

ARTIGO DE REVISÃO

Consequências da seleção artificial para o bem-estar animal

Consequences of artificial selection to animal welfare

Elaine Cristina de Oliveira Sans ¹, Larissa Helena Ersching Rünco ², Vanessa Souza Soriano ^{1*}, Maria Alice Schnaider ², Carla Forte Maiolino Molento ²

¹ Laboratório de Bem-estar Animal (LABEA), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil

² Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR, Brasil

Resumo

A domesticação causou impacto importante na vida do ser humano e dos animais. Ao longo do tempo, foram descobertas novas formas de fazer com que os animais atendessem os interesses humanos, e uma das ferramentas utilizadas para alcançar tal objetivo foi a seleção artificial. O objetivo deste trabalho foi apresentar as consequências da seleção artificial para o bem-estar de animais de companhia e de produção. Embora os programas de seleção tenham importância econômica, os animais passaram a apresentar diversos problemas devido à intensificação do uso dessa ferramenta. Cães e gatos selecionados para características estéticas e animais de produção para características de desempenho sofreram deterioração crescente de seu bem-estar. A partir do reconhecimento do impacto da seleção artificial sobre a qualidade de vida dos animais, é possível estimular a inclusão de aspectos relacionados ao bem-estar animal nos programas de seleção artificial para as diversas espécies que são utilizadas pelo ser humano.

Palavras-chave: Animais de companhia. Animais de produção. Genética. Sofrimento.

Abstract

Domestication had a great impact on both humans and animals. Over the time, new ways for making animals efficiently attend human needs have been discovered. One of the tools used to achieve this goal was artificial selection. The purpose of this work is to present the artificial selection consequences on animal welfare, including companion and farm animals. Even though selection programs have economic importance, animals have started to present several problems due to the intensification of the use of this tool. The proportion of dogs and cats selected for beauty characteristics and farm animals for performance has increased as well as the deterioration of their welfare. Once we can recognize the impact of artificial selection on the quality of animal lives, it becomes possible to stimulate the development of animal welfare items within the artificial selection programs imposed to the species used by humans.

Keywords: Companion animals. Farm animals. Genetic. Suffering.

Introdução

A utilização de animais desempenhou importante papel no desenvolvimento da civilização humana. Alimentos, vestuário, transporte e entretenimento foram obtidos a partir da criação de uma ampla variedade de espécies (Broom e Fraser, 2010). Esse processo se iniciou com a domesticação e seleção dos animais pelas sociedades humanas de acordo com as suas necessidades (Goudie, 1990).

A domesticação envolveu a modificação genética dos animais para a obtenção de fenótipos de interesse para os seres humanos por meio da seleção artificial com a reprodução de indivíduos selecionados por motivos específicos, com a finalidade de gerar descendentes com características desejáveis (Akey, 2010). Entretanto, do ponto de vista comportamental, a mudança entre os animais selvagens e os animais domesticados foi sutil (Jensen, 2017). Assim, porcas mantidas em sistemas intensivos ainda apresentam motivação para construção de ninhos como modo de preparação para o parto, e galinhas poedeiras mantidas em gaiolas mantêm a tentativa de empoleiramento durante a noite para descansar, se for dada a oportunidade (Jensen, 2002).

O bem-estar animal considera o estado do indivíduo frente às suas tentativas de adaptação ao ambiente (Broom, 1986) e engloba diferentes aspectos da vida: nutricional, sanitário, ambiental, comportamental e emocional (FAWC, 2005). Embora a aplicação de novas tecnologias de melhoramento possa trazer benefícios aos seres humanos e aos animais, o uso inadequado destas ferramentas tem potencial de criar ou exacerbar problemas de bem-estar animal (MacArthur Clark et al., 2006). O uso de biotecnologias reprodutivas pode ampliar o sofrimento animal, pois o potencial que as técnicas têm para tornar os animais economicamente eficientes ou apreciáveis aos olhos tende a aumentar a exploração sobre eles (Figueiredo e Molento, 2008).

A literatura científica sobre seleção artificial é voltada aos benefícios para os seres humanos, sendo raramente oferecidas oportunidades de reflexão sobre o seu impacto em termos de sofrimento animal. Desse modo, o objetivo desta revisão é apresentar as consequências de bem-estar de animais de companhia e de produção relacionados à seleção artificial.

Visão geral

Os seres humanos iniciaram a domesticação de animais ainda no período pré-histórico, entretanto a seleção de animais era pouco eficiente. Esta situação mudou com os experimentos de um monge agostiniano chamado Gregor Mendel, que em 1865 demonstrou que as características dos seres vivos são transmitidas dos genitores para a prole de maneira previsível. Mendel também demonstrou em seus estudos com plantas que as características eram controladas por um par de genes e que os membros desse par se separavam durante a formação de gametas, considerados óvulos e espermatozoides (Klug et al., 2010). A passagem de genes de uma geração para a seguinte foi chamada de herança (Nicholas, 2011). Contudo seus estudos foram reconhecidos somente no século seguinte, até serem parcialmente publicados e citados por Carl Correns, em torno de 1900 (Sandøe et al., 1999; Klug et al., 2010).

A variabilidade genética das populações também se tornou um importante tema de investigação científica no final do século XIX. O pioneiro do estudo das diferenças hereditárias nas populações humanas foi Francis Galton, utilizando a estatística em estudos da biologia para avaliar características fenotípicas como a cor dos olhos, sendo considerado o fundador da biometria (Hartl e Clark, 2007). A estatística se tornou uma ferramenta indispensável para estimar quanto de variação fenotípica é devido a diferenças genéticas e quanto é o valor proveniente do ambiente (Carneiro Jr, 2009). O fenótipo, considerada toda a composição física, bioquímica e fisiológica de um indivíduo (Fox, 1989), é obtido a partir da visualização do indivíduo, atribuída à influência do genótipo, que é a constituição genética do indivíduo ou seu conjunto de genes (Carneiro Jr, 2009; Pasternak, 2002). Trabalhos posteriores aos de Gregor Mendel mostraram que os genes estão nos cromossomos e linhagens mutantes, e poderiam ser utilizados para efetuar seu respectivo mapeamento (Klug et al., 2010).

