



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DE PROBLEMAS LOCOMOTORES EM
FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO DIFERENTES
METODOLOGIAS DE *GAIT SCORE***

ALEXANDRA FERREIRA DA SILVA CORDEIRO

Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs

CAMPINAS
Setembro de 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DE PROBLEMAS LOCOMOTORES EM
FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO DIFERENTES
METODOLOGIAS DE *GAIT SCORE***

Dissertação de Mestrado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Mestre
em Engenharia Agrícola, na área de Construções
Rurais e Ambiente.

ALEXANDRA FERREIRA DA SILVA CORDEIRO

Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs

CAMPINAS
Setembro de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

C811a Cordeiro, Alexandra Ferreira da Silva
Avaliação de problemas locomotores em frangos de
corte utilizando diferentes metodologias de gait score /
Alexandra Ferreira da Silva Cordeiro. --Campinas, SP:
[s.n.], 2009.

Orientador: Irenilza de Alencar Nääs.
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Animal proteção. 2. Distúrbios da locomoção. 3.
Locomoção animal. 4. Frango de corte. 5. Bem estar
animal. I. Nääs, Irenilza de Alencar. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Evaluation of the broiler locomotors problems using
different methodologies of the gait score

Palavras-chave em Inglês: Animals - protection, Gait disordes, Animal
locomotion, Broilers (chickens), Animal welfare

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiência

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Ibiara Correira de Lima Almeida Paz, Daniella Jorge
de Moura

Data da defesa: 20/07/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Dissertação de Mestrado** defendida por **Alexandra Ferreira da Silva Cordeiro**, aprovada pela Comissão Julgadora em 20 de julho de 2009, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



**Prof.ª. Dr.ª. Irenilza de Alencar Nääs – Presidente e Orientadora
Feagri/Unicamp**



**Prof.ª. Dr.ª. Ibiara Correira de Lima Almeida Paz – Membro Titular
UFGD**



**Prof.ª. Dr.ª. Daniella Jorge de Moura - Membro Titular
Feagri/Unicamp**

DEDICATÓRIA

A Deus, pela vida, sabedoria e graça.

A meus pais Sebrino e Nazaré os maiores responsáveis por esta conquista.

Ao meu esposo Francisco, pela compreensão, apoio e ajuda durante este percurso.

A minha filha Gabriela, que desde o ventre me fez companhia enquanto eu estudava.

AGRADECIMENTOS

A Prof. Dra. Irenilza de Alencar Nääs pela eficiente orientação e participação ativa na realização deste trabalho.

Aos amigos do laboratório de Ambiência pelo constante apoio.

Aos docentes do curso de pós - graduação da Feagri que contribuíram para minha formação, em especial a Prof. Dra. Daniela Jorge Moura.

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	4
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1	A avicultura brasileira.....	5
3.2	Bem-estar animal.....	5
3.2.1	Bem-estar em avicultura de corte.....	6
3.2.2	Ambiência e alojamento de frangos de corte.....	7
3.3	Problemas locomotores em animais.....	8
3.3.1	Problemas locomotores em aves.....	9
3.3.2	Medidas de problemas locomotores.....	14
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1	Experimento 1.....	17
4.1.1	Medida de pressão plantar.....	20
4.1.2	<i>Gait score</i>	20
4.2	Experimento 2.....	22
4.2.1	Medida de <i>gait score</i> em campo.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1	Experimento 1.....	25
5.1.1	Força sobre o pé durante a caminhada.....	32
5.2	Experimento 2.....	33
6	CONCLUSÕES.....	41
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formas de expressão de problemas locomotores em frangos de corte, sendo (a) falta de movimentação, (b) patas assimétricas e distendidas e (c) deformidades nas patas. Fonte: NÄÄS (2008).	10
Figura 2. Sistema de medida da pressão plantar do frango.	18
Figura 3. Ave andando sobre o sistema de pressão com câmeras de vídeo capturando o movimento de cima e do lado.....	18
Figura 4. Esquema das câmeras de vídeo capturando o movimento de cima e do lado.....	19
Figura 5. Aves dentro da caixa, marcadas na cabeça.	21
Figura 6. Aves sendo pesadas em balança digital.	21
Figura 7. Esquema do círculo formado dentro do aviário (a); abertura do círculo e formação do corredor para as aves passarem (b).....	23
Figura 8. Foto do círculo formado dentro do galpão.....	23
Figura 9. Higro-termo-anemômetro, para registro da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.....	24
Figura 10. Luxímetro digital para registro da quantidade de luz.....	24
Figura 11. Bomba de sucção para detecção de gases com tubetes reagentes.....	24
Figura 12. Boxplot do peso médio dos frangos de 28 a 49 dias de idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49 dias)	26
Figura 13. Gráfico boxplot da variação do <i>gait score</i> dos frangos de 28 a 49 dias de idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49).....	28
Figura 14. Gráfico da frequência relativa do <i>gait score</i> por idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49 dias).....	29
Figura 15. Imagem resultante da pressão plantar da ave número 7, com <i>gait score</i> 2 (a); e exposição do pico da força em três dimensões (b); distribuição da força equivalente durante a locomoção (c).	30
Figura 16. Imagem resultante da pressão de andar da ave número 19, com <i>gait score</i> 1 (a); disposição nas três dimensões (b), e a distribuição da força equivalente durante a locomoção (c).	31
Figura 17. Imagem da pressão resultante de andar da ave número 30, com <i>gait score</i> 0 (a); a exposição em três dimensões (b), e a distribuição da força equivalente durante a locomoção (c).	32

Figura 18. Influência da Metodologia sobre o <i>gait score</i>	35
Figura 19. Distribuição dos três níveis de <i>gait score</i> para as três metodologias usadas.	35
Figura 20. Influência da idade sobre o <i>gait score</i>	36
Figura 21. Distribuição comparativa do <i>gait score</i> observado e esperado para condição de bem estar.....	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Dados de todos os frangos usados no experimento de laboratório.....	26
Tabela 2. Frequência do <i>gait score</i> por idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49) e a correlação da frequência de cada <i>gait score</i> com a idade.	29
Tabela 3. Dados do peso vivo (PV), pico da força nos pés direito e esquerdo, a força total em porcentagem do peso vivo e <i>gait score</i> dos frangos testados.	33
Tabela 4. A análise de variância testando o efeito dos fatores Metodologia e Idade sobre o <i>gait score</i>	34
Tabela 5. Análise de variância testando o efeito dos fatores Metodologia e Idade sobre o <i>gait score</i>	34
Tabela 6. Distribuição das frequências de cada nível de <i>gait score</i> por idade para as três avaliações realizadas (aves estimuladas a andar; aves andando sem estímulo e dez aves andando ao acaso dentro do galpão).....	38
Tabela 7. Teste estatístico de Qui-Quadrado para ajuste de distribuição.....	39
Tabela 8. Médias das variáveis ambientais registradas para cada idade.	40

RESUMO

O Brasil é hoje um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango no mundo, mas para continuar nessa posição é necessário respeitar o bem-estar animal e manter baixos custos de produção. Problemas locomotores impedem que a ave se movimente livremente e, com isso, acesse os equipamentos necessários a sua sobrevivência: comedouro e bebedouro, prejudicando seu bem-estar e sua produtividade. A hipótese dessa pesquisa é que frangos de corte produzidos em condições de estresse apresentam problemas locomotores. O objetivo desse trabalho foi avaliar deficiências locomotoras em frangos de corte alojados em condições de estresse. Para tanto, foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro a determinação da pressão plantar de aves de 28, 35, 42, e 49 dias, o qual foi realizado no Centro de Tecnologia da Universidade estadual de Campinas, São Paulo, Brasil. Essa medida foi determinada por sensores localizados sob uma esteira enquanto as aves caminhavam sobre ela, nesta ocasião também foi determinado o *gait score* dessas aves. As mais pesadas tiveram mais dificuldade de andar e tiveram maior valor de *gait score*. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) no pico da força das patas direito e esquerdo para aves com *gait score* 0 e 1; entretanto, para frangos mais pesados com *gait score* 2 houve desbalanço severo no pico das forças entre as patas. A força total expressa em porcentagem do peso vivo aumentou com a idade como esperado, mostrando uma correlação positiva com o *gait score* para as aves selecionadas. A deficiência de locomoção foi automaticamente detectada devido ao movimento desigual, como seu peso não foi distribuído igualmente nas patas durante caminhada. O segundo experimento constou de observação visual no campo, em granjas da região de Campinas-SP, com determinação do *gait score* em aves de 28, 35, e 42 dias. Neste experimento o *gait score* foi avaliado por três metodologias, aves estimuladas a andar, aves sem estímulo para andar e em 10 aves ao acaso dentro do galpão. Não foram encontradas evidências de interação entre os fatores Metodologia e Idade. Há influência significativa da Metodologia sobre a determinação do *gait score*. A metodologia de 10 aves ao acaso foi a que se apresentou menos confiável. Os resultados de *gait score* foram menores na metodologia com estímulo para as aves andar. Entretanto nas três avaliações realizadas e em todas as idades, os resultados de *gait score* foram piores que o aceitável, sendo que a maior frequência para *gait score* 0 (padrão normal) encontrada nesta pesquisa foi de 50%. Estes resultados poderiam ser atribuídos as condições de estresse ambiental inapropriadas em que os frangos foram produzidos.

Palavras-chave: Bem estar animal; deficiências locomotoras; *gait score*; pressão plantar.

ABSTRACT

Brazil is today one of the largest poultry meat producer and exporter of the world; however, in order to continue in this production level and quality it is needed to apply animal welfare principles maintaining the same production costs. Locomotors problems keep away the bird from moving freely and to access the needed equipments for its survival: feeder and drinker, reducing their welfare and productivity. The hypothesis of this research it is that Brazilian poultry production presents locomotors problems. The objective of this research was is to evaluate locomotors deficiencies in broiler chicken housed under stressful conditions. For that two experiment were done, the first was the determination of the feet pressure of broiler with the ages of 28, 35, 42 and 49 days. This first experiment was carried out at the Center for Technology, State University of Campinas, SP. The feet force measurement was determined by sensors over a mat while the birds walked over it, and at the same time the gait score was also determined. The heavier birds had more difficult in walking and presented higher gait score. No significant difference was found ($p \geq 0.05$) in the force peak of the right and left feet for the birds with gait score 0 and 1; however, older broilers with gait score 2 presented severe unbalance in the peak of force in both feet. The total force expressed as the percentage of the live weight increased with age as expected showing a positive correlation with the gait score of the tested broilers. The locomotion deficiency was automatic detected due to the unbalanced movement as the weight was not equally distributed in both legs during walking. The second experiment constituted of a visual observation in the field, in commercial broiler farms in the region of Campinas, SP, for determining the gait score of birds 28, 35 and 42 days old. In this trial the gait score was estimated in three ways, broilers stimulated to walking, birds without stimulus for walking and broilers chosen randomly inside the housing. No evidence of interaction between the factor Methodology and Age. Significant influence of Methodology over the determination of gait score was found. The methodology of chosen 10 bird at random was the one least reliable. The results of gait score were lower when using the methodology that stimulated the birds to waking. However, in the three evaluations and in all ages the results of gait score were worst than the acceptable, since the frequency of gait score 0 (normal pattern) found in this research was 50%. These results could be accredited to the inappropriate ambient harsh conditions the broilers were reared.

