



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

LIXSY CELESTE BERNARDEZ ORELLANA

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E DE BEM-
ESTAR DE CODORNAS EM GAIOLAS COLETIVAS**

FORTALEZA

2022

LIXSY CELESTE BERNARDEZ ORELLANA

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E DE BEM-
ESTAR DE CODORNAS EM GAIOLAS COLETIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B444p Bernardez Orellana, Lixsy Celeste.
Parâmetros genéticos de características produtivas e de bem-estar de codornas em gaiolas coletivas /
Lixsy Celeste Bernardez Orellana. – 2022.
37 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva..

1. Coturnix japonica. 2. Interações sociais. 3. Comportamentos antagonistas. 4. Efeitos genético
indireto (IGE). 5. Gaiola coletivas. I. Título.

CDD 636.08

LIXSY CELESTE BERNARDEZ ORELLANA

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E DE BEM-
ESTAR DE CODORNAS EM GAIOLAS COLETIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em: 12 / 08 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jeferson Correa Ribeiro
Instituto Federal Goiano (IFG)

A Deus.

A minha família que me ajudou ao longo desta caminhada.

Ao meu tio amado Fernando Bernardez Balletero (*in memoriam*), sem o qual não teria conseguido muitas conquistas na minha vida. Obrigada, tio. Descansa em paz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, criador do universo, pela sabedoria e conhecimento que me deu, a ele seja toda a honra e toda a glória, para sempre.

À Universidade Federal Do Ceará-UFC e ao Programa De Pós-graduação Em Zootecnia, em conjunto com o corpo de professores do Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realizar o curso de mestrado, o qual é uma grande conquista na minha vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, com a concessão da bolsa de estudo do Mestrado.

Em especial, ao professor Dr. Luciano Pinheiro da Silva, que foi extremamente profissional no meu acompanhamento e mostrou-se mais do que um profissional, pelo respeito à minha dificuldade com a língua, pela atenção, dedicação e compromisso dedicados a mim no processo de elaboração deste trabalho, o meu eterno agradecimento.

Aos meus colegas de turma, que não mediram esforços para me ajudar nos momentos em que precisei; aos membros do Setor de Avicultura, Izaías Carlos, Diego Silva e ao Dr. Rafael Nepomuceno pela sua colaboração.

Aos maravilhosos bolsistas do setor de Melhoramento Genético Animal, Ananda Abreu, Laura de Sousa, Matheus Guerra, Lara Ferreira. Meninos, sem vocês não seria possível completar o meu trabalho experimental, nem aperfeiçoar o meu português, desejo o melhor do mundo para vocês. Obrigada por ficarem ao meu lado sempre que eu precisei.

À minha família, em especial a Walter Sorto Orellana, pelo apoio dado em todos os momentos de angústia e alegria ao longo deste curso, amo vocês e são a minha motivação para lutar cada dia.

Ao Wilker Jose Gotay, que sempre foi o motor de minhas esperanças e sonhos, que sempre esteve ao meu lado nos dias e noites mais difíceis durante as minhas horas de estudo. Obrigada, meu amor, por estar sempre presente. Amo-te.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e a persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo” (José de Alencar)

RESUMO

A criação tradicional de codornas é feita em gaiolas coletivas, uma vez que, é possível alojar um maior número de aves em um espaço menor e conseqüentemente, aumentar a lucratividade. No entanto, essa vantagem torna-se desfavorável para o melhoramento genético devido a comportamentos competitivos e agonísticos entre as aves. Assim observa-se uma redução da produção, bem-estar animal desfavorável, problemas de saúde e em casos extremos um aumento na mortalidade. Na genética quantitativa, esse tipo de fenômeno é denominado efeito associativo ou efeito genético indireto (IGE). Além disso, os processos de seleções baseados em massa não levam em conta a interação social, reduzindo a acurácia das estimativas de parâmetros genéticos. Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivos avaliar e comparar estimativas de parâmetros genéticos para efeitos genéticos indiretos associados às características produtivas e de bem-estar de codornas alojadas em gaiolas coletivas a partir de análises uni e multicaracterísticas, sob modelo animal. O experimento foi realizado em duas fases, primeiramente com 50 machos e 150 fêmeas, e na segunda fase com 52 machos e 156 fêmeas oriundos da progênie da geração anterior. Foram alojados em gaiolas coletivas de aço galvanizado, sendo estas gaiolas identificadas do número 1 ao 50, em uma proporção de um macho para três fêmeas em cada gaiola. As aves tinham em torno de 180 dias de idade no início do experimento e somente animais com genealogia conhecida e com ausência de feridas ou outros defeitos fenotípicos foram utilizados no experimento. A fim de permitir que as interações sociais se manifestem, as codornas ficaram duas semanas em fase adaptativa. Após adaptação às características analisadas na genética foram a produção de ovos, agressividade, feridas, dano na plumagem, sobrevivência e variação de peso, por ave, em um mês de coleta de dados. Os resultados obtidos neste estudo mostraram que o modelo associativo comparado com o modelo simples, é muito mais complexo de executar e interpretar. Nas análises de parâmetros de características afetadas pela interação social, foi observado que o modelo associativo fez uma redistribuição do valor das variâncias genéticas, para todas as características avaliadas. Também se observou que, as variâncias genéticas totais atribuídas pelo modelo associativo foram maiores do que os valores encontrados nas variâncias genéticas do modelo simples. Uma explicação para este resultado é que no modelo associativo a variância genética total é composta em um componente genético aditivo direto e um indireto. Neste contexto, concluímos que os modelos que não incluem o efeito social podem gerar resultados menos favoráveis podendo fomentar uma resposta oposta na seleção.

Palavras-chaves: *Coturnix japonica*; comportamentos antagonistas; interações sociais; efeitos genéticos indiretos (IGE); gaiolas coletivas.

ABSTRACT

The traditional raising of quails is done in collective cages since it is possible to house a larger number of birds in a smaller space and consequently increase profitability. However, this advantage becomes unfavorable for genetic improvement due to competitive and agonistic behavior among birds. This leads to reduced production, poor animal welfare, health problems, and in extreme cases increased mortality. In quantitative genetics, this type of phenomenon is called the associative effect or indirect genetic effect (IGE). Furthermore, mass-based selection processes do not take into account social interaction, reducing the accuracy of genetic parameter estimates. Given the above, this research aimed to evaluate and compare estimates of genetic parameters for indirect genetic effects associated with productive and welfare characteristics of quails housed in collective cages from uni and multitrait analyses, under the animal model. The experiment was carried out in two phases, first with 50 males and 150 females and in the second phase 52 males and 156 females from the progeny of the previous generation were housed in collective galvanized steel cages, these cages were identified from a number 1 to 50, in a proportion of one male to three females in each cage. The birds were around 180 days old at the beginning of the experiment and only animals of known pedigree and with no wounds or other phenotypic defects were used in the experiment. To allow social interactions to manifest themselves, the quails stain an adaptive phase for two weeks. After adaptation, the characteristics analyzed in the genetics were egg production, aggressiveness, wounds, plumage damage, survival, and weight variation, per bird, in one month of data collection. The results obtained in this study showed that compared to the simple model, the associative model is much more complex to run and interpret. In the parameter analyses of traits affected by social interaction, it was observed that the associative model redistributed the value of genetic variances, for all the traits evaluated. It was also observed that the total genetic variances assigned by the associative model were greater than the values found in the genetic variances of the simple model. One explanation for this result is due to the fact that in the associative model the total genetic variance is composed of a direct and an indirect additive genetic component. In this context, we conclude that models that do not include the social effect may result less favorable and may encourage an opposite response in selection.

