limítrofes entre os ambientes natural e antrópico de produção animal

2.1.1 Morcegos

Os morcegos são mamíferos pertencentes à ordem dos quirópteros e, com aproximadamente um quarto do número total de espécies de mamíferos conhecidos, estão agrupados em espécies que se especializaram em praticamente todos os hábitos alimentares e ocupam diversos papéis nos nichos ecológicos dos ecossistemas naturais e urbanos (CORRÊA et al., 2013).

Estes animais hospedam mais vírus com potencial zoonótico por espécie de mamífero do que os roedores, o maior grupo dos mamíferos (LUÍS et al., 2013). Dentre os agentes etiológicos que infectam morcegos, são citados o *Rabdovirus* (raiva), *Hantavirus* (hantavirose) e *Alphacoronavirus* (coronavírus), compondo alguns dos representantes virais, e *Leptospira spp.* (leptospirose) e *Rickettsia spp.* (febre maculosa), compondo alguns dos representantes bacterianos, encontrados em morcegos capturados de diversas localidades do Brasil (CORRÊA et al., 2013). Apesar dos diversos agentes patogênicos conhecidos que utilizam o morcego como reservatório natural, ainda não sabemos dizer com exatidão o motivo pelo qual os morcegos conseguem hospedar tantos agentes etiológicos de alta patogenicidade sem terem a saúde prejudicada por tal (SCHOUNTZ et al., 2017; BANERJEE et al., 2018).

Em paralelo, a condição sanitária dos morcegos de uma região tem se mostrado cada vez mais relevante nos estudos de ecotoxicologia dos habitats brasileiros, uma vez que morcegos frugívoros e insetívoros estão sujeitos ao contato com pesticidas quando ingerem frutos ou insetos contaminados (OLIVEIRA et al., 2017; STAHLSCHMIDT et al., 2017). Contudo, a detecção de maiores níveis de estresse oxidativo em morcegos habitando zonas rurais, quando comparada a zonas urbanas, ainda não pode ser atrelada especificamente ao uso dos pesticidas (OLIVEIRA et al., 2020), requerendo-se, desta forma, mais estudos utilizando biomarcadores e outras tecnologias para melhor compreensão dos quirópteros como indicadores de saúde ambiental (DE SOUZA et al., 2020).

2.1.2 Roedores

Os roedores sinantrópicos são aqueles que habitam os ambientes modificados pelo homem em busca de água, abrigo e alimento e o sucesso de sua dispersão pelos ambientes urbanos é fruto das diversas habilidades que possuem como escalar, saltar, nadar e cavar tocas. Como representantes deste grupo temos a ratazana (*Rattus norvegicus*), o rato de telhado (*Rattus rattus*), e o camundongo (*Mus musculus*). O impacto que estes animais têm na saúde pública está atrelado ao fato de que são transmissores de diversos patógenos como a *Leptospira interrogans*, *Salmonella* sp., coronavírus, hantavírus e rotavírus (GRAVINATTI et al., 2020), que afetam a saúde humana na infecção direta de seres humanos ou transmitindo estes patógenos para animais de produção (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2015).

Espécimes do gênero *Rattus* constituem o grupo que melhor representa os possíveis reservatórios de *Leptospira* spp., porém roedores silvestres dos gêneros *Akodon* e *Oligoryzomys* também desempenham um papel importante na disseminação desse agente etiológico, sendo que o estudo da importância destes gêneros de roedores na eco-epidemiologia da leptospirose pode contribuir com a melhor compreensão da dinâmica desta enfermidade em regiões de Mata Atlântica (ANAHI et al., 2019).

A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), apesar de não ser classificada como roedor sinantrópico, também requer atenção para o controle de sua população em ambientes transformados pelo homem e próximos a corpos hídricos, visto que contribui com a transmissão da febre maculosa (FORTES et al., 2011) e *Vaccinia* vírus (BARBOSA et al., 2014). Em um estudo recente com capivaras de vida livre, oriundas de áreas urbanas e rurais no estado do Acre, Brasil, também foi possível confirmar a participação destes animais como potenciais agentes disseminadores e transportadores de *Salmonella* spp. (FARIKOSKI et al., 2019).