Keywords: Animal welfare; locomotors deficiencies; gait score, feet pressure.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje o maior produtor de carne do mundo, destinando expressiva parte de sua produção para o mercado internacional. A avicultura brasileira foi uma das atividades agropecuárias de maior desenvolvimento nas últimas décadas. Este progresso, tanto no número de frangos abatidos, como número de ovos produzidos, possibilitou à indústria avícola grande potencial para prover aos consumidores uma fonte protéica saudável e a custo mais baixo.

O ambiente a que são submetidas as aves é considerado como um dos principais aspectos no sucesso ou no fracasso do empreendimento avícola. Dentre os fatores ambientais, as condições térmicas representadas pela temperatura, umidade e movimentação do ar, são aqueles que afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia.

A indústria avícola brasileira movimenta muitas atividades de intermediação na comercialização, produção e industrialização de seus produtos, inclusive na área de serviço, estando incluídas as indústrias de rações, de equipamentos para as granjas, incubatórios, abatedouros; de equipamentos de classificação, beneficiamento e transformação dos produtos avícolas; de laboratórios na produção de vacinas, drogas, antibióticos e desinfetantes; a produção de matérias primas para rações como vitaminas, elementos minerais e subprodutos industriais; a rede de intermediários entre o produtor e o consumidor responsáveis pela comercialização, beneficiamento, prestação de serviços e industrialização destes produtos avícolas; além dos profissionais técnicos envolvidos, universidades e centros de pesquisas.

O bem-estar dos animais não é assunto novo, tendo sido abordado desde Aristóteles, que fez uma obra compreendendo um conjunto de dez livros, dentre os quais se destaca o Livro dos Animais, aprontando as particularidades de animais de montaria, como a sua marcha e geração. Pitágoras, quinhentos anos antes de Cristo, acreditava que a amabilidade para com todas as criaturas não-humanas era um dever.

A partir da era Cartesiana houve um retrocesso quanto ao comportamento ético dos homens em relação aos animais. Com todas essas informações anteriores, observa-se que o respeito à sanidade era considerada importante, até porque já se conheciam potenciais zoonoses, conhecimento este expresso até hoje em princípios de algumas religiões. Durante anos os animais contribuíram ao homem e, com sua domesticação foram interagindo e mudanças ocorreram com o seu *habitat* natural.

O conceito de bem-estar animal foi, em seu início, estabelecido dentro de parâmetros de natureza ampla e de aspectos pouco científicos e, portanto, de difícil aceitação por países produtores. Países escandinavos, seguidos pela França, foram os primeiros a adotar conceitos mais pragmáticos de bem-estar e delinear as normas para criação de animais. Nos Estados Unidos, onde a produção de animais é uma atividade eminentemente econômica, embora a adoção do conceito de bem-estar esteja estreitamente vinculada aos requisitos demandados pelo mercado exterior, já se notam mudanças importantes nas normas e legislações de grandes cadeias de produção de carne. Isso também vem ocorrendo no Brasil.

A proteção aos animais é um tema de interesse geral da sociedade, que incorpora questões éticas, científicas, econômicas e políticas, tendo estreita relação com produtividade e saúde animal.

Dentre os pontos importantes para a definição de bem-estar animal, estão as cinco liberdades:

- (1) Liberdade psicológica (de não sentir medo, ansiedade ou estresse);
- (2) Liberdade comportamental (de expressar seu comportamento normal);
- (3) Liberdade fisiológica (de não sentir fome ou sede);
- (4) Liberdade sanitária (de não estar exposto a doenças, injúrias ou dor); e
- (5) Liberdade ambiental (de viver em ambientes adequado, com conforto).

Problemas locomotores impedem com que a ave se movimente livremente e, com isso acessem os equipamentos necessários para sua sobrevivência: comedouros e bebedouros. O *gait score* é uma medida de deficiência locomotora, em que é atribuída uma nota relacionada com a habilidade de a ave caminhar sobre uma superfície.

A hipótese dessa pesquisa é que frangos de corte produzidos em condições de estresse apresentam problemas locomotores.

2 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar deficiências locomotoras em frangos de corte alojados em condições ambientais inapropriadas.

3.2 Objetivos específicos

1. Estimar o *gait score* das aves de 28, 35, 42 e 49 dias de idade;
2. Analisar a pressão plantar e o pico de força resultante de ambas as patas durante a caminhada; além do tempo usado no deslocamento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A avicultura brasileira

No Brasil, a grande maioria dos aviários de frangos de corte que se destinam à exportação, são provenientes de grandes integradoras e se encontram dentro de uma concepção similar de alojamento, tendo em geral, largura de 12 a 14 m, comprimento de 70 a 100 metros e pé direito de cerca de 3 metros , com orientação leste-oeste. Dependendo da região, o sistema de túnel adaptado é utilizado, com cortinas laterais e sistemas de ventiladores e nebulizadores dispostos ao longo do galpão convencional.

A temperatura é um dos principais fatores ambientais que influencia a produtividade do animal.

3.2 Bem-estar animal

A visão da sociedade com relação ao bem-estar animal está mudando e isto tem ocorrido, principalmente, devido à rápida urbanização durante o último meio século que, combinada com o aumento do poder aquisitivo, demanda ações específicas com relação ao

ambiente e às condições dos criatórios dos animais alojados para consumo, dentre estas, se destaca o bem-estar animal.

Ainda é universalmente aceita como medida de bem-estar animal, primordialmente a sua saúde física (DAWKINS, 2003). Entretanto, o que ainda é considerado controverso é se somente essa medida seria suficiente, já que indicadores fisiológicos de bem-estar podem, eventualmente, ser uma resposta natural a atividades ou excitações naturais do animal, ao invés de indicar, especificamente, o seu bem-estar.

De acordo com a literatura sobre as questões de bem-estar na produção de aves (MARTRENCAR et al., 1997; DAWKINS, 2003; MOURA et al., 2006; BESSEI, 2006), os temas relacionados à ambiência térmica e aérea, bem como à quantidade e intensidade de luz dos aviários, são abordados nas pesquisas isoladamente, sendo, entretanto, mais influentes na resposta das aves quando os extremos ocorrem simultaneamente.

3.2.1 Bem-estar em avicultura de corte

MANNING et al (2007) estudaram indicadores chaves de saúde e bem-estar para frangos de corte, identificando indicadores capazes de avaliar o bem-estar de aves no final do ciclo de produção (mortalidade final, densidade, nível de dermatite de contato, porcentagem de refugos e de saúde de patas), além daqueles indicadores capazes de avaliar o bem-estar de frangos durante o ciclo de produção, permitindo corrigir o manejo no mesmo ciclo (consumo de alimento e água, qualidade de cama e água e ganho de peso diário). O estudo demonstrou que muitas questões de bem-estar são multifatoriais, sendo difícil determinar claramente as causas e efeitos do bem-estar.

FEBRER et al. (2006) investigaram a distribuição espacial e interação social em frangos de corte utilizando cinco densidades de estoque (30, 34, 38, 42 e 46 kg por metro quadrado) e concluiu que densidade pode não ser o fator mais importante para afetar o comportamento ou o bem-estar de aves. Para toda densidade os frangos foram mais socialmente atraídos e ficaram mais agrupados que afastados. Porém, a incidência de aves empurrando outras aumentou significativamente da menor para as duas maiores densidades, além disso, o número de passos grandes por caminhada decresceu das duas menores para a maior densidade, mas o número de caminhadas não foi afetado pela densidade.

3.2.2 Ambiência e alojamento de frangos de corte

Para alcançar maior competitividade no mercado, a avicultura precisa considerar não apenas aspectos genéticos, nutricionais e sanitários, como também os aspectos ambientais, pois podem interferir diretamente na expressão de potencialidades genéticas, na utilização dos nutrientes e sobre os aspectos sanitários das aves.

Técnicas modernas de manejo dos ambientes térmicos e aéreos, bem como da quantidade e intensidade de luz, são fatores importantes para a saúde, bem-estar e desempenho produtivo dos frangos. Segundo TINÔCO (2001) as aves são animais homeotérmicos e estão em troca de calor contínua com o meio ambiente, sendo este sistema eficiente, quando a temperatura ambiental encontra-se dentro de certos limites. Para se defenderem das altas e baixas temperaturas as aves alteram seu comportamento e utilizam recursos fisiológicos. BAETA e SOUZA (1997) consideraram o ambiente confortável em temperatura de 18 a 28°C e UR entre 50 e 70%.

De acordo com MEDEIROS (2001) a máxima produtividade de frangos para condições climáticas brasileiras é obtida quando a temperatura esta entre 21 e 29°C, com umidade relativa de 50 a 80% e velocidade do ar de 1,5 a 2,5 m s⁻¹. Segundo MEDEIROS et al. (2005) em ambientes considerados confortáveis as aves mantiveram-se tranquilas, normalmente dispersas, com alimentação adequada e apresentaram a maior produtividade e melhores parâmetros zootécnicos. Estes autores recomendam para frangos de corte adultos, temperatura de 26°C, umidade relativa de 55% e velocidade do ar de 1,5 m s⁻¹.

BESSEI (2006) aponta como importante o controle (6 a 10lx) do regime e da intensidade de luz em aviários, por influenciar diretamente na atividade motora e possível exaustão das aves, além do aparecimento de anormalidades locomotoras.

A amônia é um dos poluentes aéreos frequentemente encontrados em altas concentrações nos aviários, principalmente em ambientes fechados. Existem evidências de que a saúde do animal pode ser comprometida pela exposição contínua a esse poluente, por meio de doenças respiratórias causadas por agentes oportunistas (SAINSBURY, 1981; HELLICKSON e WALKER, 1983; HINZ e LINKE, 1998).

No Brasil, não existem limites legais para a exposição de amônia em instalações para animais, entretanto, exportadores de carne de frango adotam o limite de exposição constante

máximo de 20ppm, quando as concentrações de amônia em sistema de criação intensiva fechados podem apresentar, até 50ppm (MIRAGLIOTTA, 2000; JONES et al.,2005).

Altas concentrações de monóxido de carbono podem afetar os sistemas cardiovascular, nervoso e reprodutivo das aves. O CIGR (1989) recomenda o limite máximo de exposição de 10ppm de monóxido de carbono para os animais. NÄÄS et al. (2007) observaram concentração de monóxido de carbono acima dos 10ppm recomendados nos aviários, na fase de aquecimento das aves, sendo superior na época do frio e no aviário com sistema de ventilação tipo túnel (30ppm), quando comparado com ventilação convencional (18ppm).

A ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos, além de permitir a renovação do ar e eliminar odores (TINÔCO, 2001).

3.3 Problemas locomotores em animais

Mancar (claudicar) é uma condição clássica encontrada em suínos e vacas alojados intensivamente cujas principais causas são relatadas para pisos ásperos, com água e resíduos do manejo, assim como desbalanço nutricional. Há graus severos de claudicação, dependendo da maneira que afeta a locomoção do animal, e em condições extremas pode levar as úlceras nas patas afetando sua procura por alimento, ganho de peso, e produção, assim como a saúde e o bem-estar.

Anatomicamente os pés e membros dos bovinos e suínos se acham perfeitamente adaptados às superfícies mais macias como terra e pastagens onde o solo, na maioria das vezes, proporciona uma condição mais suave para caminhadas. Os bovinos possuem reduzida capacidade de absorção de impactos causados por pisos duros, principalmente considerando-se a pequena área de apoio no solo, a pouca capacidade de amortecimento especialmente dos membros pélvicos e o peso excessivo de muitos desses animais. Além disso, deve-se considerar também o desgaste excessivo que o tecido córneo sofre em pisos abrasivos, principalmente quando úmidos, onde a taxa de desgaste pode superar a de crescimento do tecido córneo que é de aproximadamente 5mm mensais.