Por volta de 1920, cientistas estavam convictos que as proteínas e o DNA (ácido desoxirribonucleico) eram os principais componentes químicos dos cromossomos e que, conseqüentemente, o DNA carregava importantes informações (Klug et al.,

2010), passando informações genéticas da célula parental para a célula descendente durante a mitose, e de uma geração à outra por meio da meiose (Nicholas, 2011). Dessa forma, o melhoramento genético passou a ser intensificado, conforme avanços em estudos de seleção e cruzamentos a partir de trabalhos de Jay Lush, Charles Henderson e Roberteson. Entretanto, o progresso genético só é possível com a existência de variabilidade genética, fazendo-se necessário o conhecimento de quanto de variação fenotípica é devido à variação genética, sendo designada pela herdabilidade (Carneiro Jr, 2009). A herdabilidade tem capacidade de estimar a contribuição da genética sobre a variabilidade fenotípica (Klug et al., 2010). Um bom progresso genético será maior quanto maior a intensidade da seleção, a variabilidade genética e a acurácia da predição, e quanto menor o intervalo entre as gerações (Carneiro Jr, 2009).

A partir de 1930, acelera-se o passo em que as técnicas de seleção artificial vêm sendo aprimoradas para a criação de animais que atendam de maneira crescente as imposições do ser humano (Sandøe et al., 1999). Robert Backwell (1725-1795) foi um importante precursor da moderna indústria de genética animal, efetuando cruzamentos e selecionando características produtivas ideais, especialmente em bovinos e ovinos, seguidos de endogamia para fixar tais características. A endogamia resulta do acasalamento, intencional ou não, de animais aparentados, sendo um sistema de acasalamento capaz de alterar a constituição genética da população. Robert Backwell também foi responsável pela utilização dos primeiros testes de progênie (Queiroz et al., 2000; Turner, 2010). Características de maior importância econômica no melhoramento genético animal são possíveis devido a um grande número de genes que apresentam expressão fenotípica influenciada fortemente pelo ambiente (Carneiro Jr, 2009).

Desde então, surgiram novas técnicas para seleção artificial. A inseminação artificial (IA), utilizada desde 1930, acelera a alteração genética, pois permite a escolha de um sêmen com características específicas desejadas pelo ser humano, sendo altamente empregada em bovinos leiteiros e suínos (Turner, 2010). A tecnologia da IA inclui métodos melhorados de coleta do sêmen do macho, avaliação

e preservação. Na fêmea, inclui detecção do estro e controle do ciclo estral (Foote, 2002). Além disso, técnicas de conservação do sêmen, como o congelamento, possibilitam que ele seja facilmente disseminado para longas distâncias, visto que permitem seu armazenamento e exportação.

A transferência de embriões passou a ser comercializada a partir de 1970 em bovinos, com o objetivo de buscar descendentes de animais com alto mérito genético. Uma fêmea de alto valor genético, chamada de doadora, é submetida a um tratamento hormonal para produção de elevado número de óvulos. Posteriormente, uma outra fêmea, a receptora, receberá o embrião para a gestação. A fertilização *in vitro*, técnica desenvolvida a partir de 1980, constitui-se de três etapas, com o objetivo de simular as ocorrências biológicas que ocorreriam naturalmente no aparelho reprodutor da fêmea: maturação, fertilização e cultivo. A manipulação do DNA, também desenvolvida a partir de 1980, é uma técnica que envolve a manipulação direta na fase de embrião (Turner, 2010).

A remodelação de animais por meio da seleção artificial também abrangeu os animais de companhia como cães e gatos (UFAW, 2018). Infelizmente, quando ocorre a seleção para certos traços genéticos, não é possível deixar de selecionar inadvertidamente outros genes que estão intimamente ligados a eles (Gunn-Moore et al., 2008). Os cães inicialmente eram selecionados para características de trabalho (Serpell, 1995) e, posteriormente, por características morfológicas de estética (Broom e Fraser, 2010). A seleção artificial para raças de gatos desde o início foi realizada para características de aparência como cor e comprimento de pelos (Lipinski et al., 2008).

Assim, os objetivos de seleção restritos às características associadas à estética e produção geraram alterações anatômicas nos animais (Figura 1), envolvendo desequilíbrio ou sobrecarga de seu corpo, comprometendo seu bem-estar em termos de possibilidades comportamentais, saúde física e psicológica. Turner (2010) relata que animais com uma conformação extrema, taxas de crescimento excessivo, produção excessiva de carne, ovos ou leite, podem experimentar uma maior vivência de dor, aumento de mortalidade e vida reprodutiva mais curta. Efeitos em torno da pleiotropia são

reconhecidos por cientistas da área de biotecnologia e se referem a múltiplos efeitos por um ou por mais genes no fenótipo do animal (Fox, 1989). Tais afirmações remetem a uma reflexão sobre o equilíbrio necessário entre a criação de animais e o atendimento das necessidades do ser humano.

Impacto sobre animais de produção

Os seres humanos criam e mantêm os animais próximos de si desde a pré-história, e os animais de produção foram considerados os primeiros a serem domesticados. Os objetivos de seleção, após as descobertas mendelianas, passaram a ser centralizados em tornar os animais mais eficientes. Nesse contexto, tem-se como resultado animais extremamente produtivos, mas com efeitos negativos associados a sua qualidade de vida (Sandøe et al., 1999).

Na bovinocultura leiteira foi observado grande avanço no ganho genético dos animais. O aumento da produção das vacas leiteiras na Suécia foi de 4200 kg para 9000 kg entre 1957 e 2003, com estimativa de aproximadamente 50% desse aumento atribuído à seleção genética para eficiência de produção de leite (EFSA, 2009). Os úberes são cada vez maiores e mais pesados devido ao aumento da produção de leite (Figura 1), assim como o metabolismo se apresenta cada vez mais alto. Estes são fatores que contribuem para aumentar a correlação entre a produção leiteira e a incidência de cetose, mastite e claudicação (Ingvarstsen et al., 2003). A incidência de claudicação em rebanhos leiteiros chega a atingir 50% do rebanho no oeste do Reino Unido (D'Silva, 2006) e 55% no sul do Brasil (Bond, 2010). O aumento na produção também está relacionado a um declínio na fertilidade e na longevidade, com aumento de problemas metabólicos, dificuldades no parto e aumento no número de natimortos (Rauw et al., 1998; Oltenacu e Broom, 2010). É importante salientar, também, a preocupação genética para a fertilidade de vacas leiteiras e a gestão adequada para atender as suas necessidades, tanto para que ocorra uma produção que atenda às expectativas produtivas quanto para uma prenhez eficiente (LeBlanc, 2010).