2.2 Epidemiologias de microrganismos patogênicos de potencial zoonótico/epidêmico transmitidos por espécies animais silvestres nas áreas de produção.

2.2.1 Salmonela

A *Salmonella* spp. é uma enterobactéria gram negativa que pode ser dividida em sorovares tifóides e não tifóides, sendo os sorovares tifóides (Typhi, Sendai, e Paratyphi A, B e C) os mais restritivos no espectro de possíveis hospedeiros, tendo alta afinidade com os humanos e como reservatórios naturais os humanos e primatas superiores (GAL-MOR et al., 2014).

A clínica da febre tifóide (causada por Typhi e Sendai) apresenta diversos sintomas como diarréia, vômitos, dor de cabeça, febre alta e a morte em casos extremos. A febre entérica (causada por Paratyphi A, B e C) apresenta sintomas mais leves de diarréia, cólicas, náuseas, podendo levar a um quadro de septicemia. Estes sorovares podem ser transmitidos pela água, leite, vegetais mal lavados, ovos contaminados e frutos do mar. Como são agentes associados à febre entérica não são encontrados em reservatórios animais, exceto em primatas superiores, a presença destes indica a contaminação dos alimentos devido a higiene inadequada durante a manipulação dos mesmos e da água (NEWELL et al., 2010; FERRARI et al., 2019).

Por sua vez, os sorovares não tifóides, como Enteritidis e Typhimurium, são mais generalistas e capazes de infectar humanos e animais e detém grande importância epidemiológica. Os sintomas dos sorovares generalistas são restritos a diarréia e não requerem o uso de antibióticos para tratamento. Sua transmissão se dá por alimentos de origem animal como ovos, carnes bovinas, suínas, de aves, embora também possam ser veiculadas por frutos do mar, vegetais e frutas (BERGER et al., 2010; GAL-MOR et al., 2014; WHO 2015).

O reservatório mais comum de sorovares não tifóides é o trato intestinal de um amplo número de espécies animais domésticas e selvagens. A transmissão destes microrganismos se dá, além do contato direto com animais e humanos infectados, geralmente quando são introduzidos em áreas de manipulação de alimentos, com a subsequente proliferação microbiana nestes alimentos, quando

mantidos em temperaturas inadequadas de armazenamento e submetidos ao mau cozimento (EFSA, 2017).

A complexidade de lidar com estes patógenos se dá pelo fato de poderem ser transmitidos aos humanos por diferentes rotas e pela distribuição cosmopolita entre os quatro continentes de sorovares como o Typhimurium e Enteritidis. Apesar das medidas sanitárias em instalações de produção animal tomadas ao longo das décadas recentes, a redução da circulação ou o estabelecimento da erradicação destes sorovares não são esperados (FERRARI et al., 2019).

2.2.2 Coronavírus

Coronavírus (CoVs) de caráter zoonótico foram descobertos em 1960 e, desde então, vem sendo progressivamente identificados, a começar pelo SARS-COV em 2002, além de diversos tipos de CoVs humanos, culminando com o advento do SARS-COV-2, perfazendo-se atualmente 7 tipos de CoVs humanos (MALIK, 2020).

A estrutura destes vírus lembra uma esfera de aproximadamente 125 nm de diâmetro repleta de espículas claviformes que lhe confere um formato semelhante à coroa solar, morfologia que inclusive dá o nome a esses vírus. Coronavírus pertencem a ordem *Nidovirales*, família *Coronaviridae* e subfamília *Orthocoronavirinae* e dispõem do maior genoma entre os vírus de RNA (26 a 32 kilobases de comprimento) (VAN REGENMORTEL et al., 2000; BARCENA et al., 2009).