Outro aspecto, é a grande pressão exercida pelo peso dos bovinos por centímetro quadrado do pé que, quando comparada ao do homem, por exemplo, é aproximadamente 10 vezes maior.

Uma correlação positiva entre o tempo de permanência prolongado das vacas em ambiente com piso de concreto e o acréscimo no risco de desenvolvimento de lesões de casco é estabelecida (BERGSTEN e FRANK, 1996; LIVESEY et al., 1998).

3.3.1 Problemas locomotores em aves

Autores encontraram que há grande diferença na habilidade locomotora de frangos de corte em função da genética (BOKKERS e KOENE, 2004; BIZERAY, 2000), assim como a idade, além do que a alta densidade de alojamento e o ganho de peso estão altamente relacionados com a incidência de claudicação em frangos.

Uma das conseqüências mais importantes da dificuldade de locomoção é o enfrentamento da liberdade fisiológica, descrita nas regras do bem-estar animal, em que a ave, por não conseguir se movimentar em direção ao comedouro e bebedouro, passa fome e sede e, conseqüentemente, perde peso e pode morrer. Segundo WEEKS et al. (2000) aves com claudicação visitavam menos o comedouro que aves sadias, além disso aves com claudicação escolheram a posição deitada para comer, enquanto aves sadias escolheram comer em pé.

A Figura 1 (a, b, c) mostra várias formas de aparência de aves com problemas locomotores em estágio avançado, sendo que estas aves não conseguem se mover e, portanto, sofre de desnutrição, indo freqüentemente a óbito.



a



b



c

Figura 1. Formas de expressão de problemas locomotores em frangos de corte, sendo (a) falta de movimentação, (b) patas assimétricas e distendidas e (c) deformidades nas patas. Fonte: NÄÄS (2008).

SHIELDS et al. (2005) avaliaram o efeito da cama de maravalha e de pó de serra no comportamento de frangos de corte. Quando os frangos tiveram a oportunidade de escolher entre ficar em um tipo de cama ou outro, comportamentos como locomoção, bicar, mover-se no pó da cama, descansar e sentar teve frequência maior na cama de pó de serra. Porém, quando as aves foram alojadas em boxe com apenas um tipo de cama cada um, os comportamentos não diferiram entre os dois tipos de cama.

SORENSEN et al. (2000) avaliaram o efeito da idade e da densidade de alojamento sobre problemas de patas em frangos de corte e encontraram que, até a quarta semana de idade, problemas de pernas foram relativamente pequenos e com menor *gait score*. Nas duas últimas semanas o *gait score* aumentou substancialmente, principalmente na sétima semana. A densidade afetou a capacidade de andar, em todas idades medidas, sendo que a maior densidade foi associada com a pior capacidade de andar e menor peso vivo do animal. Em todas as idades os machos exibiram maiores problemas de patas que fêmeas, porém, as fêmeas foram mais sensíveis a superlotação que machos.

Para DAWKINS et al. (2003), o bem-estar de frangos é mais afetado pelo ambiente do galpão que pela densidade. Segundo esses autores, a pior qualidade da cama e maior concentração de amônia no ar foram correlacionadas com corticosteróide fecal (hormônio do estresse). A maior mortalidade também foi correlacionada com este hormônio. A porcentagem de aves definhando durante o período de crescimento foi positivamente correlacionada com umidade e temperatura da terceira a quinta semana; e o número de aves andando bem, ou seja, com *gait score* 0, foi negativamente correlacionado com a porcentagem de tempo em que a

temperatura e umidade esteve fora do recomendado. Diferenças entre verão e inverno (quando ventilação foi reduzida para conservar calor) confirmaram a importância do ambiente do aviário, pois tanto mortalidade quanto concentração de corticosteróide foram menores no verão, que no inverno.

DOZIER et al. (2005) avaliaram o efeito da densidade de alojamento no desempenho de frangos de corte, verificando queda no consumo de alimento e no ganho de peso das aves. O aumento da densidade não afetou o *gait score*, porém, aumentou a umidade da cama e o escore de lesões plantares, provavelmente devido a pior qualidade da cama associada com a alta densidade de alojamento.

Segundo RAVINDRAN et al. (2006), a densidade de alojamento é uma das maiores preocupações com o bem estar de frangos de corte, principalmente nas últimas semanas de vida, quando o peso da ave por unidade de área é alto. Porém, estes autores encontraram que a densidade não teve efeito no ganho de peso das aves e no consumo alimentar de aves até 35 dias. A conversão alimentar até os 28 dias também não foi afetada, porém a conversão para a maior densidade (24 aves por metro quadrado) foi pior que para 16 e 20 aves por metro quadrado. A mortalidade, características de carcaça, *gait score*, problemas de queimaduras plantares e índice de empenamento também não foram afetados pela densidade. Já o peso da bursa e do baço diminuiu significativamente com o aumento da densidade, sugerindo maior grau de estresse e supressão imunológica para maior densidade.

Segundo KNOWLES et al. (2008), as modernas técnicas de manejo e a genética usada na produção de frangos de corte tem prejudicado o bem-estar das aves por comprometer sua capacidade de andar. As técnicas de manejo que mais afetaram as desordens de patas e aumentaram o *gait score* foram aquelas ligadas ao aumento da taxa de crescimento como melhor digestibilidade da ração, ração peletizada, e diminuição do número de horas de escuro fornecidas durante o dia.

Segundo estes autores, o não uso de antibióticos também aumentou o *gait score*, provavelmente porque o antibiótico pode diminuir os defeitos de patas causados por infecções. A alta taxa de densidade também aumentou os defeitos de patas, refletindo não apenas a falta de espaço disponível para as aves se moverem e exercitarem, mas também pelo aumento da quantidade de fezes na cama e amônia no ambiente.

BIZERAY et al. (2000) estudaram o comportamento locomotor na fase inicial de vida de dois grupos genéticos, um de crescimento lento e outro de crescimento rápido. Neste estudo, as aves gastaram 5% do seu tempo andando e não houve diferença significativa entre diferentes idades ou fator genético. Para os dois grupos genéticos as aves andaram mais em atividades relativas à alimentação. As aves de crescimento rápido utilizaram metade do tempo que as aves de crescimento lento, em atividades relativas à alimentação nos períodos de 2 a 3 e de 20 a 21 dias, sendo que a atividade nestes dois períodos, foram positivamente correlacionadas.

No grupo de crescimento lento não foram encontradas aves com problemas de claudicação, porém, no grupo de crescimento rápido foram encontradas quatro aves claudicando aos 17 dias e que também apresentaram angulação tarsal anormal aos 22 dias, e uma ave claudicando aos 17 dias que não teve defeitos de patas aos 22 dias, também uma ou outra ave, que não claudicavam aos 17 dias, apresentaram angulação *valgus* aos 22 dias. Segundo os autores, as diferenças no comportamento locomotor destes dois grupos genéticos não podem ser explicadas pelo efeito do peso corporal, pois as aves de crescimento rápido foram menos pesadas que as aves de crescimento lento no alojamento, enquanto o peso entre elas não diferiu no período de dois a três dias. Este estudo também sugere que estimular a atividade locomotora nos primeiros dias de vida, pode aumentar a atividade nos últimos estágios de vida, diminuindo a ocorrência de problemas locomotores.

Para BOKKERS e KOENE (2004) o fator determinante para aves andarem depende do seu grupo genético, para aves de crescimento rápido é a habilidade de andar, enquanto para aves de crescimento lento, é a motivação para andar. Estes autores testaram a locomoção destes dois grupos genéticos de aves sobre pistas para alcançar um alimento, após um período de privação alimentar e observaram que, após mesmo período de privação de alimentos, as aves de crescimento lento iniciaram a caminhada antes e andaram mais rápido para alcançar o alimento, do que aves de crescimento rápido. Também observaram que houve maior número de aves de crescimento rápido alcançando o fim da pista, quando o período de privação de alimento aumentou de 3 para 24 horas.

BOKKERS et al. (2006) submeteram frangos a dois períodos de restrição de alimentos, 15 e 22,5 horas e em seguida a dois períodos de acesso a alimento, 5 e 15 segundos e encontraram que as aves andaram maior distância para alcançar o alimento, quando submetidas a maior tempo de restrição alimentar e menor tempo de acesso ao alimento, concluindo que

frangos podem ser motivados a andar longas distâncias para alcançar o alimento. Neste experimento, a idade não influenciou na distância percorrida pelas aves para alcançar o comedouro. Segundo estes autores, as aves tiveram um treinamento prévio para aprenderem a andar na pista, e esta atividade física suplementar pode ter prevenido anormalidades de andar das aves, compensando o aumento do peso durante seu crescimento.

BRUNO et al. (2007) estudaram o efeito da nutrição no desenvolvimento dos ossos de frangos de corte e encontrou que a restrição de proteína na dieta afetou o desenvolvimento do tecido ósseo, mais especificamente no comprimento do fêmur, porém a restrição de energia na dieta não afetou o desenvolvimento dos ossos.

De acordo com MASSE et al. (2003) altos níveis dos aminoácidos metionina e cistina estão associados com deficiência de vitamina B6 e estão relacionados com claudicação devido desenvolvimento anormal do colágeno dos ossos. Segundo o mesmo autor as vitaminas D, A, C, K e B assim como os minerais cálcio e fósforo e a relação entre eles são essenciais para o desenvolvimento dos ossos. A deficiência ou desbalanço de vitaminas e minerais estão associados com o raquitismo e a discondroplasia tibial (LEESON et al., 1995). Segundo este autor, gordura oxidada na dieta causa degradação de vitaminas lipossolúveis incluindo as vitaminas D, A, e E o que pode reduzir a disponibilidade dessas vitaminas resultando em problemas de claudicação.

VAN DER EERDEN et al. (2003) relatam que, uma das causas de desenvolvimento anormal dos ossos é o desbalanço de hormônios específicos, incluindo andrógeno e hormônios da paratireóide e da tireóide e hormônios relacionados ao estresse como os glicocorticóides.

De acordo com DANBURY et al. (2000), a administração do analgésico carprofeno melhorou a habilidade de andar de aves claudicando, e reduziu a piora na habilidade de andar de aves inicialmente saudáveis. Quando às aves foi permitida a escolher entre alimentos com diferentes doses de carprofeno, ou sem esta droga, as aves saudáveis tenderam a preferir alimentos sem ou com baixas doses de carprofeno; porém, as aves que claudicavam consumiram mais alimentos com altas doses de carprofeno, além do que a quantidade de carprofeno ingerida aumentou com a severidade dos problemas de patas, sugerindo que as aves claudicando sentem dor e que, quanto mais claudicam, mais dores sentem.

3.3.2 Medidas de problemas locomotores

Conhecer e garantir o bem-estar das aves no sistema de criação, sempre foi importante, pois este afeta diretamente a produção. Considerando as pequenas margens de lucro do produtor, o bem-estar das aves pode significar a viabilidade econômica no negócio. Assim, a construção de modelos de estimativa do bem-estar que auxilie no suporte à decisão na gestão de aviários, que utilize parâmetros inerentes às aves, em tempo real, se torna cada vez mais necessário para o sucesso e a sustentabilidade da avicultura nacional.