Com relação à seleção artificial para produção de carne, existem genes relacionados com o aumento

da massa muscular que afetam negativamente o bem-estar dos animais. Este é o caso da mutação no gene da miostatina, responsável pela perda de função desta proteína, identificado inicialmente em camundongos (McPherron et al., 1997) e depois em bovinos das raças Belgian Blue, Piemontês, Blonde d'Aquitaine e Charolês (Grobet et al., 1997; Gregory e Grandin, 1998), em suínos (Stratil e Kopečný, 1999), ovinos (Clop et al., 2006) e frangos de corte (Ye et al., 2007). As consequências negativas do aumento da massa muscular dos bovinos incluem maior ocorrência de distocia (Wiener et al., 2002), com 88% de casos no primeiro parto (SCAHAW, 2001), além de maiores taxas de mortalidade (Wiener et al., 2002; Ye et al., 2007).

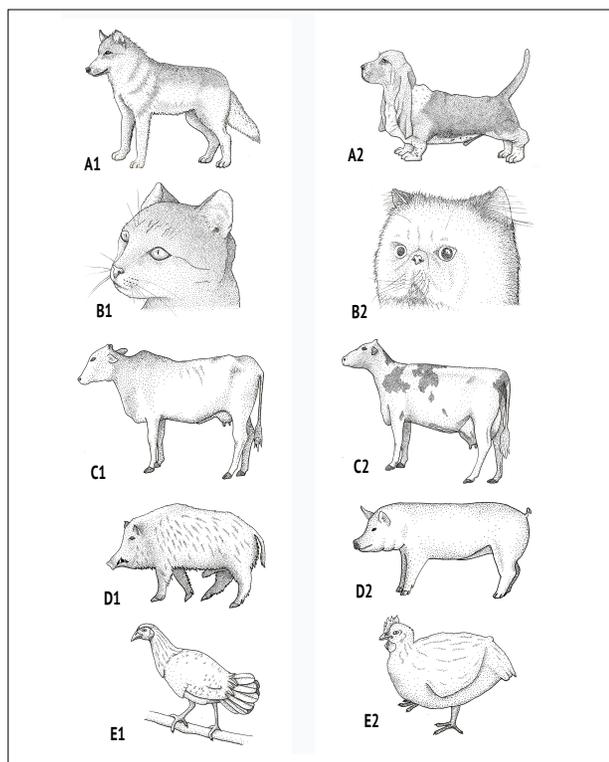
Os suínos são descendentes domesticados do javali (*Sus scrofa*). A domesticação nesta espécie causou alterações na sua morfologia, como corpo mais alongado, cabeça pequena, ossos mais finos e leves e pelagem menos densa (Cesar, 2010), com posterior mais pesado do que o anterior (Figura 1). A seleção genética em suínos privilegiou características de maior importância econômica, como aumento do tamanho da leitegada, rápido crescimento e menor quantidade de banha (D'Eath e Turner, 2009), aumentando, conseqüentemente, a incidência de problemas de aprumos e crescimento exagerado de alguns órgãos vitais, como o coração (Irgang, 1998). Embora tenha ocorrido a seleção para aumento do tamanho da leitegada, também ocorreu o aumento do número de natimortos. Na França, por exemplo, o número médio de leitões nascidos aumentou de 11,9 em 1996 para 13,8 em 2006. No mesmo período, entretanto, a taxa de mortalidade de leitões aumentou em 10% (Whitney, 2009). Grandes ninhadas exigem maior aporte de oxigênio e nutrientes na placenta da fêmea; caso a oferta não seja adequada, alguns fetos não se desenvolverão (Turner, 2010). Outro exemplo são as patas dos suínos altamente selecionados, que não atingem a mesma taxa de crescimento do resto do corpo (Stevenson, 2000), causando dificuldades na locomoção dos animais. Esses problemas, entre outros, resultam no descarte de matrizes cada vez mais jovens (Machado Filho e Hötzel, 2000; Turner, 2010). Porcas selecionadas para alta prolificidade são mantidas em gaiolas parideiras para evitar o esmagamento de leitões (Dalla Costa et al., 2005). Frequentemente,

porém, elas apresentam comportamentos anormais que evidenciam sofrimento psicológico e físico (Machado Filho e Hötzel, 2000).

Ainda na suinocultura, a presença do gene halotano em raças como a Pietran (Guimarães et al., 2017) está negativamente associada ao bem-estar dos animais, em razão dos portadores do gene apresentarem maior taxa de mortalidade, principalmente durante a execução dos manejos pré-abate. Segundo Dalla Costa et al. (2005), o gene halotano é causador da síndrome do estresse suíno, que se caracteriza por miopatia monogênica recessiva hereditária. Diante desta realidade, programas de melhoramento genético vêm sendo elaborados para minimizar a presença do gene nas novas gerações.

A importância econômica da produção de aves no mundo é destaque. O desenvolvimento de linhagens genéticas com taxa acelerada de crescimento e alta capacidade de postura, associado aos avanços nas áreas de nutrição, manejo e sanidade, conduziu a criação de aves em níveis industriais (Furlan et al., 2005). Alterações morfológicas foram igualmente necessárias para que as aves pudessem aumentar sua produção de carne e ovos (Figura 1), com consequente desenvolvimento de problemas locomotores e doenças metabólicas, como ascite e síndrome da morte súbita (EFSA, 2010; Turner, 2010). Devido à seleção artificial para alta taxa de crescimento, os músculos da ave moderna crescem rapidamente, enquanto a estrutura óssea cresce mais lentamente (Broom e Fraser, 2010). A maioria das alterações esqueléticas em frangos de corte é encontrada no sistema locomotor. Entre os problemas, observam-se desvio *valgus-varus*, necrose da cabeça do fêmur, doença degenerativa das articulações e dermatite de contato (Bessei, 2006). De forma prioritária para o bem-estar dos frangos, Danbury et al. (2000) observaram que aves com problemas locomotores melhoraram significativamente o escore de andadura após tratamento com analgésicos e anti-inflamatórios, sugerindo que tais problemas causam dor nos animais. Knowles et al. (2008) avaliaram transtornos locomotores de frangos de corte dos cinco maiores produtores do Reino Unido e estimaram uma porcentagem máxima de apenas 34,7% de aves sem problema locomotor. A dermatite por contato, síndrome da morte súbita e ascite são

consideradas problemas multifatoriais. A dermatite de contato tem um grau moderado de herdabilidade, e as lesões podem gerar futuras inflamações nas articulações (EFSA, 2010). A ascite é uma síndrome de hipertensão pulmonar com extravasamento de fluido abdominal. Este problema pode afetar 5% de aves jovens e entre 15 e 20% de aves maiores (Broom e Fraser, 2010). A síndrome da morte súbita causa a morte da ave em um tempo que varia de 37 a 69 segundos (Newberry et al., 1987), acometendo aves de rápido crescimento (EFSA, 2010).