Key words: *Coturnix japonica*; antagonistic behaviors; social interactions; indirect genetic effects (IGE); collective cage

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Visão geral sobre a influência de IGE e DGE sobre características zootécnicas de importância econômica em diferentes espécies domésticas.....	17
Tabela 2 - Pontuação categórica em escala de 3 pontos, para as características produtivas e de bem-estar afetadas pela interação social em codornas de corte em gaiolas coletivas.....	21
Tabela 3 - Visualização de análises uni variadas em característica de codornas de corte em gaiolas de reprodução, sob efeitos genéticos diretos (DGE). Via amostragem de Gibbs. Soluções BLUP.....	23
Tabela 4 - Estimativas de parâmetros genéticos para características afetadas por interações sociais em gaiolas de reprodução, sob efeitos genéticos diretos (DGE) e efeitos associativos (IGE). Via amostragem de Gibb, Soluções BLUP.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGR	Agressividade
BLUP	Best linear unbiased Prediction
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Cov	Covariância
DBV	Variância genética aditiva
DGE	Traduzido do inglês <i>Direct Genetic Effects</i>
DPM	Dano na plumagem
FER	Ferida
h^2	herdabilidade
IGE	Traduzido do inglês <i>Indirect Genetic Effects</i>
r	Correlação
SOB	Sobrevivência
SBV	Variância genética aditiva social
TVB	Variância genética total
UFC	Universidade Federal Do Ceará
VPO	Variação de peso
σ_g	Efeito de gaiola
σ_r	Variância residual
τ^2	Variância fenotípica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1	Produtividade e bem estar nas aves.....	15
3.2	Interação social.....	16
3.3	Efeitos genéticos indiretos ou associativos.....	17
3.4	Efeitos genéticos indiretos (IGE) ou associativos em aves.....	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÕES	27
	REFERÊNCIAS	29
	ANEXO A - AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO SOCIAL	34

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção de ovos predominante no Brasil e no mundo é o intensivo, com gaiolas convencionais em galpões abertos, principalmente nas granjas verticalizadas. Dentro desse sistema de produção, existem dois tipos predominantes de instalações: piramidais (64%), conhecidos como modelo californiano, e os verticais (36%), diferenciando-se pelas disposições das gaiolas (SILVA, 2019). Esse sistema de produção apresenta vantagens como: menor custo produtivo e maior facilidade de manejo. Além de, facilitar a coleta de ovos, pois a sua instalação zootécnica permite que os ovos rolem e caiam à frente das gaiolas, assim, observa-se uma alta quantidade de ovos limpos (AMARAL et al., 2016).

O sistema convencional de produção de ovos, seja para fins comerciais ou até mesmo para consumo próprio, é realizado de forma coletiva, onde vários animais ficam alojados em uma mesma gaiola (SILVA, 2020). Esse sistema, tem sido alvo de críticas relacionadas ao bem-estar animal, especialmente por oferecer espaços reduzidos de alojamento, limitando assim, os comportamentos naturais das aves (AMARAL et al., 2016; GROOT; BASILIA ZOCARATO VIZÚ, 2021). Nas aves criadas em gaiolas coletivas, a competição por alimentos ou espaço (SANTOS et al., 2011) torna mais evidente a ocorrência dos comportamentos antagonistas, como a agressividade, canibalismo, bicagem (LEANDRO et al., 2005; MUIR, 2005; ELLEN et al., 2008) danos na plumagem, feridas (RODENBURG et al., 2013; ZHU et al., 2021) e nos casos extremos, a morte (CRAIG; MUIR, 1996), tudo isso gera, problemas de bem-estar, de saúde e econômicos na produção avícola comercial (ELLEN; BIJMA, 2019).

Além disso, as interações sociais entre aves na mesma gaiola contribuem para a variação hereditária nas características (CRAIG; MUIR, 1996; MUIR, 2005; ELLEN et al., 2008; BERGSMA et al., 2008; BIJMA, 2014). Isto ocorre quando os comportamentos expressos em um indivíduo social influenciam a expressão das características fenotípicas de outro indivíduo focal, criados nas mesmas condições (BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007; BIJMA, 2010; TRUBENOVÁ; NOVAK; HAGER, 2015). Este fenômeno na genética quantitativa, é denominado efeito associativo ou efeito genético indireto (IGE), traduzido do inglês *Indirect Genetic Effects* (WALSH; LYNCH, 2018).

Apesar da evidência que as interações sociais podem influenciar as características produtivas e de bem-estar em animais alojados em grupos (CRAIG; MUIR, 1996; MUIR, 2005; ELLEN et al., 2008; BERGSMA et al., 2008; BIJMA, 2014) os métodos de seleção atualmente usados no melhoramento genético, como a seleção individual, de grupo ou a seleção baseada

em informações de parentes, consideram apenas os efeitos genéticos diretos (DGE), traduzido do inglês *Direct Genetic Effects*. Com exceção dos efeitos maternos que são os efeitos genéticos indiretos (IGE) mais conhecidos (BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007; ELLEN, 2009).

Nesse contexto, esse modelo clássico torna-se ineficiente para determinar os animais geneticamente superiores e para melhorar as características afetadas pelas interações sociais entre os indivíduos (ELLEN, 2009). Consequentemente, isso pode resultar em decisões de melhoramento inadequadas (MUIR, 2005). Visto que, as análises clássicas podem perder componentes importantes da variação hereditária. Nesse contexto BIJMA, (2011), sugere uma nova abordagem geral para a estimação da variação hereditária, nessa definição, os métodos de seleção levam em consideração tanto os efeitos genéticos diretos (DGE) quanto os efeitos genéticos indiretos (IGE) garantindo a seleção efetiva contra os comportamentos prejudiciais em grupos de animais (ELLEN et al., 2014).

Na atualidade, avaliações genéticas modernas já vem sendo inseridas no modelo animal para obtenção de soluções BLUP para efeitos associativos além do tradicional BLUP para efeitos genéticos aditivos e solução simultânea para possíveis outros efeitos aleatórios e fixos (MUIR, 2005). Diversos estudos de seleção considerando efeitos genéticos diretos (DGE), bem como os efeitos genéticos indiretos (IGE) em aves poedeiras, já foram realizados, mostrando que características socialmente afetadas pelas interações sociais podem ser melhoradas (MUIR, 1996; MUIR, 2005).

Atualmente, com base nas características de bem estar e importância econômica na produção de codorna *Coturnix japonica* alojadas em gaiolas coletivas, até o momento, nenhum estudo tinha sido realizado. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho, foi estimar os parâmetros genéticos aditivos diretos e associativos para agressividade, feridas, dano na plumagem, tempo de sobrevivência e variação de peso.

2 OBJETIVO GERAL

- Estimar parâmetros genéticos aditivos diretos e associativos para características produtivas e de bem-estar de codornas em gaiolas coletivas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer um sistema de avaliação genética mais acurado de animais criados em gaiolas coletivas;
- Apresentar dados que beneficiem a produção e melhoramento animal apropriados para espécies em que a cadeia produtiva está em fase de estruturação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A coturnicultura tem como objetivo criar, melhorar e promover a produção de codornas para ovos e proteína animal. Nos últimos anos, a exploração dessa cultura tornou-se uma atividade em ascensão, mostrando amplas perspectivas de comercialização e industrialização (VÁSQUEZ; BALLESTEROS, 2007). Desde a sua implantação como atividade avícola, acarretou em uma maior demanda ao apresentar fatores motivantes nos processos de criação como: a alta produtividade (média de 300 ovos/ano), o rápido crescimento, alta precocidade sexual (35 a 42 dias), o baixo investimento que possibilita um rápido retorno econômico (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012; VIOLA et al., 2018; SILVA et al., 2018).

As codornas são aves menores, pertencem à ordem dos Galináceos, família das *Faisânidas*, subfamília dos *Perdicinae* e do gênero *Coturnix*, as espécies mais conhecidas e difundidas são as linhagens *Coturnix japônica* e *Coturnix coturnix* (NASCIMENTO et al., 2021). De acordo com LUKANOV et al. (2020), as codornas apresentam grande variação de peso corporal em relação ao tipo produtivo. Assim, três tipos produtivos podem ser distinguidos: leve (postura de ovos), pesada (tipo carne) e dupla finalidade.

A coturnicultura relacionada à produção de ovos é feita em gaiolas individuais ou coletivas, tanto nos primeiros períodos de crescimento quanto de postura (BADAWI, 2017; VIOLA et al., 2018).