3.3.2.1 *Gait score*

O sistema de *gait score* desenvolvido para frangos por KESTIN et al. (1992) tem sido usado extensivamente para avaliar problemas de patas. A metodologia consiste em observações empíricas de locomoção com testes pouco confiáveis de observações. GARNER et al. (2002) desenvolveram um sistema de *gait score* modificado; porém também utilizando observação individual e avaliação sendo imprecisa.

O sistema de estimativa de problema biomecânico de locomoção (*gait score*) para frangos de corte foi desenvolvido na Universidade de Bristol, Inglaterra e tem sido amplamente utilizado na avaliação de problemas locomotores. A metodologia consiste em observação empírica de fatores locomotores das aves, utilizando seis níveis de problemas: 0 - sem problema; 1- move-se rápido, mas apresenta pequena deficiência; 2 - move-se rápido, mas apresenta deficiência; 3 - move-se rápido, mas apresenta deficiência maior; 4 – move-se com muita dificuldade e 5 – quase não se move, se arrasta com as asas.

Há também uma simplificação dessa regra, uma vez que, quando se utiliza os seis níveis de medidas de *gait score*, além dos extremos, é muito difícil o diagnóstico dos níveis intermediários, principalmente aqueles 2 e 3. Esta simplificação admite três níveis de problemas, sendo: 0 – normal (ou seja, andar dez passos normalmente); 1 – médio (andar dez passos com dificuldade e apresenta desequilíbrio entre as patas); e 2 – ruim (quase não consegue andar ou anda 1 a 4 passos e senta).

Entretanto, por ser individual e subjetiva essa medida é de difícil comparação entre vários observadores, requerendo cuidado especial principalmente nas medidas intermediárias,

uma vez que, tanto o frango normal, como aquele que não consegue andar (extremos) são de fácil detecção.

Para que se proceda a uma avaliação na granja, GRANDIN (2007) recomenda o seguinte procedimento:

- ✓ Separar cerca de 100 frangos em dois locais do galpão – usar arame ou painel
- ✓ Atribuir o *gait score* olhando os frangos andarem para saírem daquele espaço
- ✓ Fazer esse procedimento ao lado da parede é mais fácil
- ✓ Tentar observar todos os frangos separadamente
- ✓ Para que a nota de bem-estar seja alta, 95% - 99% dos frangos devem ter *gait score* abaixo de 1
- ✓ Situação admissível– 70% das aves tem *gait score* normal

Também se devem analisar outras deficiências, de maneira que são as seguintes, as percentagens médias de frangos sem defeitos, que indicam baixo bem-estar animal:

- ✓ *Gait score* normal, menor ou igual a 70%
- ✓ Lotes com alto índice de bem-estar, com qualquer peso, tem 95% das aves com capacidade de andar 10 passos normalmente
- ✓ Sem calo de pé, 80%
- ✓ Pés normais - sem lesões, 80%
- ✓ Patas (sem rotação ou ângulo de desvio) 75%

DAWKINS et al. (2004) escolheram uma única ave ao acaso em dez pontos do galpão e observou cada uma destas aves andar 10 passos e atribuiu o *gait score* de 0 a 2, sendo 0 para aves que andaram 10 passos normalmente, 1 para aves que andaram 10 passos com dificuldade, apresentando desequilíbrio entre as patas e 2 para aves que não conseguiram andar ou andaram de 1 a 4 passos e sentaram.

WEBSTER et al. (2008) compararam o sistema descrito por KESTIN et al. (1992) com o sistema de três pontos e encontraram que os dois são confiáveis e que houve concordância entre diferentes observadores para os dois sistemas. Porém, houve maior concordância para o

sistema de três pontos e como ele é mais simples de se realizar, é mais confiável para avaliação no campo.

3.3.2.2 Medida de pressão plantar

De acordo com CLAYTON (2005), a força plantar fornece dados objetivos da locomoção descrevendo aspectos que não podem ser avaliados por observação visual. Segundo este autor claudicação resulta em redução do pico da força vertical combinado com a duração da pisada completa da pata no chão.

Assimetria nas forças verticais e longitudinais das patas direita e esquerda são características de claudicação (MORRIS e SEEHERMAN, 1987).

CORR et al. (2007), estudaram a reação da força no chão produzida durante a caminhada de frangos e encontraram que aves alimentadas à vontade moveram-se mais lentamente e tiveram menor pico da força vertical, do que aquelas aves com alimentação restrita. Segundo esses autores, o menor pico da força vertical produzido para aves com alimentação à vontade, foi o resultado da menor velocidade de deslocamento dessas aves, pois a velocidade de deslocamento afeta significativamente a força produzida no chão.

Quando o animal anda gera uma pressão específica sobre os pés que é em função do peso, assim como da direção da posição do pé sobre a superfície. CARVALHO et al. (2005) usaram um tapete plástico fino, com sensores piezelétricos, para determinação da distribuição da força dos pés de vacas de leite, encontrando os pontos precisos com alta pressão, o que ajudou no manejo de fazendas de vacas de leite.

Carvalho (2009) usou o sistema de medida de pressão MatScan® para medir a distribuição de pressão nas patas de suínos e encontrou diferenças nas forças das pernas direita e esquerda e o padrão da pressão foi oposto para patas traseiras e dianteiras. Segundo os autores estes resultados podem justificar a falta de mobilidade dos animais avaliados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constituiu em dois experimentos, sendo o primeiro a determinação eletronicamente, da pressão plantar de aves 28, 35, 42 e 49 dias, escolhidas aleatoriamente em granja comercial, com mesmas condições de alojamento, além da determinação do *gait score* no local (Experimento 1).

A segunda parte (Experimento 2) constituiu da observação visual de *gait score* em campo, procedido em granja comercial, em aves com as mesmas idades do Experimento 1, avaliando a percentagem das aves nas condições de campo, com mesmos níveis de *gait score*.

4.1 Experimento 1

O experimento 1 foi realizado no Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

O aparato utilizado para medir a pressão plantar da ave andando foi constituído de duas partes: a plataforma de medida e as rampas de entrada e saída (Figura 2).

A plataforma utilizada para medida de força plantar foi construída usando paredes de acrílico transparente com dimensões de 0,48m de largura, 0,70m de altura e 1m de comprimento, com uma rampa na entrada de 0,20m, um platô horizontal de 0,60m no meio e uma rampa de 0,20m na saída (CARVALHO et al., 2005).



Figura 2. Sistema de medida da pressão plantar do frango.

As rampas da entrada e saída têm um ângulo de cinco graus do piso, como mostrado na Figura 2. No platô horizontal da área de andar um pequeno degrau de 0,01 m foi construído, onde foi colocada uma plataforma de força, com sensores de cristal piezolétrica no interior, chamados sensores para medir a pressão da pata do frango, enquanto este anda sobre a seção (Figura 3).



Figura 3. Ave andando sobre o sistema de pressão com câmeras de vídeo capturando o movimento de cima e do lado.

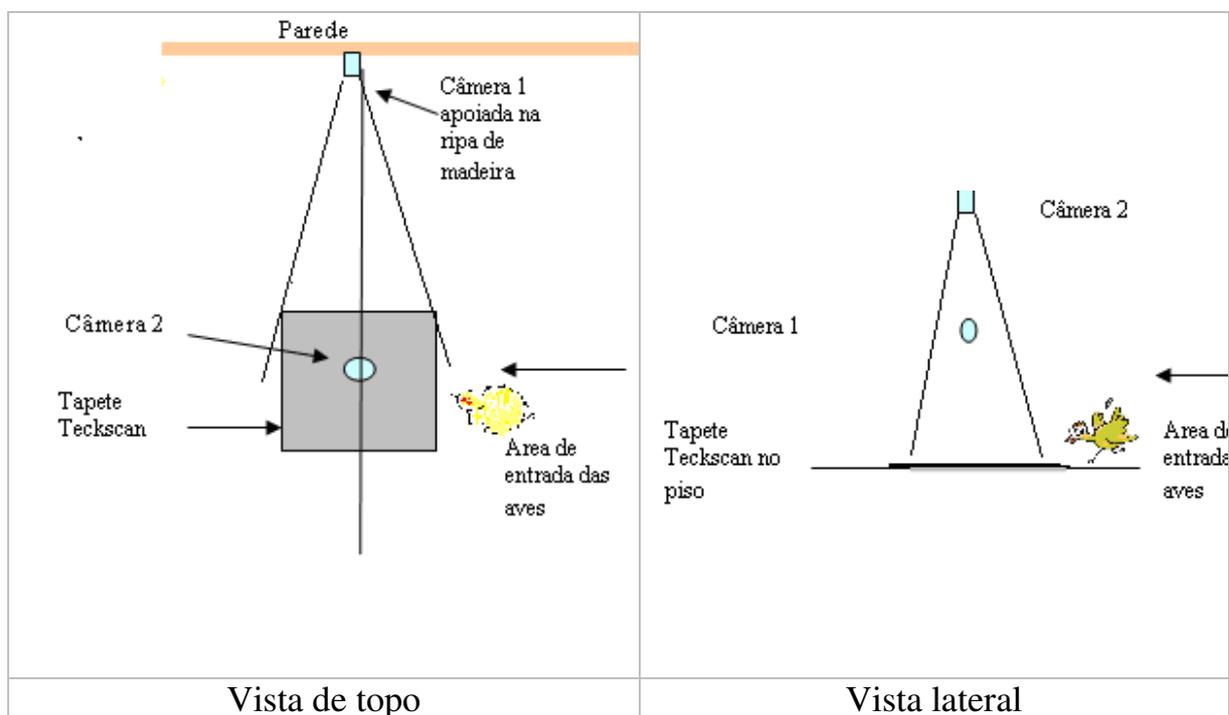


Figura 4. Esquema das câmeras de vídeo capturando o movimento de cima e do lado.

A terceira parte do aparato consistiu de um arranjo de *hardware* e *software*, com leitura das pressões e das imagens registradas pelas câmeras (Figura 4). Imagens foram tomadas de duas câmeras de vídeo digital (JVC GDR-120U – 30Hz. 520 resolução linha vertical). A primeira câmera foi colocada a uma distância de aproximadamente 1m do plano de movimento (plataforma de madeira com o sistema de pressão usado para coletar dados de pressão plantar), como sugerido por CARVALHO et al. (2005). A segunda foi colocada sobre o meio da plataforma de andar anexada a uma vara de 1,3m de altura. As câmeras foram alinhadas sobre eixos verticais e horizontais e a um ângulo de 90° do plano de movimento.

A medida da deficiência de locomoção consistiu em induzir o frango a andar sobre a plataforma e automaticamente registrou-se a pressão das duas patas (direita e esquerda) separadamente.

Para as análises foram usados os resultados para comparar o balanço dos picos das forças nas duas patas, além do tempo que a ave caminhou sobre a seção, bem como o valor atribuído de *gait score*.

4.1.1 Medida de pressão plantar

A medida da pressão plantar constituiu de duas partes: o *hardware* (pressão na esteira) grava os dados de pressão e transfere para o *software*, enquanto esse permite a gravação da imagem visualizando a pressão, o processamento e análises de dados. Este *hardware* é formado por cerca de dois mil sensores organizados em colunas e linhas. O volume de cada sensor é dividido em 256 micros elementos e compreendido pelo *software* em valores capturados em uma plataforma de força que pode ser vista em distintas cores em tempo real, ou salvas para análises posteriores.

A escala de pressão tem como base a cor, que muda de azul escura (baixa pressão) para vermelho escuro (alta pressão).