Nota: Desenhos de Camila Valente Maiolino.

Figura 1 - Impacto da seleção artificial sobre a anatomia de algumas espécies de animais. *Canis lupus*, sendo (A1) lobo e (A2) cão doméstico da raça Basset Hound, exibindo encurtamento das patas, excesso de dobras de pele e orelhas grandes e pendulares; *Felis catus*, sendo (B1) gato sem raça definida e (B2) gato da raça Persa, exibindo encurtamento do focinho e aumento da densidade de pelagem; *Bos taurus*, sendo (C1) vaca mestiça e (C2) vaca Holandesa, exibindo aumento do úbere. *Sus scrofa*, sendo (D1) javali e (D2) suíno doméstico, exibindo aumento de massa muscular principalmente na região posterior; *Gallus gallus*, sendo (E1) galinha silvestre e (E2) frango de corte tipo industrial, exibindo aumento de massa muscular.

Em relação à produção de ovos, Sherwin et al. (2009) observaram que as aves, ao final do ciclo de produção, tinham danos médios ou graves em penas na área ventral ou abdominal (81,2%), fraturas ósseas (55,7%), baixo escore corporal (25,5%) e ferimentos devido a bicadas de outras aves (9,4%). Os autores concluíram que a seleção para alta produtividade seria a principal causa dos problemas observados.

Com base nos estudos apresentados, deve-se fazer um reconhecimento da geração de problemas de bem-estar animal causados pela seleção artificial sobre as diversas espécies de animais de produção.

Impacto sobre animais de companhia

O cão está associado ao ser humano há pelo menos 10.000 anos. Durante esse período, os cães exerceram vários papéis, e na última metade do século XX passaram a ser considerados membros da família em muitos ambientes domésticos (Landsberg et al., 2005). Embora haja variações anatômicas, os comportamentos centrais do cão doméstico são semelhantes entre as raças e são frequentemente semelhantes aos do seu parente próximo, o lobo (Beaver, 2001). Na Europa, houve dois grandes períodos de produção de cães de raça: durante a Idade Média os cães foram selecionados para a caça; e no século XIX, para a estética (Stafford, 2006). A indústria da raça pura faz com que os cães devam seguir padrões e certos aspectos de conformação que têm impacto negativo sobre sua saúde, apresentando não somente alterações fenotípicas, mas que, somando-se ao ambiente, podem aumentar a expressão de defeitos associados à raça (Asher et al., 2009). Existem cerca de 400 raças modernas de cães domésticos (Parker et al., 2017) e foram descritas aproximadamente 350 doenças com importante componente hereditário em populações de raças puras (Parker et al., 2004).

As diferenças de tamanho entre raças podem ser associadas a consequências físicas deletérias (Fleischer et al., 2008). Raças menores têm maior propensão a apresentar distúrbios no sistema nervoso sensorial, respiratório, urogenital e endócrino, enquanto raças maiores têm maior probabilidade de apresentar problemas cardiovasculares,

gastrointestinais e no sistema músculo esquelético (Asher et al., 2009). A displasia coxofemoral apresenta alta prevalência em raças grandes como Pastor-Alemão e São Bernardo (Barros et al., 2008; Roberts e McGreevy, 2010). Raças de pequeno porte apresentam problemas odontológicos, pois seus dentes são relativamente grandes em relação ao tamanho da arcada dentária (Asher et al., 2009). A anatomia da caixa craniana constitui outro exemplo importante. Cães braquicefálicos apresentam distúrbios respiratórios e alta incidência de distocias (Monnet, 2004; Asher et al., 2009). Por outro lado, a redução do tamanho do crânio por seleção artificial está associada a potenciais doenças neurológicas como a siringomielia (Rusbridge, 2005), que acomete cães das raças Cavalier King Charles Spaniels, Pequinês, Maltês, Fox Terrier, Lhasa Apso e Dachshund (Taga et al., 2000). Cães com olhos protrusos, como os das raças Bulldog Francês e Pug, têm grande propensão a ulcerações e irritações oculares (Asher et al., 2009). A quantidade de dobras de pele (Figura 1) pode originar fricção e circulação de ar deficiente, contribuindo para a colonização e infecção por bactérias e leveduras. Essas dobras, quando localizadas na região palpebral do cão, podem gerar uma doença denominada entrópico, cujo único tratamento é cirúrgico (Viana et al., 2006). As raças mais predispostas são Shar Pei, Bulldog, Pequinês, Pug e gatos Persas (Bellah, 2008).

Nos últimos anos, a criação de gatos também levou a uma variação significativa de características corporais. Assim como em cães, o impacto negativo no bem-estar frequentemente está relacionado ao grau de consanguinidade e a uma variabilidade genética relativamente pequena (Steiger, 2005), visto que comercialmente são priorizados os acasalamentos consanguíneos como forma de manutenção do padrão racial de animais de raças puras. Como consequências negativas dos acasalamentos consanguíneos se observam as anormalidades anatômicas, que reduziram a qualidade de vida dos animais, e o aumento da prevalência de doenças genéticas (Rooney, 2009), com redução da expectativa de vida do animal (Egenvall et al., 2000). Além disso, a prevalência de distocias e mortalidade de filhotes apresenta números mais elevados em gatos com *pedigree* (Gunn-Moore et al., 2008). Sparkes et al. (2006) relataram que a mortalidade

média observada em 14 raças de gatos com até oito semanas de vida chegou a 16,3%, sendo que em gatos da raça Persa essa taxa pode chegar a 25,3%.