A criação em gaiolas individuais é mais aplicada nos estudos de melhoramento genético e núcleos de seleção, pela necessidade da obtenção de informação do valor genético para características de interesse zootécnico, detectadas através de métodos modernos como índice de seleção ou BLUP (NARINC; AYGUN; SARI, 2013). No entanto, na produção comercial preferem-se gaiolas coletivas, pois codornas criadas em gaiolas em série apresentaram maior produção de ovos (M.M. et al., 2015; BADAWI, 2017; ALAM et al., 2008)

Segundo SILVA (2020), quando as codornas são criadas em grupos coletivos, os ovos são coletados sem a identificação correta da codorna que realizou a postura, portanto, não haverá informações sobre o número total de ovos individuais da produção.

A falta de informações sobre uma característica configura-se um problema dentro dos programas de melhoramento genético, visto que a obtenção de variáveis de produção de ovos, características de qualidade interna e externa, são importantes. Elas são determinantes para a seleção de características reprodutivas apresentadas pelas próximas gerações, bem como, o desenvolvimento de linhagens superiores e estimação de parâmetros genéticos baseadas nas avaliações de características produtivas realizadas (TYSKA, 2017).

3.1 Produtividade e bem-estar nas aves

A vida em grupo aumenta a quantidade de estimulação social, conseqüentemente as mudanças nos níveis de hormônios plasmáticos e vitelinos podem ter efeitos profundos na fisiologia, no comportamento e no desempenho reprodutivo das aves. Nesta circunstância, sabe-se que animais em condições de estresse produzem menos (LANGEN; VON ENGELHARDT; GOERLICH-JANSSON, 2017).

A finalidade dos programas de melhoramento genético é maximizar a produtividade ou o mérito individual das aves. No entanto, a produção e conseqüentemente a reprodução pode ser comprometida devido as diferentes interações sociais agonísticas entre as codornas criadas em gaiolas coletivas. Alguns comportamentos dos animais dentro do grupo podem reduzir o crescimento de outros membros ou parceiros do mesmo grupo, por causa da competição por alimentos e espaço físico que afetam o conforto e a saúde dos animais (SANTOS et al., 2011; ALVES, 2012). Nesse sentido, novos modelos de seleção a serem utilizados, se tornam necessárias com vista a proporcionar bem-estar nas aves e garantir a expressão do seu potencial genético.

O modelo associativo, para obtenções de soluções BLUP é utilizado para avaliar o impacto das interações sociais num grupo determinado para produção (MUIR, 2005; BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007). Sabe-se que comportamentos como o cuidado materno ou efeito materno, (BERNARDO, 1996) ou a competição (BERGSMA et al., 2008; SANTOS et al., 2011), podem ter um impacto no desempenho de características produtivas e no bem-estar social daqueles animais criados em sistema de reprodução baixos e intensos (ELLEN, 2009).

3.2 Interação social

Considera-se, por interação social, toda ação através do qual os indivíduos interagem uns com os outros, num determinado ambiente físico (HE; MALDONADO-CHAPARRO; FARINE, 2019). Sendo cada indivíduo parte de uma rede de interações sociais que variam em força, tipo e dinâmica. Onde indivíduos de alto escalão tendem a receber menos comportamentos agonísticos do que indivíduos de baixo escalão (SUEUR; MERY, 2017).

Tais interações geram um ambiente social no nível populacional que, por sua vez, seleciona estratégias comportamentais no nível individual (KRAUSE; LUSSEAU; JAMES, 2009). O comportamento de qualquer espécie é composto de comportamentos inatos e adquiridos. O inato é composto por padrões comportamentais típicos de um gênero ou espécie que são herdados completamente (comportamentos alimentares, mecanismos de reprodução e alerta, entre outros). Já o adquirido inclui todos aqueles comportamentos que são adquiridos ao longo da vida, através da aprendizagem. A motivação para manifestar um comportamento depende da interação de fatores internos e externos, o compartilhamento de um espaço físico, alimentos ou qualquer recurso (LAMA; CVABODNI, 2008).

A competição e outros comportamentos sociais são características definidas por atributos de grupo e tem uma conexão entre si, pois o genótipo (e, portanto, o fenótipo) de um indivíduo pode influenciar o valor de um caractere do outro (BERGSMA et al., 2008). Afetando a produtividade, a saúde e o bem-estar (ELLEN, 2009). Por exemplo nos animais, tais interações não apenas reduzem o crescimento e a produção, mas também podem resultar em ferimentos e até a morte (MUIR, 2005).

Experimentos realizados por BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, (2007) mostram que a interação social entre os indivíduos pode criar variações hereditárias substanciais. Quando dentro do ambiente, o componente do fenótipo do indivíduo focal pode ter algum componente herdável (com base na contribuição de algum outro indivíduo), permitindo-lhe que alguma parte do componente ambiental evolua junto com as características focais. Nesse contexto o fenótipo do indivíduo focal pode ser dado por dois tipos de efeitos, direto e indireto ou associativo (ELLEN, 2009). Entende-se por efeito direto a influência ou impacto sobre o fenótipo do indivíduo focal, que possa ser atribuído diretamente ao seu genótipo (BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007), e o efeito indireto ou associativo pode ser interpretado como um efeito ambiental hereditário fornecido por associados ao indivíduo focal criados nas mesmo condições (WOLF et al., 1998).

3.3 Efeitos genéticos indiretos ou associativos

As interações sociais fazem com que os fenótipos dos indivíduos dependam de genes carregados por outros indivíduos (BIJMA, 2010a). Na literatura, esses efeitos são referidos como efeitos genéticos indiretos (IGE) ou efeitos sociais (GRIFFING, 1967; MOORE; BRODIE III; WOLF, 1997; MUIR, 2005; BIJMA, 2010). A existência de IGE muda a relação genótipo-fenótipo, alterando o processo evolutivo de forma dramática (WOLF et al., 1998), devido às profundas influências dos genes de um parceiro para o outro, na expressão de características de desempenho, produção e bem-estar (MUIR, 2005; ELLEN et al., 2008).

Um IGE é um efeito hereditário de um indivíduo sobre o valor da característica de outro (BIJMA, 2014), dentro da população. Onde os indivíduos podem ser tanto o parceiro social quanto o indivíduo focal. Nesse contexto, os genes para quaisquer características estão presentes em todos os indivíduos, e todas as características podem ser expressas por todos os indivíduos dentro da população (MOORE; BRODIE III; WOLF, 1997).

O IGE mais conhecido é o efeito materno, este compreendem uma classe de efeito fenotípico que os pais têm sobre os fenótipos de seus filhos que não estão relacionados ao próprio genótipo dos filhos (BERNARDO, 1996). Por exemplo, em codornas a exposição dos pais ao óleo cru via dieta, impacta alguns aspectos do desempenho fisiológico dos filhos (BAUTISTA et al., 2021). Outros exemplos de IGE são descritos na Tabela N° 1. Atualmente, o conhecimento da magnitude dos IGE é limitado, mais estudos são necessários para entender a relevância dos IGE para o melhoramento genético na pecuária, aquicultura e plantas (BIJMA, 2010b).

Tabela 1: Diversas pesquisas foram realizadas para avaliar as características socialmente afetadas por efeitos genéticos indiretos ou associativos (IGE) e diretos (DGE). Essa tabela fornece uma visão geral sobre a influência destes efeitos sobre características de importância econômica em diferentes espécies domésticas.