4.1.2 Gait score

Quarenta aves, escolhidas ao acaso em um aviário comercial, em condições de campo na região de Campinas, com idade variando de 28 a 49 dias (dez aves por cada idade) foram usadas no teste. As aves foram transportadas em caixas até o laboratório de Engenharia de Biosistemas no Centro de Tecnologia da Unicamp. Ao chegar foram deixadas descansando no ambiente com temperatura de 26 a 27°C.

Cada grupo de aves com mesma idade foi marcado na cabeça com cor específica (Figura 5), depois pesadas (Figura 6) e conservadas em caixas, aguardando a vez de medir a pressão plantar. O experimento iniciou com as aves mais velhas, já que são mais susceptíveis ao estresse.



Figura 5. Aves dentro da caixa, marcadas na cabeça.



Figura 6. Aves sendo pesadas em balança digital.

O *gait score* foi estimado para cada ave usando a escala de 0 a 2 (0 = ave normal; 2= ave que quase não consegue andar ou anda de 1 a 4 passos e senta), como proposto por DAWKINS et al. (2004), por uma pessoa observando a ave andar.

A análise estatística consistiu em aplicar ANOVA para as variáveis registradas para verificar a variabilidade entre os grupos e dentro do grupo usando intervalo de confiança de 95%.

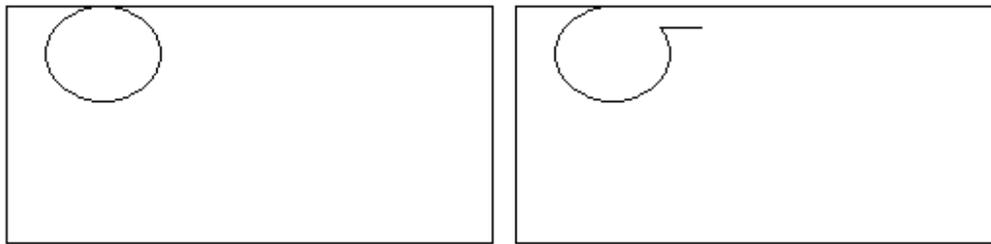
4.2 Experimento 2

Da mesma maneira que se estimou o *gait score* no experimento 1, foi estimado o *gait score* em lotes comerciais. Foram visitadas três granjas localizadas na região de Itatiba- SP. Em cada granja avaliou-se um aviário. Os aviários das três granjas eram similares, com dimensões de 12m de largura por 80m de comprimento, pé direito de três metros e orientação leste-oeste, com utilização de cortinas nas laterais, ventiladores e nebulizadores.

4.2.1 Medida de *gait score* em campo

Foi procedida uma observação visual em campo, em granja comercial, com as aves de 28, 35 e 42 dias, identificando a frequência de aves com cada nível de *gait score*. Foram realizadas três observações em cada granja, exceto para a granja com aves de 28 dias, que foram realizadas duas observações.

- 1- Sem estímulo: foi formado um círculo com folhas de madeira compensada (as mesmas que são utilizadas para montar o pinteiro na fase de aquecimento), retendo dentro dele aproximadamente 100 aves e foram observadas 50 delas andarem atribuindo-se o *gait score* (Figura 7a e Figura 8).
- 2- Com estímulo: abriu-se o círculo feito com as placas de madeira compensada, e as aves eram estimuladas a sair do círculo por uma pessoa que andava vagarosamente dentro do círculo. Foram observadas 50 aves saindo do círculo, e atribuiu-se o *gait score* (Figura 7b).
- 3- Dez aves em pontos aleatório do aviário: observou-se uma ave em cada um de 10 pontos aleatórios do aviário e atribuiu-se o *gait score*.



(a)

(b)

Figura 7. Esquema do círculo formado dentro do aviário (a); abertura do círculo e formação do corredor para as aves passarem (b).



Figura 8. Foto do círculo formado dentro do galpão.

Para avaliação das condições de ambiência foram medidas a temperatura , umidade relativa do ar e velocidade do ar, usando o higo-termo-anemômetro HTA® (Figura 9), a luminosidade, utilizando um luxímetro digital - ISBB260 (Figura 10) e a concentração do gás amônia, usando a bomba modelo Accuro Dräger® (Figura 11).



Figura 9. Hígro-termo-anemômetro, para registro da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.



Figura 10. Luxímetro digital para registro da quantidade de luz.



Figura 11. Bomba de sucção para detecção de gases com tubetes reagentes.

Estas medidas foram feitas em três pontos do aviário, sendo um no centro geométrico e, os outros dois, um em cada uma das extremidades do aviário. Em cada um dos pontos foram feitas três medidas de manhã iniciando às dez horas e três medidas á tarde, iniciando ás quinze horas com intervalo de quinze minutos entre uma medida e outra.

A análise estatística consistiu do cálculo da ANOVA com nível de significância de 95%. Para a estimativa de bem estar utilizou-se o teste do Qui-Quadrado para comparar a distribuição de gait score encontrada neste experimento com uma distribuição hipotética de bem estar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento 1

Quando o peso das aves foi comparado, com as quatro classes de idade, não encontrou-se que diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a classe de 42 e 49 dias (a média variou de 3000 kg a 3037 kg, respectivamente), podendo-se trabalhar com apenas três classes de idade (28; 35 e 42 - 49 dias).

O peso das aves com 35 e 28 dias foi de 2431 kg e 1411 kg respectivamente (Figura 12).

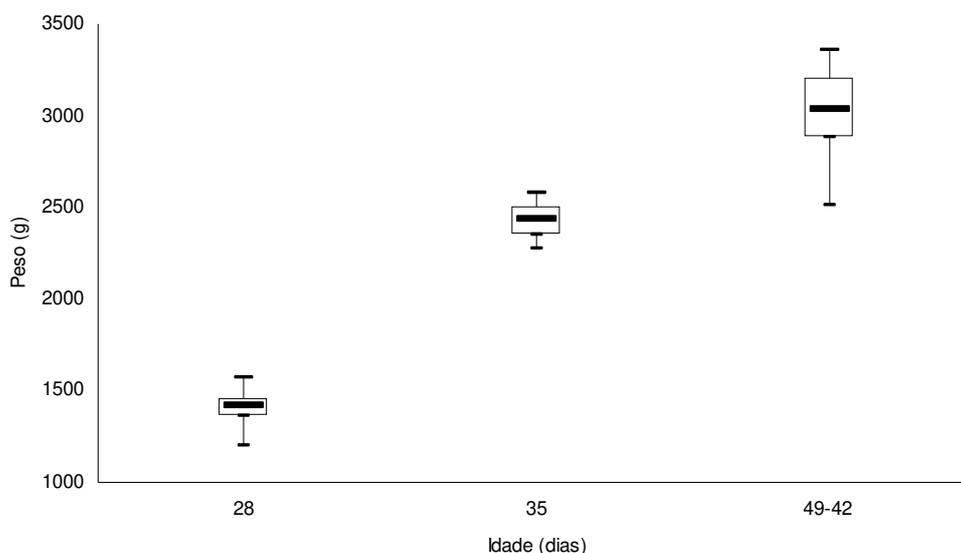


Figura 12. Boxplot do peso médio dos frangos de 28 a 49 dias de idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49 dias)

A Tabela 1 mostra os dados de todos os frangos do experimento, o valor de *gait score*, o número de lesões e a pressão no fêmur.

A Figura 13 mostra que aves mais velhas e pesadas tiveram mais dificuldade de andar e tiveram maior valor de *gait score* embora com baixa correlação (correlação entre idade e *gait score* foi de 0,1071).

O mesmo é evidenciado na Figura 14, que mostra aumento da frequência de *gait score* 1 e 2 com o aumento da idade.

Tabela 1. Dados de todos os frangos usados no experimento de laboratório.

Frango (número)	Idade (dias)	Peso (kg)	<i>Gait score</i>	Pressão Plantar (N)
1	49	2.750	2	54,85
2	49	2.925	2	54,66
3	49	3.280	2	54,76
4	49	2.515	2	52,70

5	49	3.210	2	53,78
6	49	3.360	2	51,26
7	49	2.935	2	51,70
8	49	3.230	2	53,84
9	49	3.115	2	61,15
10*	49	3.050	-	-
11	42	3.220	2	53,84
12	42	2.980	2	52,78
13	42	2.845	1	54,47
14	42	3.200	1	53,57
15	42	3.100	1	53,38
16	42	3.015	1	51,76
17	42	3.050	1	51,98
18	42	2.810	1	52,65
19	42	3.035	1	55,00
20	42	2.745	1	53,30
21	35	2.370	1	49,35
22	35	2.330	1	50,22
23	35	2.550	1	50,42
24	35	2.580	0	51,98
25	35	2.440	1	52,24
26	35	2.275	1	51,61
27	35	2.480	1	51,30
28	35	2.340	1	50,23
29	35	2.510	1	48,38
30	35	2.440	0	37,75
31	28	1.200	0	31,37
32	28	1.575	1	30,91
33	28	1.385	1	29,69
34	28	1.435	1	29,76
35	28	1.355	0	30,33
36	28	1.505	1	30,95
37	28	1.465	0	29,56
38	28	1.430	1	28,55
39	28	1.415	1	29,18
40	28	1.350	1	28,59

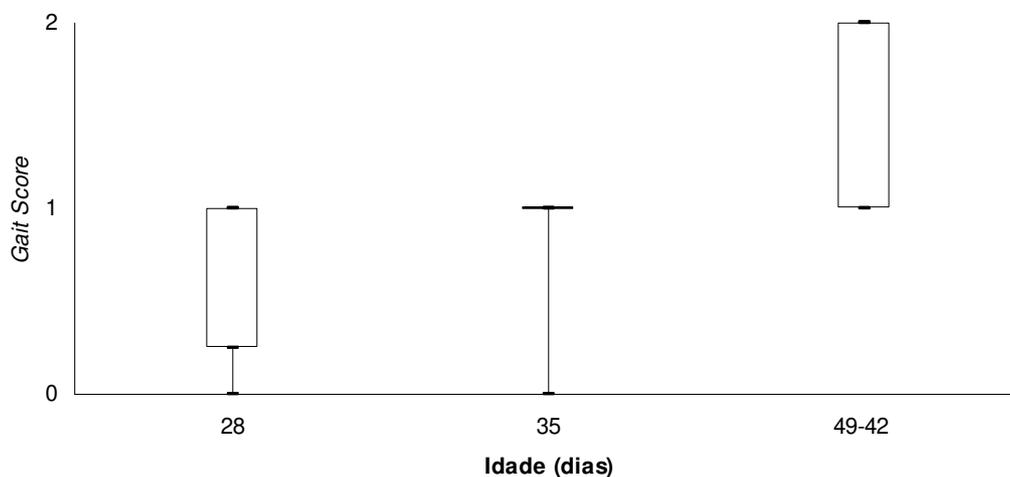


Figura 13. Gráfico boxplot da variação do *gait score* dos frangos de 28 a 49 dias de idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49)

De acordo com a Tabela 2, houve correlação alta e positiva entre a idade e o *gait score* 2 e correlação alta e negativa, entre a idade e o *gait score* 0 e 1, confirmando aumento na incapacidade de andar, com o aumento da idade. Resultados semelhantes foram encontrados por SORENSEN et al. (2000) e estes autores concluíram que, aos 28 dias, as desordens de locomoção são um problema relativamente menor; e poucas aves têm *gait score* de 4 ou 5 (na escala de 0 a 5).