Os gatos com *pedigree* também podem apresentar outros distúrbios genéticos, como a doença renal policística, que afeta de 36 a 49% dos gatos Persa (Volta et al., 2010). Em alguns casos, a forma física associada a uma raça pode causar problemas importantes como a obstrução respiratória em gatos braquicefálicos (Steiger, 2005), relacionada ao importante encurtamento do focinho, frequentemente observado na raça Persa (Figura 1). Schlueter et al. (2009) descreveram severas deformidades no crânio de gatos braquicefálicos, como rotação dos canais lacrimais, deslocamento do posicionamento ocular e alterações do formato da cavidade craniana. A seleção para patas curtas em gatos da raça Munchkin gerou redução no crescimento dos ossos dos membros, prejudicando sua locomoção principalmente em saltos e escadas (Steiger, 2005). A raça Manx foi selecionada para a ausência de cauda, resultando em problemas de locomoção, como marcha saltitante, e incontinência urinária e fecal (Nelson e Couto, 2006). A raça Fold Escocês pode apresentar a osteocondrodisplasia, uma anomalia no desenvolvimento da cartilagem que faz com que o animal apresente uma de suas principais características: as orelhas dobradas (UFAW, 2018). Segundo os mesmos autores, os efeitos sobre outras partes do corpo podem causar severa distorção dos ossos e artrite severa, causando claudicação e dor crônica que podem durar a vida toda. Os pelos também têm grande importância para os gatos. A ausência de pelos diminui a proteção contra ferimentos e dificulta a manutenção da temperatura. A raça Esfinge, por exemplo, apresenta uma ínfima camada de subpelos (Esposito, 1998) e não apresenta vibrissas, que desempenham função tátil e são utilizadas na localização espacial e na caça (Beaver, 2005).

Embora cães e gatos integrem a vida dos seres humanos principalmente por motivos afetivos, os dados citados indicam que a seleção artificial tem provocado profundas consequências na qualidade de vida desses animais, sugerindo a necessidade de ações que visem combater tendências à busca de traços estéticos exagerados nos animais, que podem diminuir seu grau de bem-estar.

Há uma luz no fim do túnel?

A primeira comissão que abordou questões relacionadas ao bem-estar dos animais de produção foi o Comitê Brambell, em 1965, na Grã-Bretanha. Duas décadas mais tarde, essas mesmas questões foram abordadas nos EUA por outra comissão, o "Consortium - Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching". Ambos os comitês reconhecem que existem duas alternativas para melhorar o grau de bem-estar dos animais: manejo e genética. Tal informação pode servir como base para modificar os programas de seleção e melhorar a interação animal-ambiente (Muir e Craig, 1998). Fox (1989) sugere a necessidade de questionamentos sobre os motivos da modificação genética dos animais, incluindo uma reflexão sobre os riscos e os custos das práticas adotadas.

Há uma demanda crescente em todo o mundo para novas características que podem ser usadas para gerenciamento do rebanho e melhoramento genético, bem como para os parâmetros de interesse público de monitoramento. Existe, porém, o desafio de compensar os efeitos antagônicos e equilibrar a seleção para a produção, mantendo a fertilidade, a saúde e a resistência a doenças metabólicas, a fim de maximizar a produção sem comprometer o bem-estar (Egger-Danner et al., 2015). Atualmente é possível observar algumas aplicações do melhoramento genético no que tange o bem-estar animal.

O melhoramento para resistência a doenças é um conceito relativamente novo, aceito como viável. No entanto, há ainda muitos relatos de efeitos deletérios quando comparados a histórias de sucesso na redução da prevalência de doenças. Um dos problemas a ser superado é tornar o programa confiável, economicamente viável e passível de repetição, com baixo grau de sofrimento aos animais (Conington et al., 2010).

Programas para aumentar a resistência à mastite em vacas leiteiras podem ser realizados utilizando dados gravados da incidência desta doença. Países como Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia iniciaram o registro de informações sobre mastite com o objetivo de estudar sua resistência (Heringstad et al., 2000). Essa estratégia pode ser auxiliada por estudos genômicos, que são utilizados como instrumento de apoio ao melhoramento genético

clássico para aumentar a resistência genética a doenças e desenvolver soluções tecnológicas inovadoras. Estudos são realizados para identificar e explorar genes ligados à resposta de resistência à mastite, que estão correlacionados com lócus de características quantitativas em programas de seleção assistida por marcadores moleculares, o que permite a seleção mais rápida e precisa de bovinos resistentes (Jardim et al., 2014). Assim, além da inserção de características relacionadas com o sistema imune das vacas leiteiras (Denholm et al., 2017) nos objetivos de seleção, observa-se uma crescente valorização das características relacionadas a adaptação dos animais, tais como temperamento na ordenha (Haskell et al., 2014) e longevidade (Heise et al., 2016), favorecendo os animais do ponto de vista do bem-estar.

Em aves, Muir e Craig (1998) sugerem que a seleção genética deve ser efetuada para alterar desde o comportamento, como a diminuição de arranque de penas e canibalismo, até a fisiologia, como a seleção para resistência a doenças e certas infecções parasitárias. A dermatite por contato em frangos também está sendo incluída nos programas de seleção (EFSA, 2010).

Em cães, a rastreabilidade do DNA pode ser utilizada na criação de cães saudáveis (Indrebo, 2008). A análise de DNA pode auxiliar a identificar a diversidade de uma raça canina ou a falta dela. Esta informação pode ser usada para determinar se um cão pode estar predisposto a certas doenças de base genética. Outros usos para marcadores de DNA podem incluir a identificação de doenças genéticas ou diferenças metabólicas. A genotipagem poderia identificar indivíduos com mutações genéticas específicas que podem afetar a prole (Fleischer et al., 2008).

Na bovinocultura de corte tropical, um dos principais problemas de saúde dos animais é o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, responsável por causar aumento do uso de acaricidas e transmissão de doenças infecciosas no rebanho (Cardoso et al., 2015). Estudos realizados para identificação de animais geneticamente resistentes ao carrapato, por meio da comparação de regiões genômicas, mostram que é admissível tais estratégias possibilitarem a diferenciação e seleção de fenótipos com maiores características de oposição

a este parasita bovino (Cardoso et al., 2015; Sollero et al., 2015; Oliveira et al., 2016). Da mesma forma, outras características que beneficiam os animais têm sido foco de estudos e vêm sendo incluídas em programas de melhoramento. O temperamento dos animais (Haskell et al., 2014) e a pigmentação ocular de bovinos da raça Hereford e Braford (Teixeira et al., 2015), correlacionada negativamente com carcinoma de células epidermoides oculares (Santos et al., 2017), são exemplos disso.

Marcadores de genes, os chamados *Quantitative Trait Loci* (QTL), podem ser utilizados para a identificação de regiões cromossômicas que afetam determinadas características comportamentais em bovinos, suínos e aves. O mapeamento de QTLs de características comportamentais ainda está em fase de detecção de regiões de interesse no genoma. No entanto, com mais sequências de genoma dos animais, a identificação dos genes comportamentais será viável futuramente (Jensen et al., 2008), o que pode resultar, também, na segurança dos manejadores pela seleção de características de temperamento dócil (Conington et al., 2010).