Espécies	Efeitos genéticos diretos e indiretos
	<p><u>Tempo de sobrevivência - Ellen et al., (2008)</u></p> <p>Uma galinha depende em grande parte de sua própria capacidade genética de evitar ser vítima de bicagem (efeito genético direto; DGE) assim como</p>

<p>Aves</p>	<p>depende da predisposição genética da tendência de seus companheiros para bicarem (efeito genético indireto; IGE).</p> <p><u>Mortalidade devido ao canibalismo - Muir (2005); Ellen (2009)</u></p> <p>A mortalidade devido a interações canibais em galinhas domésticas é uma das maiores preocupações no bem-estar animal. O ato de picar da ave agressora corresponde ao IGE e a posição de vítima da afetada é o DGE.</p> <p><u>Comportamento agressivo e competitivo - Muir; Cheng (2004)</u></p> <p>Galinhas com genética superior são mais propensas a apresentar altos níveis de comportamento agressivo e competitivo (DGE), o uso dessas galinhas reflete no desempenho de seus companheiros que apresentam comportamentos medrosos e subordinados (IGE).</p>
<p>Suíños</p>	<p><u>Comportamento agonístico - Camerlink et al. (2013)</u></p> <p>Quando os animais são realocados e reagrupados, as interações entre os indivíduos incluem brigas, mordidas, pancadas na cabeça e agressão ao alimentador (DGE) o que leva a consequências negativas no bem-estar, como estresse, lesões de pele, em algumas ocasiões extremas, até a morte do animal (IGE).</p>
<p>Vison-americano</p>	<p><u>Escore de mordidas - Alemu et al. (2014)</u></p> <p>O número de marcas de mordida carregadas em um indivíduo (IGE) depende do comportamento agressivo dos membros de seu grupo (DGE).</p>
<p>Veados (<i>Cervus elaphus</i>)</p>	<p><u>Dominância social - Wilson et al. (2011)</u></p> <p>Nas lutas entre veados vermelhos, os vencedores são indivíduos dominantes que apresentam comportamentos agonísticos (DGE) no entanto, os derrotados são subordinados que recebem ameaças de nariz e orelha, deslocamentos, chutes, socos, mordidas e perseguições (IGE).</p>

3.4 Efeitos genéticos indiretos ou associativos (IGE) em aves

A criação de aves, tanto para produção de ovos como para reprodução, é feita de forma coletiva, onde vários animais ficam alojados em uma mesma gaiola (SILVA, 2020). Nesse tipo de locação, as interações sociais positivas como: a cooperação e o comportamento maternal são muito comuns, bem como as negativas, como por exemplo: a competição e a agressão, sendo esta última a interação mais comum no ecossistema animal (ELLEN et al., 2014).

O número de aves por gaiola em um determinado grupo pode influenciar a taxa de produção de ovos, a variação do peso dos animais por efeitos associativos (CRAIG; MUIR, 1996), devido à presença de machos diferentes na mesma gaiola e a competição entre machos por fêmeas (SANTOS et al., 2011). Além disso, tornam-se mais evidentes os comportamentos antagonistas, como a agressividade, canibalismo e a bicagem (LEANDRO et al., 2005; MUIR, 2005; ELLEN et al., 2008), além de causar danos na plumagem pela perda de penas nas costas, cloaca e área da cauda, o que leva à aparição de crostas e bicagem canibal na pele, que podem causar feridas e dor (RODENBURG et al., 2013). Assim, nos casos mais extremos resultam em mortalidade (CRAIG; MUIR, 1996; ELLEN et al., 2008) que levam a problemas econômicos e de bem-estar na produção avícola comercial (ELLEN et al., 2019).

O efeito dos genes expressos em um indivíduo social, em características fenotípicas de outro indivíduo focal, é conhecido como efeitos genéticos indiretos (IGE) ou efeitos sociais (BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007; BIJMA, 2010b; BIJMA, 2010a; TRUBENOVÁ; NOVAK; HAGER, 2015). São fator chave para entender a seleção multinível e a evolução das interações sociais entre indivíduos não parentes (WOLF et al., 1998; BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007; BIJMA et al., 2007; BIJMA, 2010b; (MUIR; BIJMA; SCHINCKEL, 2013; TRUBENOVÁ; NOVAK; HAGER, 2015).

4 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), no Programa de Melhoramento Genético Animal, localizado no município de Fortaleza, Ceará. Todas as aves utilizadas neste experimento pertencem à espécie *Coturnix japonica* e são mantidas sob controle de pedigree por 17 gerações e pertencem à linhagem desenvolvida na UFC.

As aves foram criadas desde o nascimento até a seleção de reprodutores, identificados individualmente no momento da eclosão. As codornas foram criadas em piso de concreto coberto com cama maravalha. A temperatura adequada foi fornecida por meio de aquecimento elétrico. A ração utilizada foi elaborada seguindo as recomendações de SILVA et al., (2012) e água inicialmente foi fornecida em bebedouros tipo copo e posteriormente tipo nipple, ambos servidos à vontade. Aos 28 dias, as aves foram alojadas em gaiolas individuais de arame galvanizado com água e ração adequada à fase de postura até a transferência para gaiolas coletivas.

O experimento foi desenvolvido em duas fases, primeiramente com 50 machos e 150 fêmeas de duas eclosões da mesma geração. Foram alojados em gaiolas coletivas de aço galvanizado, sendo estas gaiolas identificadas do número 1 ao 50, em uma proporção de um macho para três fêmeas em cada gaiola. Na segunda fase 52 machos e 156 fêmeas oriundos da progênie da geração anterior foram utilizadas, mantendo o número e proporção sexual nas gaiolas. As aves tinham em torno de 180 dias de idade no início do experimento e somente animais com genealogia conhecida e com ausência de feridas ou outros defeitos fenotípicos foram utilizados no experimento.

A fim de permitir que as interações sociais se manifestem, as codornas ficaram duas semanas em fase adaptativa nas gaiolas coletivas. Após adaptação, as características analisadas na genética foram a produção de ovos, feridas, dano na plumagem, agressividade, sobrevivência e variações do peso corporal, por ave, em um mês de coleta de dados.

4.1 Coleta de dados

Na coleta de dados para avaliação da variância do peso todas as codornas foram pesadas no início e ao final do experimento, o peso foi registrado em balança digital com precisão de 0,01g. As características de feridas, dano de plumagem e comportamento, foram avaliadas por um método de pontuação em uma escala de três categorias, conforme método adaptado de BUTTERWORTH et al., (2009), ilustrada na Tabela 2.

Na avaliação do tempo de sobrevivência, as codornas mortas não foram substituídas. Para as codornas ainda vivas no final do experimento, os dados foram considerados como censurados por não ser conhecida a data exata da morte (ELLEN et al., 2008).

Tabela 2: Pontuação em uma escala de 3 pontos, para características categóricas em codornas de corte.

Metodologia	Classificação
<p>Agressividade: foi definida como a ação de brigar, bicar, canibalismo e perseguição entre codornas subordinadas e dominantes.</p> <p>(quando a ocorrência fosse mais de duas vezes).</p>	<p>0- Sem evidências de comportamento agressivo</p> <p>1- Evidência de um comportamento agressivo</p> <p>2 -Evidência de um comportamento recessivo</p>
<p>Feridas: todas as codornas foram examinadas na cabeça, pescoço e cauda na procura de feridas ou bicadas.</p> <p>Não foram consideradas lesões curadas (cicatrizes).</p>	<p>0- Nenhuma evidência de feridas de bicada</p> <p>1 - Menos de 3 feridas ou bicada</p> <p>2 - Mais de 3 feridas ou bicadas</p>
<p>Dano da plumagem: Foram escolhidas 3 partes do corpo, cada parte fornece informações sobre a causa do dano.</p> <p>Danos nas penas das costas e cauda: geralmente indicam bicadas.</p> <p>Danos das penas na cabeça e do pescoço: podem ser causados por abrasão.</p> <p>Danos nas penas da barriga podem ser vistos em animais altamente produtivos.</p>	<p>1- Desgaste moderado, ou seja, penas danificadas (gastas ou deformadas) ou mais de uma área sem penas com <5 cm de diâmetro na maior extensão</p> <p>2- Pelo menos uma área sem penas ≥ 5 cm de diâmetro na maior extensão</p> <p>3- Nenhum ou leve desgaste, plumagem quase completa ou faltando apenas algumas penas individuais.</p>

4.2 Análises dos efeitos diretos e associativos

Parâmetros genéticos para efeitos diretos e associativos foram obtidos a partir de análises uni e multicaracterísticas sob modelo animal para as características de comportamento agressivo, feridas, dano da plumagem, tempo de sobrevivência e variação de peso corporal conforme proposto por Ellen et al., (2010). Como efeitos fixos foram considerados os efeitos de geração e eclosão do grupo a ser manejado, bem como o efeito de gaiola. Os modelos animais com efeitos associativos utilizados foram baseados na metodologia desenvolvida por Muir (2005) e os parâmetros genéticos foram obtidos usando o programa thr gibbsf90 (MASUDA, 2019).