No entanto, aos 42 dias, as aves tiveram prejudicada sua capacidade de andar, enquanto deterioração maior ocorreu quando frangos estavam com 49 dias. Uma ave morreu durante o experimento.

Tabela 2. Frequência do *gait score* por idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49) e a correlação da frequência de cada *gait score* com a idade.

<i>Gait Score</i>	Frequência do <i>gait score</i> por idade			Correlação
	42 - 49 dias	35 dias	28 dias	
0	0,00	0,20	0,30	-0,98
1	0,37	0,80	0,70	-0,73
2	0,63	0,00	0,00	0,87

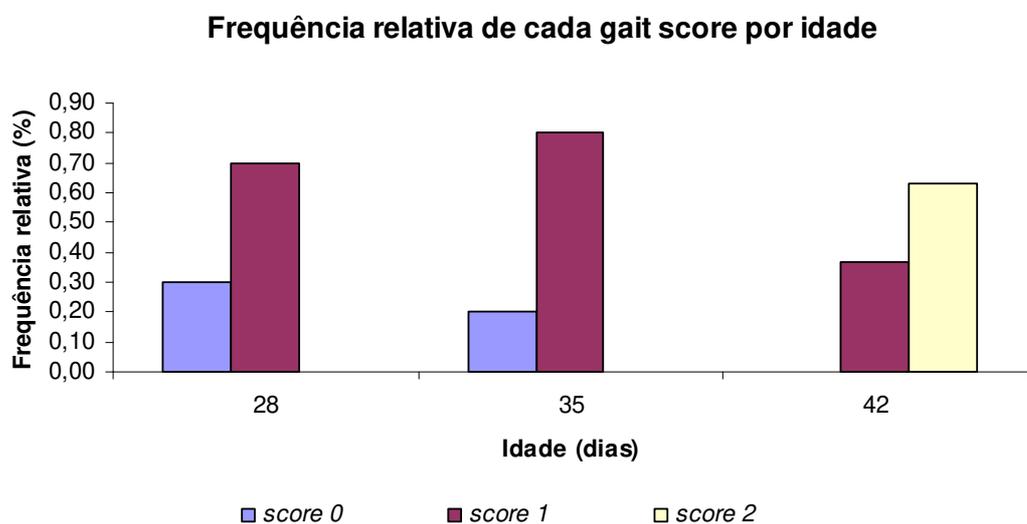


Figura 14. Gráfico da frequência relativa do *gait score* por idade, considerando três classes de idade (28, 35 e 42 - 49 dias).

Estudando diferentes genótipos e capacidade de andar de frangos, KESTIN et al. (1999) encontrou diferenças entre genótipos, havendo coeficiente de correlação entre capacidade de andar e peso; capacidade de andar e calos de pé, bem como discondroplasia tibial e peso. Assim como com o aumento do peso corporal dos frangos, a capacidade de andar tendeu a diminuir.

As Figuras de 15 a 17 mostram a pressão plantar e o pico de força exercido por cada pata. A ave com *gait score* 2 deitou sobre a plataforma de medida e o *software* capturou imagem do corpo todo além da pata sobre a plataforma (Figura 15 a).

A ave número 7 ficou deitada 60 segundos e andou 20 segundos (Figura 15 c). De acordo com WEEKS et al. (2000) claudicação esta associado à incapacidade de andar e provável dor, significativamente aumentou o tempo despendido deitado. Os autores explicam que seleção para maior volume de carne de peito moveu o centro de gravidade dos frangos para frente com desbalanço e predisposição ao comportamento de ficar sentado.

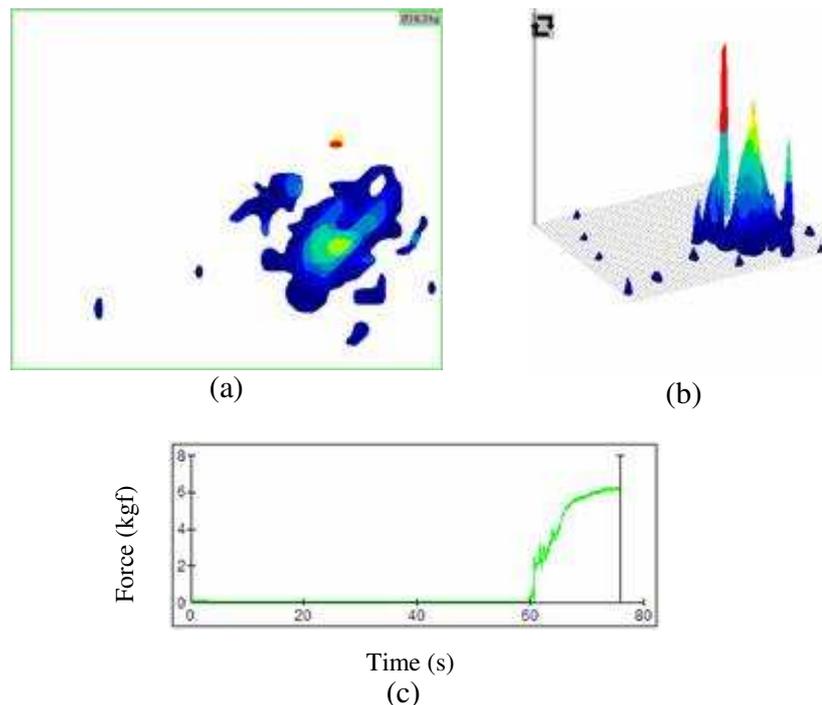


Figura 15. Imagem resultante da pressão plantar da ave número 7, com *gait score* 2 (a); e exposição do pico da força em três dimensões (b); distribuição da força equivalente durante a locomoção (c).

Também é provável que a posição sentada seja a mais confortável e fisicamente a melhor postura para frangos com problemas de patas (BIZERAY et al., 2004).

Resultados similares foram encontrados neste experimento, aves com *gait score* 2 quase não andavam sobre a plataforma. Quando a ave número 7 movimentou, o pico da força foi significativamente maior sobre a pata esquerda (Figura 15 b) mostrando um desequilíbrio de força entre as duas patas.

A Figura 16 mostra a pressão de andar da ave número 19, cujo *gait score* é 1. Na Figura 16 c a ave gasta 60 segundos andando sobre a plataforma com movimento lento e constante; no

entanto o pico da força na patas foi alto e sua distribuição desuniforme e fora do centro na pata direita (Figura 16 b). De acordo com KERSTIN et al., (1992), aves com *gait score* 4 e 5 (na escala de 0 a 5) e as mais pesadas claudicam mais severamente que aves sadias. SU et al. (1999) encontrou em um levantamento que 4% das aves de um lote regular teve *gait score* 4. Estas aves foram afetadas a ponto de conseguir andar unicamente com dificuldade e quando fortemente motivadas.

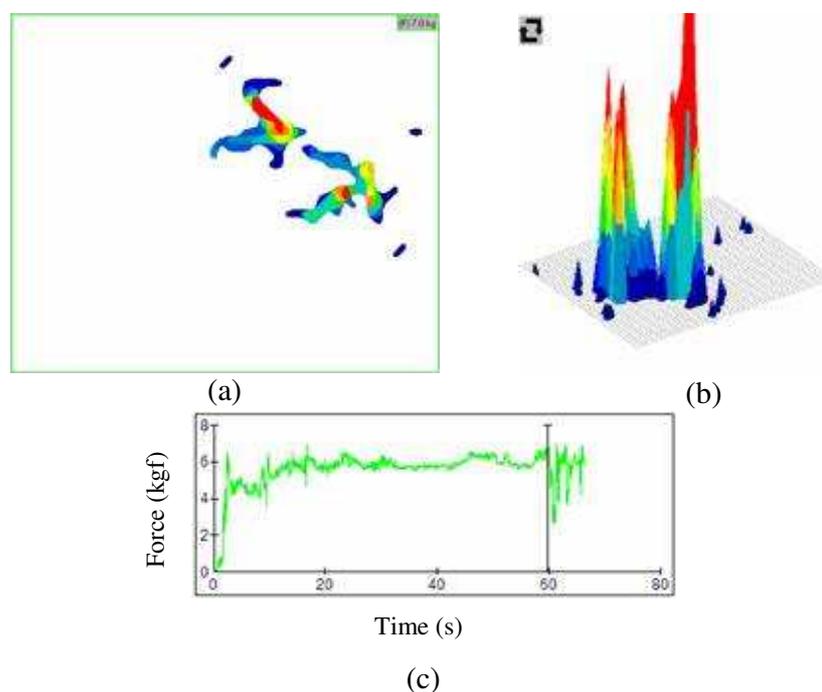


Figura 16. Imagem resultante da pressão de andar da ave número 19, com *gait score* 1 (a); disposição nas três dimensões (b), e a distribuição da força equivalente durante a locomoção (c).

Na Figura 17 o *software* capturou a imagem da ave numero 30, com *gait score* 0 com distribuição da pressão uniforme. A ave moveu rápido sobre a plataforma (menos que 30 segundos) como visto na Figura 17 c; no entanto, a distribuição do pico das forças sobre as patas não foi balanceado, e a perna esquerda sustentou mais peso.

O frango andando equilibrado em um determinado percurso pode ser um indicativo de bem-estar (MANNING et al., 2007).

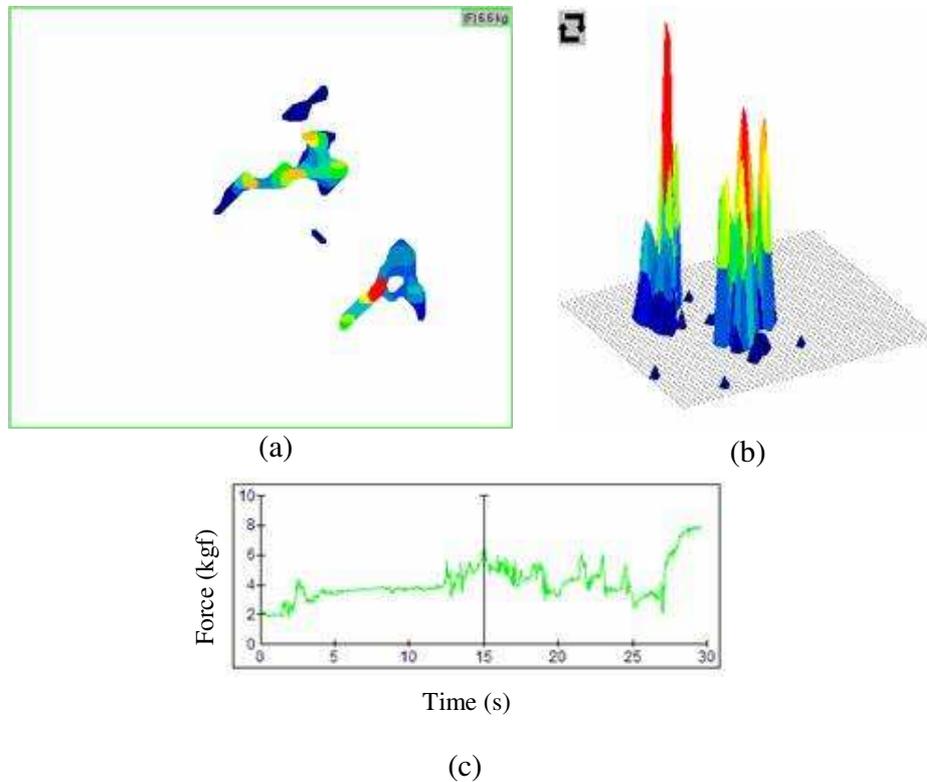


Figura 17. Imagem da pressão resultante de andar da ave número 30, com *gait score* 0 (a); a exposição em três dimensões (b), e a distribuição da força equivalente durante a locomoção (c).