O planejamento de melhoramento deverá considerar a abolição da castração, uso reduzido de antibióticos e melhoria dos ambientes de criação como a permanência dos animais em grandes baias coletivas (Herrero-Medrano et al., 2015). Animais geneticamente modificados podem alterar seus comportamentos quando mantidos em diferentes formas de instalações (Grandin e Deesing, 1998). Dellmeier et al. (1985) verificaram que bezerros alojados em baias aumentaram sua atividade quando expostos a áreas maiores.

Grandin e Deesing (1998) questionam se a seleção genética não ultrapassou seus limites, sendo verificado que um animal que apresenta tantos problemas relacionados à seleção genética poderá sofrer mesmo sendo alimentado e alojado em um ambiente considerado ideal. Dessa maneira, fica clara a necessidade de um equilíbrio entre a utilização da seleção genética e a melhoria dos manejos e dos locais onde os animais são mantidos.

É evidente que problemas de bem-estar ocorrem em alguns animais como resultado de uma seleção por um único traço. Os criadores, entretanto, precisam ter uma visão adequada de como selecionam seus animais e do custo ético em relação às espécies

manipuladas (Grandin e Deesing, 1998). A tecnologia empregada para a seleção artificial pode indicar novos caminhos à criação de animais de companhia e produção, incluindo questionamentos e soluções que sejam relevantes para prevenir ou amenizar problemas físicos, comportamentais e psicológicos relacionados ao bem-estar destes animais.

Conclusão

Os problemas de bem-estar animal gerados pela seleção artificial praticada com objetivos de alta produção e padrões de estética racial são diversos, e sua intensidade pode ser severa. Ainda assim, a seleção artificial pode beneficiar os animais quando características que melhorem a qualidade de vida dos indivíduos são incluídas nos seus objetivos. O conteúdo apresentado pode servir como subsídio para uma reflexão ética no âmbito dos segmentos formadores de opinião e daqueles com poder de deliberação, como técnicos, pesquisadores, professores, veterinários, zootecnistas, produtores e consumidores, acerca dos possíveis riscos de sofrimento animal resultantes do emprego de práticas utilizadas para a seleção artificial de animais domésticos.

Referências

- Akey JM, Ruhe AL, Akey DT, Wong AK, Conelly CF, Madeoy J, et al. Tracking footprints of artificial selection in the dog genome. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2010;107(3):1160-5.
- Asher L, Diesel G, Summers JF, McGreevy PD, Collins LM. Inherited defects in pedigree dogs. Part 1: Disorders related to breed standards. *Vet J*. 2009;182(3):402-11.
- Barros GS, Vieira GLT, Vianna LR, Torres RCS. Frequência da displasia coxofemoral em cães da raça Pastor Alemão. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2008;60(6):1557-9.
- Beaver BV. Comportamento canino - Um guia para veterinários. São Paulo: Roca; 2001. 444 p.
- Beaver BV. Comportamento Felino - Um guia para veterinários. São Paulo: Roca; 2005. 384 p.
- Bellah JR. Cirurgia de Dermatoses Intertriginosas. In: Brichard SJ, Sherding RG. *Manual Saunders - Clínica de Pequenos Animais*. São Paulo: Roca; 2008. p. 547-50.
- Bessei W. Welfare of broilers: a review. *Worlds Poult Sci J*. 2006;62(3):455-66.
- Bond GB. Diagnóstico de bem-estar de bovinos leiteiros [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010. 85 p.
- Broom DM. Indicators of poor welfare. *Br Vet J*. 1986;142(6):524-6.
- Broom DM, Fraser AF. Comportamento e bem-estar de animais domésticos. Barueri: Manole; 2010. 438 p.
- Cardoso FF, Gomes CC, Sollero BP, Oliveira MM, Roso VM, Piccoli ML, et al. Genomic prediction for tick resistance in Braford and Hereford cattle. *J Anim Sci*. 2015;93(6):2693-705.
- Carneiro Jr JM. Melhoramento Genético Animal. In: Gonçalves RC, Oliveira LC (EE.). *Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia*. Rio Branco: Embrapa Acre; 2009. p. 197-208.
- Cesar ASM. Comparação de diferentes cruzamentos comerciais de suínos e mtDNA associados às características de qualidade de carcaça e da carne [dissertação] Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2010. 92 p.
- Clop A, Marcq F, Takeda H, Pirottin D, Tordoir X, Bibé B, et al. A mutation creating a possible illegitimate microRNA target site in the myostatin gene affects muscularity in sheep. *Nat Genet*. 2006;38(7):813-8.
- Conington J, Gibbons J, Haskell MJ, Bünger L. The use of breeding to improve animal welfare. 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production; 1-6 ago 2010; Leipzig, Alemanha. Leipzig: German Society for Animal Science; 2010.
- Dellmeier GR, Friend TH, Gbur EE. Comparison of four methods of calf confinement. II. Behavior. *J Anim Sci*. 1985;60(5):1102-9.