4.2 Modelo associativo

O modelo é representado como:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_D\mathbf{D} + \mathbf{Z}_{A^g}\mathbf{A}^g + \mathbf{Z}_{A^e}\mathbf{A}^e + \boldsymbol{\varepsilon}$$

em que: \mathbf{Y} é o vetor de fenótipos registrados (produção individual de ovos, variação no peso corporal e tempo de sobrevivência); $\boldsymbol{\beta}$ é o vetor de efeitos fixos (geração/eclosão da ave); \mathbf{X} é a matriz de incidência dos efeitos fixos; \mathbf{D} é o vetor de efeitos genéticos diretos aleatórios; \mathbf{Z}_D é a matriz de incidência de efeitos aleatórios sobre \mathbf{D} ; \mathbf{A}^g é o vetor de efeitos genéticos associativos para todos os animais presentes com relação de parentesco; \mathbf{Z}_{A^g} é a matriz de incidência de efeitos associativos de origem genética (parentes); \mathbf{A}^e é o vetor de efeitos associativos ambientais; \mathbf{Z}_{A^e} é a matriz de incidência que relaciona a presença física do animal na mesma gaiola; e $\boldsymbol{\varepsilon}$ é o vetor de efeitos ambientais aleatórios.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros genéticos para característica de agressividade, ferida, dano da plumagem, tempo de sobrevivência, peso inicial, peso final, variação de peso, tem sido ilustrado na Tabela 3. A análise uni característica foi realizada com as sete características medidas para estimativa de herdabilidades.

Sob o modelo associativo foram calculados parâmetros genéticos para características que podem influenciar a produção de ovos devido a interações sociais em codorna alojadas em gaiolas coletivas, os resultados encontram-se na Tabela: 4. As avaliações realizaram-se com um modelo associativo que inclui os efeitos genéticos diretos (DGE) e associativos (IGE)

Na comparação entre o modelo associativo e o modelo simples, diferenças significativas foram observadas na variância genética e residual com base na inclusão de DGE e IGE.

Tabela 3: Visualização de análises univariadas em característica de codornas de corte em gaiolas de reprodução, sob efeitos genéticos diretos (DGE). Via amostragem de Gibbs. Soluções BLUP.

Característica	h^2	Intervalo de Confiança 95%	Intervalo de Confiança 50%	Média	Variância genética	Variância residual
Agressividade	0,15	[0,01, 0,32]	[0,08, 0,20]	0,13	0,11	0,58
Ferida	0,03	[0,00, 0,09]	[0,01, 0,04]	0,02	0,53	0,16
Dano da plumagem	0,17	[0,00, 0,32]	[0,11, 0,23]	0,17	0,12	0,57
Sobrevivência	0,32	[0,12, 0,52]	[0,25, 0,39]	0,32	9,89	194,14
Peso inicial	0,37	[0,15, 0,60]	[0,28, 0,44]	0,37	317,38	545,84
Peso final	0,24	[0,04, 0,45]	[0,17, 0,32]	0,23	231,47	704,06
Variação de peso	0,09	[0,00, 0,24]	[0,04, 0,13]	0,07	64,6	614,78

De acordo com as herdabilidades estimadas na Tabela 3. O comportamento agressivo em codorna apresenta uma h^2 de 0,15 com intervalo de credibilidade de 95% de (0,01, 0,32), este resultado indicou que este tipo de comportamento é mais influenciado pela variância ambiental do que pela variância genética. Isso já era esperado porque a manifestação de comportamentos agressivos depende de fatores ambientais como: o espaço de alojamento, alimentação, o número de aves por gaiola, à presença de machos diferentes na mesma gaiola e competição entre machos por fêmeas (SANTOS et al., 2011). Sabe-se que na produção avícola, as aves com genética superior são mais propensas a apresentar altos níveis de comportamento agressivo e competitivo e o uso dessas codornas reflete no desempenho de seus companheiros (MUIR; CHENG, 2004) devido as interações sociais onde, podem-se desenvolver bicadas nas penas, o que pode causar danos na plumagem, feridas e nos casos extremos, mortalidade devido ao canibalismo (MUIR, 2005; ELLEN et al., 2014).

Embora a herdabilidade para ferida seja muito baixa h^2 de 0,03 com intervalo de credibilidade de 95% de (0,00, 0,09), nota-se que a variância genética é maior 0,53 do que a variância residual de 0,16. Isto nos indica que as feridas estão mais relacionadas à suscetibilidade da ave de receber algum tipo de agressão, por exemplo bicadas e canibalismo (ELLEN; BIJMA, 2019). Também podem-se associar à ordem social na população, entre indivíduos dominantes e de submissão (CAMPOS, 2000).

Em codornas de corte o dano da plumagem apresentou uma h^2 de 0,17 com intervalo de credibilidade 95% de (0,00, 0,32). Observa-se que a variância residual é 0,57 maior do a variância genética 0,12, esse resultado mostrou que o dano da plumagem em codornas deve-se mais a frequência dos companheiros de gaiola em bicar as penas. Os resultados de herdabilidade neste estudo estão dentro da faixa de resultados obtidos por RODENBURG et al., (2003), em galinhas poedeiras, observaram estimativas de h^2 que variam entre 0,15 para um dano leve a 0,30 nos casos extremos.

Por outro lado, estudos realizados por ZHU et al., (2021) em áreas específicas para danos de plumagem em galinhas mostram herdabilidades 0,09 em pescoço e 0,22 em cauda .

Na análise de sobrevivência, a herdabilidade foi de magnitude moderada de 0,32 com um intervalo de credibilidade de 95% (0,12, 0,52), este resultado assemelha-se aos obtidos por ROKOUEI et al., (2021), na análise de sobrevivência de codornas desde o nascimento até os 42 dias de idade, observaram herdabilidade (com base em dias) na análise de característica única de 0,137 a 0,298.

Neste estudo, notou-se que a variância genética é 9,89 extremamente baixa em comparação com a variância residual 194,14 esses resultados indicam que a sobrevivência depende mais dos fatores ambientais, como: o manejo, a ração, as interações sociais, fotoperíodo.

A herdabilidade para o peso das codornas adultas no início do experimento foi de magnitude moderada de 0,37 com um intervalo de credibilidade que varia entre (0,15, 0,60). O nosso resultado é maior do que a herdabilidade descrita por ROKOUEI et al., (2021) para peso de codorna adulta, na análise de uma única característica. Eles observaram coeficientes de herdabilidade variando de 0,14 a 0,31 no estudo de sobrevivência e relação do peso corporal e ganho médio diário em codornas japonesas. No entanto SILVA et al., (2013) relataram valores intermediários aos resultados de herdabilidade em um estudo sobre a trajetória genética do crescimento de codornas de corte, encontrando coeficientes de herdabilidade de 0,33 peso corporal aos 42 dias.

As mudanças dos componentes de variância e a herdabilidade do peso inicial ao peso final nas codornas na conclusão deste experimento, foi extremamente significativa. A herdabilidade mudou de moderada 0,37 a baixa 0,24 com um intervalo de credibilidade 95% de (0,04, 0,45). Além disso, observa-se que a variância residual teve um aumento a 704,06 e a variância genética conseqüentemente diminuiu para 231,47. A razão desta diferença pode ser explicada pelas interações sociais desfavoráveis entre os animais, e a perda de peso nas codornas, o qual aumenta o risco de mortalidade (ALMEIDA, 2020) e conseqüentemente diminui a produção.

Tabela 4: Estimativas de parâmetros genéticos para características afetadas por interações social em gaiolas de reprodução, sob efeitos genéticos diretos (DGE) e efeitos associativos (IGE). Via amostragem de Gibbs. Soluções BLUP.