A transmissão do coronavírus de humano para humano se dá por contato direto, ou pelo contato indireto com aerossóis de pessoas infectadas e também por meio de objetos e superfícies contaminados (LI et al., 2020; MALIK, 2020).

A princípio, os CoVs infectavam aves e mamíferos causando doenças letais e de grande impacto na produção animal (LEE, 2015). Alguns CoVs que eram originalmente encontrados na forma de infecções enzoóticas passaram a estabelecer doenças zoonóticas em humanos, visto que um vírus relacionado ao SARS CoV em morcegos apresentou o mesmo receptor que o vírus humano, a enzima conversora de angiotensina 2 (ACE2), evidenciando que o SARS CoV provavelmente se originou dos morcegos (ROUJIAN et al., 2020; GE et al., 2013).

2.3 Medidas de biosseguridade no controle de animais silvestres no ambiente de produção animal

2.3.1 Morcegos

O controle de morcegos nas propriedades deve estar de acordo com as orientações das instruções normativas N° 141 do IBAMA de 19 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), que regulamenta o controle e manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva, e N° 5 de 1 de março de 2002 (BRASIL 2002), atualizada pela IN N° 41 de 19 de junho de 2020 (BRASIL 2020), que determinam as normas técnicas para o controle de raiva em herbívoros domésticos.

A operação pode ter início com o produtor notificando ao Serviço Veterinário Oficial a ocorrência de mordidas de morcegos hematófagos em seus animais e a ocorrência ou suposição de existência de um local que sirva de abrigo para a espécie. Desta forma, espera-se que estes abrigos sejam monitorados continuamente e contribuam para análises espaciais de áreas de risco de ocorrência da raiva.

Em relação aos animais suspeitos de estarem infectados pelo vírus rábico, deve ser enviada uma amostra de tecido nervoso a um laboratório assim como também devem ser enviados morcegos mortos ou encontrados no solo pela propriedade.

A aplicação de anticoagulantes ou outra forma de eutanásia dos morcegos deve ser vistoriada por um Médico Veterinário e a utilização de redes de “nylon” empregados no controle dos morcegos hematófagos devem ser utilizados somente de forma exclusiva enquanto um programa de controle estiver em curso.

Segundo o guia de manejo e controle de morcegos, dentro das técnicas de captura e coleta (Centro Estadual de Vigilância em Saúde CEVS), o uso de passarineiras é pouco eficiente, uma vez que morcegos utilizam outras formas de acesso às edificações. Utilizar “gel repelente” também não é recomendado, pois, apesar de matar os animais por asfixia, caracteriza um crime ambiental (Lei Federal n° 9.605/98). Repelentes sonoros também acabam por não fazer efeito,

pois após determinado tempo, os morcegos se acostumam com os sons emitidos pelo aparelho e deixam de evitar o local.

Dentre os métodos recomendados pelo manual, o controle de morcegos frugívoros pode ser realizado pela substituição de árvores frutíferas por outras não frutíferas ou não palatáveis aos morcegos, além de realizar a poda de galhos e remoção dos frutos.

Para morcegos insetívoros, a instalação de sistemas “escape-morcego” é efetiva, pois consiste em instalar uma tubulação na saída do abrigo dos animais que deve apenas permitir a saída dos animais, e não a entrada dos mesmos.

2.3.2 Roedores

O controle de roedores, assim como o dos morcegos, é regulamentado pela IN N° 141 do IBAMA de 19 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006) e é amplamente utilizado em plantas de produção de alimentos de origem animal, fábricas de rações e residências, e são diversos os materiais disponíveis para consulta de como fazê-lo.

Segundo o Manual Básico de Controle de Roedores publicado pela Diretoria de Vigilância Ambiental do Distrito Federal (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2015), o controle se inicia identificando quais as espécies que estão infestando o local, a partir da observação da localização de ninhos, o tipo de fezes e o local em que são encontrados roeduras e rastros.