- D'Silva J. Adverse impact of industrial animal agriculture on the health and welfare of farmed animals. *Integr Zool.* 2006;1(1):53-8.
- D'Eath RB, Turner SP. The natural behaviour of the pig. In: Marchant-Ford JN. *The welfare of pigs.* Dordrecht: Springer; 2009. p. 13-45.
- Dalla Costa OA, Ludke JV, Paranhos da Costa MJR. Aspectos econômicos e de bem-estar animal no manejo de suínos da granja até o abate. IV Seminário Internacional de Aves e Suínos - Avesui 2005; 11-13 mai 2005; Florianópolis, SC. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves; 2005.
- Danbury TC, Weeks CA, Chambers JP, Waterman-Pearson AE, Kestin SC. Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Vet Rec.* 2000;146(11):307-11.
- Denholm SJ, McNeilly TN, Banos G, Coffey MP, Russell GC, Bagnall A, et al. Estimating genetic and phenotypic parameters of cellular immune-associated traits in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2017;100(4):2850-62.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific report on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *EFSA J.* 2009;1143:1-38.
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare. Scientific Opinion on the influence of genetic parameters on the welfare and the resistance to stress of commercial broilers. *EFSA J.* 2010;8(7):1666.
- Egger-Danner C, Cole JB, Pryce JE, Gengler N, Heringstad B, Bradley A, et al. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. *Animal.* 2015;9(2):191-207.
- Egenvall A, Bonnett BN, Shoukri M, Olson P, Hedhammar Å, Dohoo I. Age pattern of mortality in eight breeds of insured dogs in Sweden. *Prev Vet Med.* 2000;46(1):1-14.
- Esposito L. *O livro Gigante do Gato.* Singapura: Livros e Livros; 1998. 418 p.
- FAWC - Farm Animal Welfare Council. Five Freedoms. 2005 [acesso 3 jun 2018]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y9r8wzjz>.
- Figueiredo JR, Molento CFM. Bioética e bem-estar animal aplicados às biotecnias reprodutivas. In: Gonçalves PBD, Figueiredo JR, Freitas VJF. *Biotecnias aplicadas à reprodução animal.* São Paulo: Roca; 2008. p. 1 -16.
- Fleischer S, Sharkey M, Mealey K, Ostrander EA, Martinez M. pharmacogenetic and metabolic differences between dog breeds: their impact on canine medicine and the use of the dog as a preclinical animal model. *AAPS J.* 2008;10(1):110-9.
- Foote RH. The history of artificial insemination: selected notes and notables. *J Anim Sci.* 2002;80(E-supl 2):1-10.
- Fox MW. Genetic engineering and animal welfare. *Appl Anim Behav Sci.* 1989;22(2):105-13.
- Furlan RL, Macari M, Paranhos Da Costa MJR. Bem-estar das aves e suas implicações sobre o desenvolvimento e produção. I Fórum Internacional de Avicultura; 17-19 ago 2005; Foz do Iguaçu, PR. 2005 [acesso 17 dez 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/yctqw8s4>.
- Goudie A. Human influence on animals. In: Goudie A. *The human impact on the natural environment.* Cambridge: MIT Press; 1990. p. 106-159.
- Grandin T, Deesing MJ. Genetics and Animal Welfare. In: Grandin T (E.). *Genetics and the Behaviour of Domestic Animals.* San Diego: Academic Press; 1998. p. 319-41.
- Gregory NG, Grandin T. *Animal welfare and meat science.* Wallingford: CABI Publishing; 1998. 298 p.
- Grobet L, Martin LJR, Poncelet D, Pirottin D, Brouwers B, Riquet, J et al. A deletion in the bovine myostatin gene causes the double muscled phenotype in cattle. *Nat Genet.* 1997;17(1):71-4.
- Guimarães BMM, Paiva VR, Lage MCGR. Síndrome do estresse suíno: aspectos genéticos econômico e de bem-estar animal. *Sinapse Multipla.* 2017;6(2):306-11.
- Gunn-Moore D, Bessant C, Malik R. Breed-related disorders of cats. *J Small Anim Prac.* 2008;49(4):167-8.
- Haskell MJ, Simm G, Turner SP. Genetic selection for temperament traits in dairy and beef cattle. *Front Genet.* 2014;5:368.

- Hartl DL, Clark AG. Variação genética e fenotípica. In: Hartl DL, Clark AG. *Princípios de genética de populações*. Porto Alegre: Artmed; 2007. p. 19-60.
- Heise J, Liu Z, Stock KF, Rensing S, Reinhardt F, Simianer H. The genetic structure of longevity in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2016;99(2):1253-65.
- Herrero-Medrano JM, Mathur PK, Napel JT, Rashidi H, Alexandri P, Knol EF, et al. Estimation of genetic parameters and breeding values across challenged environments to select for robust pigs. *J Anim Sci*. 2015;93(4):1494-1502.
- Heringstad B, Klemetsdal G, Ruane J. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livest Prod Sci*. 2000;64(2-3):95-106.
- Indrebo A. Animal welfare in modern dog breeding. *Acta Vet Scand*. 2008;50(Supl 1):S6.
- Ingvartsen KL, Dewhurst RJ, Friggens NC. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest Prod Sci*. 2003;83(2-3):277-308.
- Irgang R. Limites fisiológicos de melhoramento genético de suínos. 35^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 1998; Botucatu, SP. Botucatu: SBZ; 1998:355-69.
- Jardim JG, Quirino CR, Pacheco A, Lima GRS. Melhoramento genético visando à resistência a mastite em bovinos leiteiros. *Arch Zootec*. 2014;63(R):199-219.
- Jensen P. Behaviour genetics, evolution and domestication. In: Jensen P. *The ethology of domestic animals: an introductory text*. 3 ed. Wallingford: CABI Publishing; 2017. p.13-30.
- Jensen P. *The ethology of domestic animals: an introductory text*. Wallingford: CABI; 2002. 214 p.
- Jensen P, Buitenhuis B, Kjaer J, Zanella A, Mormède P, Pizzari T. Genetics and genomics of animal behaviour and welfare - challenges and possibilities. *Appl Anim Behav Sci*. 2008;113(4):383-403.
- Klug WS, Cummings MR, Spencer CA, Palladino MA. *Conceitos em Genética*. 9^a Edição. Porto Alegre: Artmed; 2010. 896 p.
- Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, et al. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS One*. 2008;3(2):e1545.
- Landsberg G, Hunthausen W, Ackerman L. *Problemas comportamentais do cão e do gato*. São Paulo: Roca; 2005. 504 p.
- LeBlanc S. Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. *J Reprod Dev*. 2010;56(Supl 1):S1-7.
- Lipinski MJ, Froenicke L, Baysac KC, Billings NC, Leutenegger CM, Levy AM, et al. The ascent of cat breeds: Genetic evaluations of breeds and worldwide random-bred populations. *Genomics*. 2008;91(1):12-21.
- MacArthur Clark JA, Potter M, Harding E. The welfare implications of animal breeding and breeding technologies in commercial agriculture. *Livest Sci*. 2006;103(3):270-81.
- Machado Filho LCP, Hötzel MJ. Bem-estar dos suínos. *Seminário Internacional de Suinocultura*; 2000; São Paulo, SP. São Paulo: EMBRAPA-CNPISA; 2000.
- McPherron AC, Lawler AM, Lee SJ. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta super family member. *Nature*. 1997;387:83-90.
- Monnet E. Brachycephalic Airway Syndrome. 29th World Congress of the World Small Animal Veterinary Association. 6-9 out 2004; Rhodes, Grécia [acesso 2 jun 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y98rdnfc>.
- Muir WM, Craig JV. Improving animal well-being through genetic selection. *Poult Sci*. 1998;77(12):1781-8.
- Nelson RW, Couto CG. *Medicina Interna de Pequenos Animais*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006. 1360 p.
- Newberry RC, Gardiner EE, Hunt JR. Behaviour of chickens prior to death from sudden death syndrome. *Poult Sci*. 1987;66(9):1446-50.