5.1.1 Força sobre o pé durante a caminhada

A Tabela 3 mostra os dados do pico de força equivalente em cada pata, direita e esquerda. Quando comparado os valores das imagens capturadas pelo *software* foi claro que os frangos selecionados apresentaram valores distintos da distribuição de força sobre as patas, o que pode ter induzido a lesões, por serem desequilibrados quando andam. No entanto, isto não foi macroscopicamente notado durante este experimento em aves com *gait score* 1, sendo difícil especificar falta de bem estar como sugerido por MANNING et al. (2007).

Tabela 3. Dados do peso vivo (PV), pico da força nos pés direito e esquerdo, a força total em porcentagem do peso vivo e *gait score* dos frangos testados.

Frango (número)	Peso vivo (kg)	Pico da força no pé direito (N)	Pico da força no pé esquerdo (N)	Força total (% PV)	Gait score
7	2.935	-	-	-	2
19	3.035	0,72	0,55	57,2	2
34	2.440	0,28	0,20	38,6	1
30	1.435	0,15	0,23	24,9	0

Não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) no pico da força das patas direito e esquerdo para aves com *gait score* 0 e 1; entretanto frangos mais velhos com *gait score* 2, apresentaram desbalanço severo no pico das forças entre os duas patas. Alguns autores (BUTTERWORTH, 1999; BIZERAY et al., 2000; SCARAW, 2000) indicaram que aves mais velhas e pesadas tendem a compensar a dificuldade de andar, usando as patas desuniformemente para minimizar eventual desconforto ou dor (DANBURY et al., 2000).

A força total expressa em porcentagem do peso vivo aumentou com a idade como esperado, mostrando uma correlação positiva com o *gait score*, para as aves testadas.

Os resultados da distribuição do pico de força para patas direita e esquerda, como porcentagem do peso vivo, variou para os frangos selecionados deste experimento. Embora se mantivesse uma tendência para cada classe de idade, encontrou-se uma grande variação entre indivíduos. Para estes resultados, embora não notificado claramente por observação visual, os frangos andaram desuniformemente e, de acordo com MANNING et al. (2007), isto poderia indicar pior condição de bem-estar.

5.2 Experimento 2

A Tabela 4 mostra a análise de variância testando o efeito dos fatores Metodologia e Idade sobre o *gait score*. Considerando-se, neste caso o Fator Metodologia com 3 níveis: Com estímulo; Dez Aves e Sem estímulo. Sendo impossível de testar a interação já que o nível de

dez aves ao acaso só foi avaliado aos 35 e 42 dias. Contudo, verificou-se significativa influência ($P < 0,05$) desses fatores sobre o *gait score*.

Tabela 4. A análise de variância testando o efeito dos fatores Metodologia e Idade sobre o *gait score*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P- valor
Metodologia	2	4,0842	2,0998	4,55	0,011
Idade	2	6,0676	3,0338	6,58	0,002
Erro	315	145,2358	0,4611		
Total	319	155,3875			

Para testar a interação entre os fatores foi retirado o nível "10 aves". Considerando-se, neste caso o Fator Metodologia com 2 níveis: Com estímulo e Sem estímulo. Verificou-se significativa influência ($P < 0,05$) desses fatores sobre o *gait score* (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância testando o efeito dos fatores Metodologia e Idade sobre o *gait score*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P- valor
Metodologia	1	4,0833	4,0833	9,06	0,003
Idade	2	6,1067	3,0533	6,78	0,001
Metodologia_*Idade	2	0,1867	0,0933	0,21	0,813
Erro	315	132,4600	0,4505		
Total	319	142,8367			

Não foram encontradas evidências de interação entre os fatores Metodologia e Idade. Desta forma a metodologia influencia o *gait score* independente da idade e a idade influencia o *gait score* independente da metodologia. Este resultado indica que a escolha da metodologia usada na avaliação do *gait score* deve ser considerada porque pode afetar os resultados.

A Figura 18 mostra as médias do *gait score* para cada metodologia. Observa-se que na metodologia de "dez aves" houve uma variação muito grande em torno da média permitindo menor confiança nos dados. Na Figura 19 observa-se também que a maneira como os níveis de *gait score* se distribui na metodologia de "dez aves" é bem diferente das outras duas metodologias. Estes dois fatos sugerem que esta metodologia é pouco confiável. Nas avaliações com estímulo e sem estímulo a variação em torno da média foi relativamente pequena permitindo maior confiança.

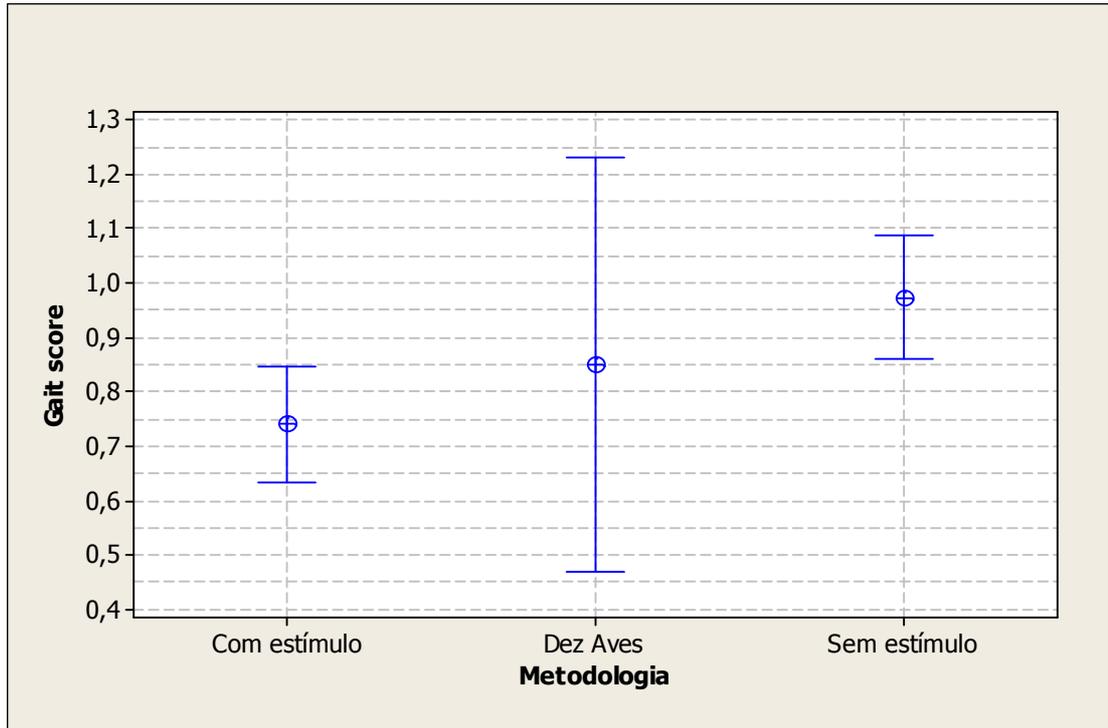


Figura 18. Influência da Metodologia sobre o *gait score*.

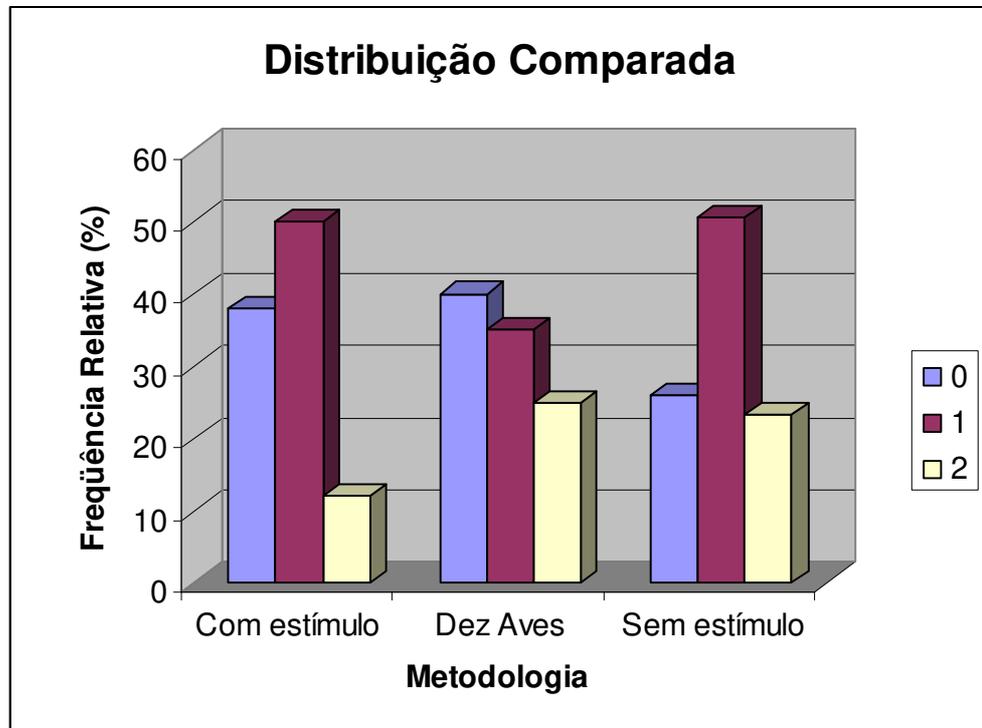


Figura 19. Distribuição dos três níveis de *gait score* para as três metodologias usadas.

Na Figura 20 observa-se que independente da metodologia usada, há evidências de que o *gait score* é menor aos 28 dias, maior aos 35 dias e depois reduz aos 42 dias. Segundo SORENSEN et al. (2000), desordens de locomoção são um problema relativamente menos importante aos 28 dias o que esta em acordo com o o resultado encontrado nesta pesquisa aos 28 dias.

Observa-se também na Figura 20 que na avaliação com estímulo o *gait score* é menor que na avaliação sem estímulo, este fato provavelmente é devido ao fato das aves andarem mais quando são estimuladas a andar. Estes dados também revelaram que as aves andam menos, quando não são estimuladas a andar, o que pode agravar o problema de locomoção. De acordo com BOKKERS et al. (2006) os frangos podem ser motivados a andar longas distâncias para alcançar o alimento.