MODELO SOCIAL	DBV	SBV	TVB	σ_g	σ_r	h^2	τ^2	Cov DBV*SBV	R
AGR	0,209	0,013	0,222	0,038	0,618	0,238	0,167	-0,020	-0,374
FER	0,0136	0,0016	0,015	0,0122	0,1769	0,067	0,102	0,0006	0,1240
DPM	0,174	0,011	0,186	0,042	0,541	0,227	0,128	-0,024	-0,549
SOB	107,44	10,364	117,804	13,795	145,4	0,388	0,166	-20,831	-0,624
VPO	101,81	7,4638	109,274	25,357	557,89	0,147	0,161	-0,70893	-2,57E-02

AGR: Agressividade; **FER:** Ferida; **DPM:** Dano na plumagem; **SOB:** Sobrevivência; **VPO:** Variação de peso; **DBV:** Variância genética aditiva; **SBV:** Variância genética aditiva social; **TVB:** Variância genética total; **σ_g :** Efeito de gaiola; **σ_r :** Variância residual; **h^2 :** herdabilidade; **τ^2 :** Variância fenotípica; **Cov DBV*SBV:** Covariância entre DBV*SBV; **r:** Correlação entre DBV/SBV.

Em codornas sob gaiola de reprodução, a magnitude das interações tornam-se muito evidentes (LEANDRO et al., 2005), neste estudo avaliamos características afetadas por interações sociais, sendo o tempo de sobrevivência, a característica com maior variância genética total, seguida da variação de peso, agressividade e dano de plumagem, a menor variância genética observada foi para feridas (Tabela 4).

Nota-se que para todas as características estudadas a variância genética direta (DBV) foi muito maior do que os valores observados na variância genética social (SBV). Isto pode ser devido ao fato que receber ou realizar um comportamento está mais relacionada com o genótipo do indivíduo. Além disso foi observado que a maior variância aditiva social era para características ligadas a comportamentos competitivos por alimentação ou espaço como são, tempo de sobrevivência e variação de peso. A menor variância aditiva social observada foi para feridas, esse resultado pode ser devido a presença da característica não depender só de um ambiente social entre parceiros, as feridas podem ter causas externas nas aves, por exemplo a debicagem por lâmina (LEANDRO et al., 2005)

Para o efeito em gaiola, a variação de peso é a característica mais afetada, seguida do tempo de sobrevivência, isso pode ocorrer devido a essas características dependerem tanto de fatores sociais quanto de ambientais. A característica menos afetada foi a ferida com 0,0122 o motivo pode ser porque dentro de uma gaiola animais de baixo escalão tendem a receber mais comportamentos agonísticos, por exemplo feridas causadas por animais de alto escalão dominantes (SUEUR; MERY, 2017).

Covariâncias genéticas entre efeitos diretos e indiretos encontradas neste estudo são negativas, sendo o tempo de sobrevivência a maior covariância observada e ferida a única característica que apresenta uma covariância nula de 0,0006. BIJMA., et al (2007) sugerem que

covariâncias genéticas negativas entre DBV e SBV derivam da competição hereditária entre os indivíduos, onde animais com valores genéticos positivos para seu próprio fenótipo tendem a ter influência negativa sobre os fenótipos de seus parceiros. Assim a variação herdável total pode ser reduzida e conseqüentemente ocasiona-se uma resposta oposta na seleção de características desejadas.

Correlação genética dos componentes diretos e indiretos resultaram moderadamente negativas, desfavorável para tempo de sobrevivência, dano na plumagem e agressividade. Assim quanto mais comportamentos diretos agonistas uma codorna apresentar, maior será a ocorrência dos efeitos indiretos que contribuiram ao fenótipo do indivíduo focal (MOORE; BRODIE III; WOLF, 1997; MUIR, 2005; BIJMA; MUIR; VAN ARENDONK, 2007; ALEMU et al., 2014), conseqüentemente pode-se esperar um maior número de aves mortas e com danos na plumagem devido ao canibalismo ou bicagem de aves mais agressivas (RODENBURG et al., 2003; ELLEN, 2009).

Para a variação de peso foi encontrada uma correlação alta negativa e desfavorável, esse resultado indica que a capacidade de ganhar ou perder peso em codornas, está relacionada a interação social entre os indivíduos e a competição alimentar ou por espaço (SANTOS et al., 2011). Resultados semelhantes foram descritos por MUIR, (2005) no experimento de peso com aves em seis semanas, foi estimado uma correlação genética entre os efeitos diretos e associativos moderados a grande e negativa -0,56 a única correlação positiva mais baixa entre os efeitos diretos e indiretos foi para feridas, isto pode ser porque as feridas dependem exclusivamente do ambiente social para serem manifestadas.

Parâmetros de herdabilidade analisados pelo modelo social foram superiores a herdabilidades estimadas pelo modelo simples, o tempo de sobrevivência apresentou uma h^2 moderada de 0,388. Para codornas em reprodução, parâmetros para tempo de sobrevivência com uso de modelos com efeitos diretos e indiretos ainda não foram realizados. No entanto, os resultados do presente estudo são maiores que os encontrados por ELLEN et al., (2008) na avaliação de dias de sobrevivência em galinhas poedeiras, foi descoberto que ao considerar apenas os efeitos diretos, herdabilidades variaram de 2 a 10% e ao considerar os efeitos diretos e associativos, aumentaram de 6 a 19%. Esses resultados mostram que a variação hereditária nos dias de sobrevivência é maior do que o sugerido pelos modelos clássicos de efeitos diretos. PEETERS et al., (2012), no estudo de efeitos indiretos para sobrevivência em galinhas domésticas (*Gallus Gallus*) usando dados de duas linhagens de raça pura e seu cruzamento

recíproco, obtiveram herdabilidades que variam de 0,05 a 0,026, este resultado é muito menor que as herdabilidades encontradas para codornas neste estudo.

O coeficiente de herdabilidade obtido no modelo social para agressividade foi maior do que no modelo simples, e apresentou uma magnitude baixa de 0,238 o comportamento agressivo já tem sido estudado em diferentes espécies de animais com interesse zootécnico, por exemplo em suínos (BERGSMA et al., 2008; CAMERLINK et al., 2013). No entanto, até então não há estudos disponíveis avaliando o comportamento agressivo em codornas por meio do modelo associativo.

O dano na plumagem nos sistemas de reprodução de aves é muito comum e afeta o bem-estar animal (LUNARDI et al., 2017). Ele depende das interações sociais entre os membros do grupo (ELLEN, 2009) e o sistema de criação, que pode proporcionar, danos à plumagem por bicadas. Neste estudo, por meio do modelo social encontrou-se uma herdabilidade de 0,227 para esta característica, esse resultado está dentro da faixa de valores encontrados por BRINKER et al., (2014) no estudo de condição da plumagem em galinhas poedeiras: em duas linhagens de raça pura, a herdabilidade variou de 0,098 a 0,536. Atualmente para mitigar este tipo de danos, diferentes pesquisadores estão estudando ferramentas genéticas e genômicas que podem ser usadas para criar animais menos propensos a realizar comportamentos prejudiciais como bicagem de penas (ELLEN et al., 2019).

As menores herdabilidades obtidas no modelo social foram para a variação de peso 0,147 e ferida 0,067. Sendo estas duas características, neste estudo, mais observadas em fêmeas do que em machos.

6 CONCLUSÕES

Este estudo mostrou que os efeitos genéticos indiretos (IGE) desempenham um papel fundamental nas características de desempenhos dos animais e ignorar estes efeitos nos modelos de seleção poderiam resultar em maiores prejuízos para as aves alojadas em grupos. Além de contribuir para o aumento de comportamentos agonísticos como agressividade, o que afeta o bem-estar animal.

Resultados obtidos a partir do modelo associativo, mostram que, a inclusão do efeito social no modelo animal pode aumentar substancialmente a variação herdável total, devido ao ajuste e a redistribuição de componente genéticos.