- Nicholas FW. Genética básica. In: Nicholas FW. Introdução à genética veterinária. Porto Alegre: Artmed; 2011. 344 p.
- Oliveira KSV, Junqueira VS, Cardoso FF, Sollero BP. Análise comparativa entre estudos de associação genômica em bovinos das raças Hereford e Braford para resistência ao carrapato. Congresso Brasileiro de Zootecnia; 11-13 mai 2016; Santa Maria, SC. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2016.
- Oltenacu PA, Broom DM. The impact of genetic selection for increase milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim Welf.* 2010;19(Supl 1):39-49.
- Parker HG, Kim LV, Sutter NB, Carlson S, Lorentzen TD, Malek TB, et al. Genetic structure of the purebred domestic dog. *Science.* 2004;304(5674):1160-4.
- Parker HG, Dreger DL, Rimbault M, Davis BW, Mullen AB, Carpintero-Ramirez G, et al. Genomic analyses reveal the influence of geographic origin, migration, and hybridization on modern dog breed development. *Cell Rep.* 2017;19(4):697-708.
- Pasternak JJ. Fundamentos da genética. Parte 1. In: Pasternak JJ. Genética molecular humana - Mecanismos das doenças hereditárias. Barueri: Manole; 2002. 512 p.
- Queiroz SA, Albuquerque LG, Lanzoni NA. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir no Brasil. *Rev Bras Zootec.* 2000;29(4):1014-9.
- Rauw WM, Kanis E, Noordhuizen-Stassen EN, Grommers FJ. Underisable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest Prod Sci.* 1998;56(1):15-33.
- Roberts T, McGreevy PD. Selection for breed-specific long-bodied phenotypes is associated with increased expression of canine hip dysplasia. *Vet J.* 2010;183(3):266-72.
- Rooney NJ. The welfare of pedigree dogs: Cause for concern. *J Vet Behav.* 2009; 4(5):180-6.
- Rusbridge C. Neurological diseases of the Cavalier King Charles spaniel. *J Small Anim Pract.* 2005;46(6):265-72.
- Sandøe P, Nielsen BL, Christensen LG, Sørensen P. Staying good while playing God - the ethics of breeding farm animals. *Anim Welf.* 1999;8(4):313-28.
- Santos PA, Reimann F, Sollero B, Minho AP, Cardoso FF. Identificação de genes candidatos relacionados ao carcinoma ocular bovino de acordo com a base de dados MESH (Medical Subject Headings). VII Simpósio de Iniciação Científica da Embrapa Pecuária Sul. Bagé: Embrapa Pecuária Sul; 2017.
- SCAHAW - Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. The Welfare of Cattle Kept for Beef Production. 2001 [acesso 25 jul 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/ycka3ulb>.
- Stratil A, Kopečný M. Genomic organization, sequence and polymorphism of the porcine myostatin (GDF8; MSTN) gene. *Anim Genet.* 1999;30(6):468-70.
- Schlueter C, Budras KD, Ludewig E, Mayrhofer E, Koenig HE, Walter A, et al. Brachycephalic feline noses: CT and anatomical study of the relationship between head conformation and the nasolacrimal drainage system. *J Feline Med Surg.* 2009;11(11):891-900.
- Serpell J. The Domestic Dog: its evolution, behavior and interactions with people. Cambridge: Cambridge University Press; 1995. 284 p.
- Sherwin CM, Brown SN, Haslam SM, Hothersall B, Melotti L, Richards GJ, et al. The consequences of artificial selection of layer hens on their welfare in all current housing systems. UFAW International Symposium; 22-23 jun 2009; Bristol, UK. Bristol: University of Bristol; 2009.
- Sollero BP, Oliveira KV, Santiago GG, Cardoso FF. Seleção de marcadores a partir do estudo de associação genômica ampla para resistência ao carrapato em bovinos das raças Hereford e Braford. Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 7-8 set 2015; Santa Maria, RS. Santa Maria: UFSM; 2015.
- Sparkes AH, Rogers K, Henley WE, Gunn-Moore DA, May JM, Gruffydd-Jones TJ, et al. A questionnaire-based study of pedigree cat breeding in the UK. *J Feline Med Surg.* 2006;8(3):145-57.

- Stafford K. The welfare of dogs. Nova Zelândia: Springer; 2006. 235 p.
- Steiger A. Breeding and welfare. In: Rochlitz I. The welfare of cats. Cambridge: Springer; 2005. p. 259-76.
- Stevenson P. Questões de bem-estar animal na criação intensiva de suínos na União Europeia. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína; 16 nov - 16 dez 2000; Concórdia, SC. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves; 2000.
- Taga A, Taura Y, Nakaichi M, Wada N, Hasegawa T. Magnetic resonance imaging of syringomyelia in five dogs. *J Small Anim Pract.* 2000;41:362-365.
- Teixeira BBM, Costa RF, Sollero BP, Yokoo MJI, Cardoso FF. Herdabilidades e correlações genéticas para critérios de seleção das raças Hereford e Braford. Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 7-8 set 2015; Santa Maria, RS. Santa Maria: UFSM; 2015.
- Turner J. Animal breeding, welfare and society. Londres: Routledge; 2010. 337 p.
- UFAW – Universities Federation for Animal Welfare. Genetic Welfare Problems of Companion Animals. 2018 [acesso 6 jun 2018]. Disponível em: <https://tinyurl.com/ybhb5d3f>.
- Viana FAB, Cronemberger Sobrinho S, Borges KDA, Fulgêncio GD. Aspectos clínicos do entrópio de desenvolvimento em cães da raça Shar Pei. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2006;58(2):184-9.
- Volta A, Manfredi S, Gnudi G, Gelati A, Bertoni G. Polycystic kidney disease in Chartreux cat. *J Feline Med Surg.* 2010;12(2):138-40.
- Wiener P, Smith JA, Lewis AM, Woolliams JA, Williams JL. Muscle related traits in cattle: The role of the myostatin gene in the South Devon breed. *Genet Sel Evol.* 2002;34(2):221-32.
- Whitney M. Managing highly prolific sows. The PigSite; 2009 [acesso 25 jul 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y7gleq2l>.
- Ye X, Brown SR, Nones K, Coutinho LL, Dekkers JC, Lamont SJ. Associations of myostatin gene polymorphisms with performance and mortality traits in broiler chickens. *Genet Sel Evol.* 2007;39(1):73-89.