Após confirmada a espécie, pode se adotar as medidas de desratização com melhor eficiência, uma vez que, ao se instalarem armadilhas e iscas nos locais em que a espécie em questão costuma frequentar, as chances do animal consumir as iscas ou passar pelas armadilhas é maior.

Os produtos raticidas utilizados atualmente tem ação anticoagulante e levam a morte por hemorragia interna. Dentre os tipos de produtos tem-se o pó de contato, que é recomendado para ser aplicado nas trilhas em que os animais passam e não deve ser aplicado em áreas úmidas. As iscas parafinadas, por sua vez, são adequadas a ambientes úmidos, pois são impermeáveis; porém, para melhor efetividade de uso, devem ser depositadas em caixas próprias para portar as iscas e deve ser realizado o acompanhamento do consumo da isca pelos ratos.

3. Discussão

Com base no levantamento de possíveis patógenos, seus reservatórios preferenciais e as medidas que os profissionais da área de produção de alimentos adotam para controlar essas espécies animais, é possível elaborar programas de biossegurança nas áreas de interesse que atuem com maior exatidão sobre os pontos críticos dos ciclos das doenças que ameaçam não só a saúde humana de forma direta, ou indireta via alimentos contaminados, quanto à saúde dos animais domésticos que ali se encontram, além de se evitar pandemias como a de COVID-19, que provavelmente teve origem a partir da ingestão ou contato com carne de animais selvagens, como o pangolim, carregando coronavírus oriundos de morcegos (LAM et al., 2020).

Dentre as maneiras de se estruturar o plano de biossegurança com a eficácia proposta, pode ser feito o uso da ecovigilância dos patógenos, combinando dados publicados em artigos técnico-científicos com informações de boletins epidemiológicos nacionais e regionais das enfermidades de interesse. Como exemplo, a detecção de *Leptospira* spp. em amostras de água através de teste com DNA ambiental em áreas alagadas no Sri Lanka permitiu realizar um estudo da eco-epidemiologia da doença naquela região (GAMAGE et al., 2020). Embora não tenha sido possível inferir com exatidão qual o principal reservatório responsável por disseminar o patógeno nas áreas estudadas, a presença de cepas patogênicas da bactéria nas amostras de água permite dar um direcionamento sobre quais possíveis espécies de reservatório deveriam ser monitoradas ou controladas na região, dentro de um programa de biossegurança.

Os custos de se implementar e manter o controle e monitoramento dos patógenos e seus reservatórios preferenciais se justificam quando comparados aos custos mais elevados relativos ao tratamento da doença, caso ela se estabeleça na propriedade. Os prejuízos, até julho de 2020, da atual pandemia do COVID-19 podem ser estimados em 8,1 trilhões a 15,8 trilhões de dólares, enquanto os custos de investimento em medidas que poderiam prevenir o surgimento de pandemias foram estimados em 22,0 bilhões a 31,2 bilhões de dólares (DOBSON et al., 2020). Medidas estas que eram constituídas por ações como monitoramento da venda de animais selvagens, programas de detecção prévia de doenças e

programas que previnam surtos entre animais de produção, além de outros programas relacionados. A mesma comparação em termos de custo também é válida para epidemias mais comuns no âmbito da produção animal.

4. Considerações Finais

A transformação de ambientes naturais em ambientes urbanos ou para a produção de alimentos tem como consequência a aproximação de espécies que antes viviam distantes do ser humano. Estas espécies trazem consigo toda uma diversidade de patógenos com potencial de colocar em risco a saúde humana diretamente por meio de epidemias e, indiretamente, comprometendo a segurança alimentar da população.