Pode-se concluir que o modelo associativo é muito mais eficiente do que modelo tradicional, para a estimação de parâmetros genéticos de características afetadas pelas interações sociais. Assim, sugere-se este modelo para aumentar a acurácia nas avaliações genéticas e para a seleção de animais menos propensos a realizar comportamentos prejudiciais

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. S. et al. Pattern of egg production in Japanese quail reared on littered floor and in cage. **Bangladesh Research Publications Journal**, [s.l.], v. 1, n. 3, p. 239–249, 2008.
- ALEMU, Setegn Worku et al. Indirect genetic effects contribute substantially to heritable variation in aggression-related traits in group-housed mink (*Neovison vison*). **Genetics Selection Evolution**, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 1-11, 2014.
- ALMEIDA, B. H. M. DE. **Efeitos sistemáticos na análise de sobrevivência de codornas de corte**. 2020. 32 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020
- ALVES, S. P. Bem-estar na Avicultura de Corte. **Boletim Apamvet. Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de São Paulo–CRMV-SP**, v. 3, n. 2, 2012.
- 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. Rio de Janeiro, 2016.
- BADAWI, Y. Effect of Housing System on Japanese Quail Performance. **Journal of Animal and Poultry Production**, [s.l.], v. 8, n. 12, p. 483–490, 2017.
- BAUTISTA, N. M. et al. Dietary exposure to low levels of crude oil affects physiological and morphological phenotype in adults and their eggs and hatchlings of the king quail (*Coturnix chinensis*). **Frontiers in physiology**, United States, v. 12, p. 661943, 2021.
- BERGSMA, R. et al. The contribution of social effects to heritable variation in finishing traits of domestic pigs (*Sus scrofa*). **Genetics**, Oxford, v. 178, n. 3, p. 1559–1570, 2008.
- BERNARDO, J. Maternal effects in animal ecology. **American Zoologist**, Chicago, v. 36, n. 2, p. 83–105, 1996.
- BIJMA, P. et al. Multilevel selection 2: estimating the genetic parameters determining inheritance and response to selection. **Genetics**, Oxford, v. 175, n. 1, p. 289–299, 2007.
- BIJMA, P. Estimating indirect genetic effects: Precision of estimates and optimum designs. **Genetics**, Oxford, v. 186, n. 3, p. 1013–1028, 2010a.
- BIJMA, P. Multilevel selection 4: modeling the relationship of indirect genetic effects and group size. **Genetics**, Oxford, v. 186, n. 3, p. 1029–1031, 2010b.
- BIJMA, P. A general definition of the heritable variation that determines the potential of a population to respond to selection. **Genetics**, Oxford, v. 189, n. 4, p. 1347–1359, 2011.
- BIJMA, P. The quantitative genetics of indirect genetic effects: a selective review of modelling issues. **Heredity**, [s.l.], v. 112, n. 1, p. 61–69, 2014.

BIJMA, P.; MUIR, W. M.; VAN ARENDONK, J. A. M. Multilevel Selection 1: Quantitative Genetics of Inheritance and Response to Selection. **Genetics**, Oxford, v. 175, n. 1, p. 277–288, 1 jan. 2007.

BRINKER, T. et al. Plumage condition in laying hens: genetic parameters for direct and indirect effects in two purebred layer lines. **Genetics Selection Evolution**, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 1–10, 2014.

BUTTERWORTH, A. et al. Welfare Quality Assessment protocol for Poultry. **Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry**, Lelystad, n. January, p. 1–142, 2009.

CAMERLINK, I. et al. Indirect genetic effects and housing conditions in relation to aggressive behaviour in pigs. **PloS one**, Califórnia, v. 8, n. 6, p. e65136, 2013.

CAMPOS, E. J. O comportamento das aves. **Brazilian Journal of Poultry Science**, São Paulo, v. 2, p. 93–113, 2000.

CRAIG, J. V.; MUIR, W. M. Group Selection for Adaptation to Multiple-Hen Cages: Behavioral Responses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 1145–1155, 1996.

ELLEN, E. D. et al. Survival of laying hens: genetic parameters for direct and associative effects in three purebred layer lines. **Poultry science**, Champaign, v. 87, n. 2, p. 233–239, 2008.

ELLEN, E. D. **Genetics of survival in cannibalistic laying hens: the contribution of social effects**. In: Simpósio WIAS, 24., 2009, Wageningen, **Anais [...]**, Wageningen UR, 2009. p 23-24.

ELLEN, E. D. et al. Genetic parameters for social effects on survival in cannibalistic layers: combining survival analysis and a linear animal model. **Genetics Selection Evolution**, [s.l.], v. 42, n. 1, p. 1–10, 2010.

ELLEN, E. D. et al. The prospects of selection for social genetic effects to improve welfare and productivity in livestock. **Frontiers in Genetics**, [s.l.] 2014. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2014.00377>. Acesso em: 14 dez.

ELLEN, E. D. et al. Review of sensor technologies in animal breeding: phenotyping behaviors of laying hens to select against feather pecking. **Animals**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 108, 2019.

ELLEN, E. D.; BIJMA, P. Can breeders solve mortality due to feather pecking in laying hens **Poultry Science**, Champaign, v. 98, n. 9, p. 3431–3442, 2019.

GRIFFING, B. Selection in reference to biological groups I. Individual and group selection applied to populations of unordered groups. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v. 20, n. 1, p. 127–140, 1967.

GROOT, E.; BASILIA ZOCARATO VIZÚ, J. Preferência Dos Consumidores Por Sistemas De Produção De Ovos Com Diferentes Condições De Bem-Estar Animal. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 1–24, 2021.

HE, P.; MALDONADO-CHAPARRO, A. A.; FARINE, D. R. The role of habitat configuration in shaping social structure: a gap in studies of animal social complexity. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Berlim, v. 73, n. 1, p. 1–14, 2019.

KRAUSE, J.; LUSSEAU, D.; JAMES, R. Animal social networks: An introduction. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Berlim, v. 63, n. 7, p. 967–973, 2009.

LAMA, M. LA; CVABODNI, G. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, [s.l.], v. IX, n. 10B, p. 1–8, 2008.

LANGEN, E. M. A.; VON ENGELHARDT, N.; GOERLICH-JANSSON, V. C. Social environment during egg laying: Changes in plasma hormones with no consequences for yolk hormones or fecundity in female Japanese quail, *Coturnix japonica*. **Plos one**, California, v. 12, n. 5, p. e0176146, 2017.

LEANDRO, N. S. M. et al. Desempenho produtivo de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes densidades e tipos de debicagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 1, 2005.

LUKANOV, H.; PAVLOVA, I. Domestication changes in Japanese quail (*Coturnix japonica*): a review. **World's Poultry Science Journal**, Londres, v. 76, n. 4, p. 787–801, 2020.

LUNARDI, S. J. et al. **Comportamento de galinhas poedeiras submetidas a diferentes manejos de bico e sistemas de criação. In: VII Brazilian Congress of Biometeorology, Ambience Behaviour and Animal Welfare “Environmental Responsibility and Innovation”**, 6., 2017, Curitiba, **Anais [...]**, Curitiba UFPR, 2017. p 1- 6.

M.M., K. et al. Effect of housing system and sex ratio of quails on egg production, fertility and hatchability. **Benha Veterinary Medical Journal**, Qaliobia Benha, v. 28, n. 2, p. 241–247, 2015.

MASUDA, Y. Introduction to BLUPF90 suite programs Standard Edition, **University of Georgia**, 2019.

MOORE, A. J.; BRODIE III, E. D.; WOLF, J. B. Interacting phenotypes and the evolutionary process: I. Direct and indirect genetic effects of social interactions. **Evolution**, United States, v. 51, n. 5, p. 1352–1362, 1997.

MUIR, W. M. Group selection for adaptation to multiple-hen cages: Selection program and direct responses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 447–458, 1996.

MUIR, W. M. Incorporation of competitive effects in forest tree or animal breeding programs. **Genetics**, Oxford, v. 170, n. 3, p. 1247–1259, 2005.

MUIR, W. M.; BIJMA, P.; SCHINCKEL, A. Multilevel selection with kin and non-kin groups, experimental results with Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Evolution**, United States, v. 67, n. 6, p. 1598–1606, 2013.

MUIR, W. M.; CHENG, H. W. Breeding for productivity and welfare of laying hens. **Welfare of the laying hen**, [s.l.], v. 27, p. 123–138, 2004.

NARINC, D.; AYGUN, A.; SARI, T. Effects of cage type and mating ratio on fertility in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. **Agriculture Science Developments**, Quénia, v. 2, n. 1, p. 4–7, 2013.

NASCIMENTO, J. G. DO et al. **Criação de codornas para corte**. Brasília: Emater-DF, 2021.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P. DE; MUNIZ, J. C. L. Panorama Da Coturnicultura No Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s.l.], v. 9, n. 6, p. 2041–2049, 2012.

PEETERS, K. et al. Indirect genetic effects for survival in domestic chickens (*Gallus gallus*) are magnified in crossbred genotypes and show a parent-of-origin effect. **Genetics**, Oxford, v. 192, n. 2, p. 705–713, 2012.

RODENBURG, T. B. et al. Heritability of feather pecking and open-field response of laying hens at two different ages. **Poultry science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 861–867, 2003.

RODENBURG, T. B. et al. The prevention and control of feather pecking in laying hens: Identifying the underlying principles. **World's Poultry Science Journal**, Londres, v. 69, n. 2, p. 361–374, 2013.

ROKOU EI, M. et al. Survival analysis and its correlation with body weight and Average Daily Gain traits in Japanese quail Estimates of genetic correlations between growth and humoral immunity in Italian speckled quail View project Estimates of genetic and phenotypic paramet. **Journal of Animal Environment**, Teerão, v. 13, n. 3, p. 129–138, 2021.

SANTOS, T. C. et al. Production and reproduction of egg- and meattype quails reared in different group sizes. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 9–14, 2011.

SILVA, A. F. et al. Quail production as an alternative to improve income to small farmers. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 70, n. 3, p. 913–920, 2018.

SILVA, I. J. O. DA. **Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil**. p. 3–40, 2019.

SILVA, J. I. G. DA. **Análise de imagens e biometria na identificação de maternidade de ovos de codorna**. 2021. 32 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SILVA, J. H. V. et al. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, p. 775–790, 2012.

SILVA, L. P. et al. Genetic parameters of body weight and egg traits in meat-type quail. **Livestock Science**, [s.l.], v. 153, n. 1–3, p. 27–32, 2013.

SUEUR, C.; MERY, F. Social interaction in animals: Linking experimental approach and social network analysis. **Frontiers in Psychology**, United States, v. 8, p. 35, 2017.

TRUBENOVÁ, B.; NOVAK, S.; HAGER, R. Indirect genetic effects and the dynamics of social interactions. **PLoS one**, Califórnia, v. 10, n. 5, p. e0126907, 2015.

TYSKA, D. U. **Avaliação das características produtivas de codornas de corte e qualidade de ovos por meio de análises multivariadas**. 2017. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

VÁSQUEZ, R.; BALLESTEROS, H. La cría de codornices. **Produmedios**, [s.l.], p. 68, 2007.

VIOLA, T. H. et al. Perguntas e respostas sobre criação de galinhas e codornas na agricultura familiar do Meio-Norte Perguntas e respostas sobre criação de galinhas e codornas na agricultura familiar do Meio-Norte. **Embrapa Meio Norte**, p. 72, 2018.

WALSH, B.; LYNCH, M. **Evolution and Selection of Quantitative Traits**. Oxford University Press, 2018

WILSON, A. J. et al. Indirect genetics effects and evolutionary constraint: an analysis of social dominance in red deer, *Cervus elaphus*. **Journal of evolutionary biology**, [s.l.], v. 24, n. 4, p. 772–783, 2011.

WOLF, J. B. et al. Evolutionary consequences of indirect genetic effects. **Trends in ecology & evolution**, Maryland Heights, v. 13, n. 2, p. 64–69, fev. 1998.

ZHU, T. et al. Genetic parameter estimation for feather damage in laying hens. **Journal of Applied Animal Research**, Londres, v. 49, n. 1, p. 176–179, 2021.

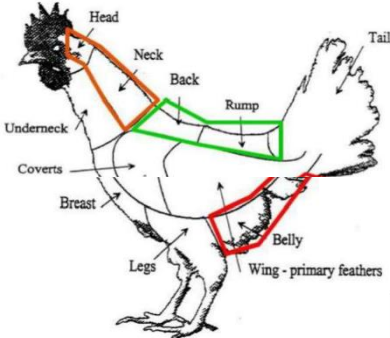
ANEXO A - AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO SOCIAL




Comportamento agressivo

<p>1. Comportamento agressivo</p>	<p>O comportamento agressivo é definido como briga, bicar severamente ou perseguir constantemente outras aves (quando observado mais de duas vezes). Os comportamentos agressivos muitas vezes podem ser sinalizados por um grito alto ou vocalização.</p>
<p>2. Método</p>	<p>Durante o trabalho no galinheiro é observado o comportamento das galinhas.</p>
<p>3. Classificação</p>	<p>Níveis de agressividade: 0 - Sem evidências de comportamento agressivo 1 - Evidência de um comportamento agressivo 2 - Evidência de um comportamento recessivo</p>

Dano da plumagem



As penas das aves normais devem ser lisas, sem sinais de perturbação e todas as hastes das penas geralmente apontam em uma direção, resultando em uma capa protetora e isolante para a pele. Devido à abrasão contra o arame, comportamentos agressivos ou bicadas, os eixos das penas podem ser quebrados, elas podem ser perturbadas ou mesmo arrancadas. As áreas onde os danos às penas geralmente começam são a cauda, pescoço e a região cloacal.

<p>Método</p>	<p>As aves são inspecionadas visualmente individualmente</p>  <p>Pontue cada animal de acordo com três partes individuais do corpo (consulte a referência fotográfica). Para cada ave 3 pontuações são dadas (ou seja, para cada parte do corpo): sendo as costas e a garupa juntas, ao redor da cloaca (barriga) e cabeça e pescoço juntos.</p>
----------------------	---

	<p>As três partes do corpo são escolhidas para fornecer informações sobre a causa do dano nas penas. Danos nas penas das costas e cauda geralmente indicam bicadas, danos às penas na cabeça e no pescoço podem ser causados por abrasão e danos nas penas da barriga podem ser visto em animais altamente produtivos. No entanto, o último também pode ser causado por vent pecking.</p> <p>Para cada parte do corpo, é dada uma pontuação em uma escala de 3 pontos.</p> <p>Nenhum ou leve desgaste, plumagem (quase) completa (faltando apenas penas individuais);</p>  <p>Desgaste moderado, ou seja, penas danificadas (gastas, deformadas) uma ou mais áreas sem penas <5 cm de diâmetro na maior extensão;</p>  <p>Pelo menos uma área sem penas ≥ 5 cm de diâmetro na maior extensão</p> 
Classificação a	
Classificação b	
Classificação c	

Classificação	<p>Para atingir uma única pontuação geral por ave, as pontuações das 3 partes do corpo são combinadas de acordo com a seguinte classificação.</p> <p>Nível individual:</p> <p>0 - Todas as partes do corpo sem plumagem 1 - Uma ou mais partes do corpo têm pontuação 'b', mas nenhuma parte do corpo tem pontuação 2- Um ou mais partes do corpo têm pontuação 'c' 3- Todas as partes do corpo têm pontuação 'a'</p> <p>Porcentagem de aves com categorias de pontuação 0, 1,2,3</p>
----------------------	--

Feridas

Método	<p>Pegue uma ave e examine o corpo em ambos os lados e procure feridas de bicadas e pontue usando a referência fotográfica. Não marque lesões curadas (cicatrizes). Nos sistemas de gaiolas, pegue as aves de diferentes áreas e níveis do aviário.</p>
Classificação	<p>Nível individual:</p> <p>0 - Nenhuma evidência de feridas de picada</p> <div data-bbox="520 1429 1281 1675">  </div> <p>1 - Menos de 3 feridas de bicada</p> <div data-bbox="512 1783 1289 2011">  </div>

2- A partir de 3 feridas de bicadas



Porcentagem de aves com categorias de pontuação 0,1,2.

Referências

Butterworth, A., van Niekerk, T. G. C. M., Veissier, I., & Keeling, L. J. (2009). Welfare Quality Assessment protocol for Poultry. *Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry*, January, [s.l.], 1 142. <http://www.welfarequalitynetwork.net/network/45848/7/0/40>