A identificação dos principais agentes patogênicos transmitidos por reservatórios animais que habitam os ambientes de transição entre o natural e o antrópico, dos impactos que estes agentes etiológicos podem causar na sociedade e as medidas que os profissionais da área de produção de alimentos utilizam para controlar esses reservatórios nos faz refletir sobre a responsabilidade para com as espécies animais de produção que estão sob os cuidados do profissional da área de produção animal, bem como a importância de mantermos sob constante controle e monitoramento toda a nova relação entre hospedeiro-patógeno-ambiente que surge nos novos ambientes que o homem modifica. Uma possível forma de se manter o controle desta relação é fortalecer constantemente os programas de biossegurança existentes nas propriedades, a partir de análises que combinem informações publicadas em artigos técnico-científicos com aquelas disponíveis em boletins epidemiológicos que dizem respeito às doenças de interesse e, desta forma, propiciar condições para elaboração de um mapeamento de patógenos de importância no entorno das propriedades ou regiões produtoras, enfocando a otimização dos investimentos no controle assertivo de seus reservatórios preferenciais.

Referências

ANAHI, S. et al. Neotropical wild rodents *Akodon* and *Oligoryzomys* (Cricetidae: Sigmodontinae) as important carriers of pathogenic renal

Leptospira in the Atlantic forest, in Brazil, **Research in Veterinary Science**, Londres, v. 124, p. 280-283, 2019.

BANERJERE, A. et al. Tools to study pathogen-host interactions in bats. **Virus Research**. Amsterdam, v. 248, p. 5-12, 2018.

BARBOSA, A. V. et al. Presence of neutralizing antibodies to Orthopoxvirus in Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in BRAZIL. **The Journal of Infection in Developing Countries**, Sassari, v. 8, n. 12, p. 1646-1649, 2014.

BÁRCENA, M. et al. Cryo-electron tomography of mouse hepatitis virus: Insights into the structure of the coronavirus. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 106, n. 2, p. 582–587, 2009.

BERGER, C. N. et al. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. **Environmental Microbiology**, Oxford, v.12, p.-2385-2397, 2010.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Regulamentação do Controle e o Manejo ambiental da Fauna Sinantrópica Nociva. 2006. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/IN%20141%20IBAMA%20DEZ%2006.pdf>>. Acesso em : 25 Out. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Aprovação de Normas Técnicas para o controle da raiva dos herbívoros domésticos. 2002. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/27113625-pncrh-in-5-2002.pdf>>. Acesso em: 25 Out. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Atualização dos procedimentos de controle e prevenção dispostos no Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros- PNCRH. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-41-de-19-de-junho-de-2020-263404073>>. Acesso em : 25 Out. 2020. Justificativa : Atualização da IN nº 5 de 1 de março de 2002.

CORRÊA, M. M. O. et al. Quirópteros Hospedeiros de Zoonoses no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, Rio de Janeiro, v. 67, p. 23-38, 2013.

DE SOUZA, M. B. et al., Current Status of Ecotoxicological Studies of Bats in Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Nova Iorque, v. 104, p. 393–399, 2020.

DOBSON, A. P. et al. Ecology and economics for pandemic prevention , **Science**, Washington, v. 369, p. 379-381, 2020.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY EFSA. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2015. **EFSA Journal**. Parma, v. 15, n. 2 p. 44, 2017.

FARIKOSKI, I. O. et al. The urban and rural capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) as reservoir of *Salmonella* in the western Amazon, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 1, p. 66-69, 2019.

FERRARI, R. G. et al. Worldwide Epidemiology of *Salmonella* Serovars in Animal-Based Foods: a Meta-analysis. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 85, n. 14, e00591-19, 2019.

FORTES, F. S. et al. Anti-Rickettsia spp. antibodies in free-ranging and captive capybaras from southern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 11, p. 1014-1018, 2011.

GAL-MOR, O.; BOYLE, E. C.; GRASSL, G. A. Same species, different diseases: how and why typhoidal and non-typhoidal *Salmonella enterica* serovars differ. **Frontiers in microbiology**, Lausanne, v.5, n. 391, 2014.

GAMAGE, C. D. et al., Understanding leptospirosis eco-epidemiology by environmental DNA metabarcoding of irrigation water from two agro-ecological regions of Sri Lanka, **Plos Neglected Tropical Diseases**. San Francisco, v. 14, n. 7, artigo e0008437, 2020.

GE, X. et al. Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE2 receptor. **Nature**, Londres, v. 503, p. 535–538, 2013.

GIBB, R. et al. Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. **Nature**, Londres v. 584, p. 398–402, 2020.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Manual Básico de Controle de Roedores , Brasília: Diretoria de Vigilância Ambiental, 2015.

GRAVINATTI, M. L. et al. Synanthropic rodents as virus reservoirs and transmitters. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 53, e20190486, 2020.

LAM, T. T. Y. et al. Identifying SARS-CoV-2-related coronaviruses in Malayan pangolins. **Nature**, Londres, v. 583, p. 282–285, 2020.

LEE, C. Porcine epidemic diarrhea virus: An emerging and re-emerging epizootic swine virus. **Virology Journal**. v. 12, n.193 2015.

LI, Q.; GUAN, X.; WU, P. et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. **New England Journal of Medicine**. Boston, v. 382, p. 1199-1207, 2020.

LUÍS, A. D.; HAYMAN, D.T.; O'SHEA, T.J. et al. A comparison of bats and rodents as reservoirs of zoonotic viruses: are bats special? **Proceedings of the royal Society B**, Londres, v. 280, n 1756, 2013.

MALIK, Y. A. Properties of Coronavirus and SARS-CoV-2. **The Malaysian Journal of Pathology**. Malásia, v.42, p. 3-11. Abr. 2020 Disponível em: <<http://www.mjpath.org.my/2020/v42n1/properties-of-coronavirus.pdf>>. Acesso em 13 Out. 2020.

MORENS, D. M; FAUCI, A. S. Emerging Pandemic Diseases: How We Got to COVID-19. **Cell Press**, Cambridge, v. 182 ,5, p. 1077-1092, 2020.

NEWELL, D. G. et al. Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. **International journal of food microbiology**, Amsterdam, v. 139 , Suppl 1 ,S3-S15, 2010.

OLIVEIRA, F. W. et al., Oxidative state of the frugivorous bat *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in agricultural and urban areas of southern Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v.27, p. 30868–30874, 2020.

OLIVEIRA, J. M. et al., Exposure to the insecticide endosulfan induces liver morphology alterations and oxidative stress in fruit-eating bats (*Artibeus lituratus*), **International Journal of Experimental Pathology**, Oxford, v. 98, p.17-25, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE. CENTRO ESTADUAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Manejo e Controle de Morcegos. In: WITT, A. A. (Org). **Guia de Manejo e Controle de Morcegos**. Técnicas de identificação, captura e coleta. 2 ed. Porto Alegre: CEVS/RS, 2018. p. 94-100.

ROUJIAN, L; XIANG, Z.; JUAN, L. *et al.* Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. **The Lancet**, Londres, v. 395, p. 565-574, 2020.

SCHOUNTZ, T; BAKER, M. B.; BUTLER, J.; MUNSTER, V. Immunological Control of Viral Infections in Bats and the Emergence of Viruses Highly Pathogenic to Humans. **Frontiers in Immunology**, v. 8, n. 1098, 2017.

STAHLSCHMIDT P.; HAHN M.; BRÜHL C. A. Nocturnal Risks-High Bat Activity in the Agricultural Landscape Indicates Potential Pesticide Exposure. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, p. 62, 2017.

VAN REGENMORTEL M.H.V., FAUQUET C.M, BISHOP D.H.L., et al. Coronaviridae. In: van REGENMORTEL, M.H.V.; FAUQUET, C.M.; DHL BISHOP D.H.L.; CARSTENS, E.B.; ESTES, M.K.; LEMON, S.M. et al. (Ed.) **Virus taxonomy**: Classification and nomenclature of viruses Seventh report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. 7 ed. San Diego: Academic Press, 2000. p. 835-849.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Estimates of the global burden of foodborne diseases**: Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007-2015, Geneva: World Health Organization, 2015.