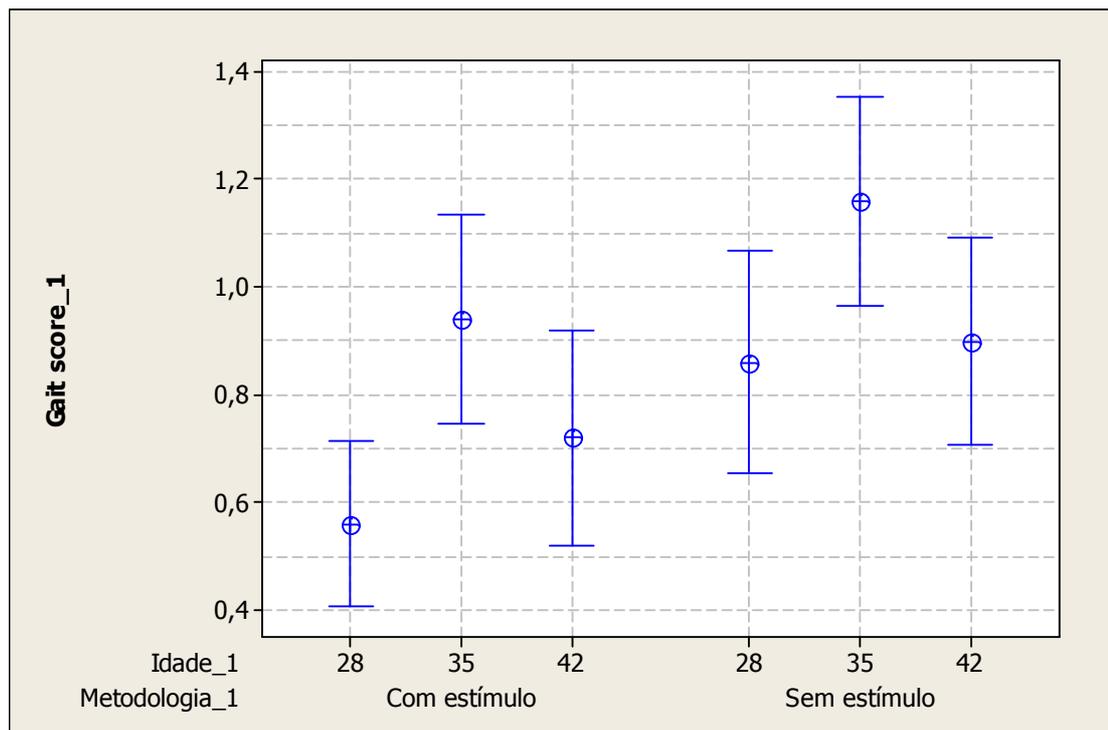


Figura 20. Influência da idade sobre o *gait score*.

Segundo BIZERAY et al. (2000), a atividade locomotora nos primeiros dias de vida pode aumentar a atividade locomotora nos últimos estágios da vida, diminuindo a ocorrência de problemas locomotores.

No campo observou-se que, quando não se aplicava um estímulo, as aves andavam poucos passos e paravam, piorando o *gait score*. Quando aplicava-se o estímulo, elas andavam mais, melhorando a nota de *gait score*. O fato das aves andarem pouco dentro dos aviários dificultou a avaliação do *gait score*, já que elas podem andar pouco porque estão com dor ou simplesmente porque, naquele momento, não querem andar mais.

Por outro lado, quando as aves são estimuladas a andar, elas podem estar se esforçando demais para executar a tarefa e andar uma distância maior do que andariam se não houvesse o estímulo, mesmo em condição de dor ou desconforto.

WEEKS et al. (2000) encontraram que frangos sadios gastaram 76% do tempo deitados, enquanto aves com problemas de claudicação gastaram 86% do tempo na mesma atividade, ou seja, deitados. Ele também relata que o comportamento de ficar deitado aumentou com a idade. Segundo WEBSTER et al. (2008) aves com *gait score* normal tiveram maior latência para deitar.

Neste presente estudo, observou-se que algumas aves davam 2 a 4 passos e já chegavam ao comedouro ou bebedouro, ou encontravam com outra ave e simplesmente paravam de andar. Para essas aves, foi atribuído o *gait score* 2, porém, não se pode afirmar que tinham problemas de locomoção.

Outra questão importante é que, antes da avaliação começar, não se pode afirmar com total segurança, se a ave estava descansando ou se ela já estava cansada de andar, o que poderia influenciá-la a andar mais ou menos, independente do seu estado locomotor.

De acordo com WEBSTER et al. (2008) medo ou novidade pode levar o frango a ignorar a condição de dor e ele andar ou correr normalmente comprometendo a avaliação. Cabe relatar que nas observações a campo, a avaliação do *gait score* apresentou bastante subjetividade, conforme esperado.

A tabela 6 apresenta a distribuição de cada nível de *gait score* para todas as idades e metodologias usadas.

Tabela 6. Distribuição das frequências de cada nível de *gait score* por idade para as três avaliações realizadas (aves estimuladas a andar; aves andando sem estímulo e dez aves andando ao acaso dentro do galpão).

<i>Gait</i>	Sem estímulo			Com estímulo			Dez aves ao acaso		
<i>Score</i>									
	42	35	28	42	35	28	42	35	28
0	0,28	0,16	0,34	0,42	0,26	0,46	0,50	0,30	-
1	0,54	0,52	0,46	0,44	0,54	0,52	0,20	0,50	-
2	0,18	0,32	0,20	0,14	0,20	0,02	0,30	0,20	-

Na avaliação com estímulo dois por cento das aves tiveram *gait score* 2 aos 28 dias e na avaliação sem estímulo 20 por cento tiveram *gait score* 2 (Tabela 6). SORENSEN et al (2000) encontrou que menos de 1% dos frangos aos 28 dias tiveram *gait score* 4 ou 5. Considerando que os *gait score* 4 e 5 da escala de 6 pontos equivalem ao *gait score* 2 da escala de três pontos os resultados desta pesquisa foram bem superiores.

SANOTRA et al (2001) encontrou 25% das aves com *gait score* 0 concluindo que o *gait score* foi alto. KESTIN et al. (1992) encontrou apenas 10% das aves com *gait score* 0. Embora que na presente pesquisa a porcentagem de *gait score* 0 encontrada foi maior que o encontrado por estes autores em quase todos os casos (Tabela 6), deve-se considerar que a escala aqui utilizada foi de três pontos enquanto SANOTRA (2001) e KESTIN et al. (1992) utilizaram a escala de seis pontos. Já BRICKETT et al (2007) mesmo tendo utilizado a escala de seis pontos encontrou 62,5% das aves com *gait score* 0, este resultado foi maior do que o encontrado nesta pesquisa para qualquer idade ou tipo de metodologia.

DAWKINS et al (2004) utilizou a escala de três pontos e encontrou valores de 61,1 a 80,8 % das aves com *gait score* 0 estes valores também foram bem acima do encontrado nesta pesquisa (Tabela 6).

Considerando que GRANDIN (2007) recomenda que para que a nota de bem-estar seja alta, 95% - 99% dos frangos devem ter *gait score* entre 0 e 1 na escala de seis pontos e admitindo que os níveis 0 e 1 da escala de seis pontos equivalem ao nível 0 da escala de três pontos estima-se que para uma nota de *gait score* alta para escala de três pontos 95% das aves

devem ter *gait score* 0 podendo se admitir que os outros 5% seja igualmente distribuído para os níveis 1 e 2. A partir dessa distribuição hipotética foi realizado o teste de ajuste de distribuição de frequência (distribuição esperada de bem-estar x distribuição observada) e encontrou que a distribuição encontrada nesta pesquisa não atende a nota de bem-estar (Tabela 7 e Figura 21).

Tabela 7. Teste estatístico de Qui-Quadrado para ajuste de distribuição.

Categoria	Observado		Esperado		N	GL	χ^2	P-Valor
	Contagem	Proporção	Contagem	Proporção				
0	104	0,950	304	131,58	320	2	3256,58	0,000
1	158	0,025	8	2812,50				
2	58	0,025	8	312,50				

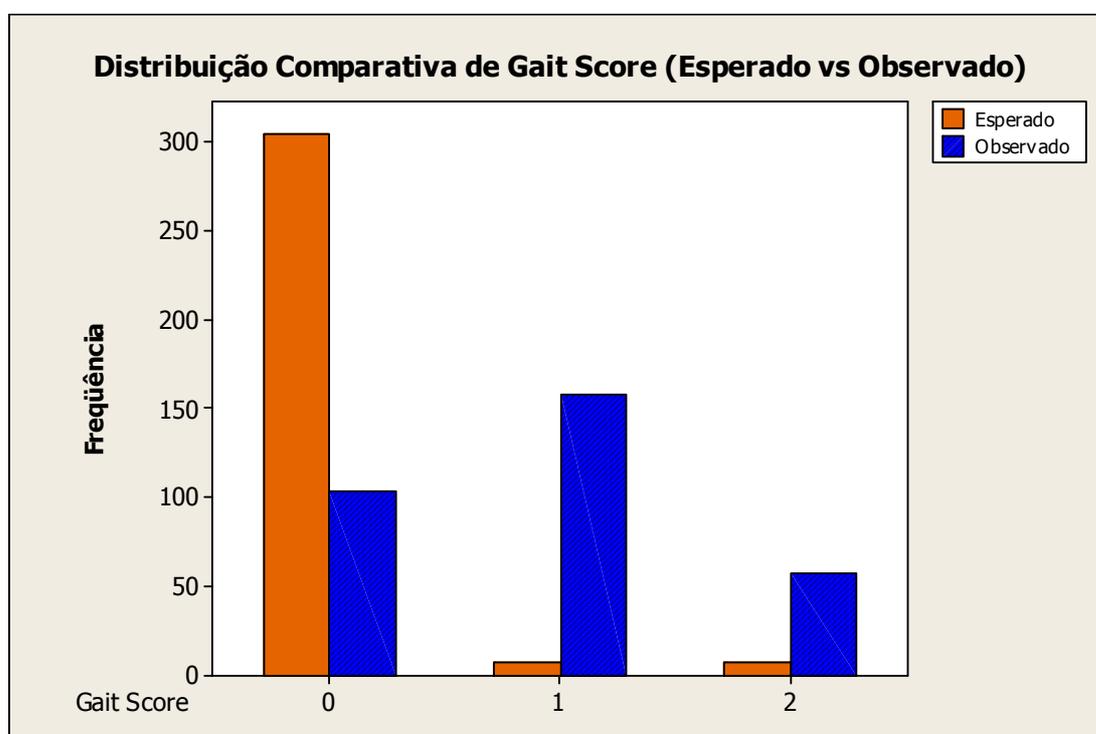


Figura 21. Distribuição comparativa do gait score observado e esperado para condição de bem estar.

Estes resultados podem ser consequência das condições ambientais em que esses frangos foram produzidos (Tabela 8). Segundo DAWKINS *et al.* (2003) a porcentagem de aves com baixo desempenho durante o período de crescimento, foi positivamente correlacionada

com alta umidade e temperatura da terceira a quinta semana; e o número de aves andando bem, ou seja, com *gait score* 0, foi negativamente correlacionado com a porcentagem de tempo em que a temperatura e umidade esteve fora do recomendado. De acordo com BRUNO et al. (2007), frangos criados sob condição de estresse térmico mostraram redução no comprimento e largura da tíbia, fêmur e úmero. Para LIN et al. (2006), o regime de luz de 6 a 10 lx nos aviários é importante por influenciar diretamente na atividade motora das aves. Fatores relacionados à ambiência térmica e aérea, bem como à quantidade e intensidade de luz dos galpões, são mais influentes na resposta das aves quando os extremos ocorrem simultaneamente. (MARTRENCAR et al., 1997; DAWKINS, 2003; MOURA et al., 2006; BESSEI, 2006).

Tabela 8. Médias das variáveis ambientais registradas para cada idade.

<i>Idade</i> (dias)	<i>Amônia</i> (ppm)	<i>Temperatura</i> (°C)	<i>U. rel.</i> (%)	<i>Vel. ar</i> (m s ⁻¹)	<i>Luminosidade</i> (lx)
28		28,9	49,4	0,83	188,3
35	11,0	31,0	60,2	1,76	331,5
42	11,0	26,8	67,2	0,45	205,3

6 CONCLUSÕES

O sistema de medida de pressão plantar utilizado foi capaz de detectar deficiência de locomoção em frangos de corte.

No campo foi difícil avaliar o *gait score* das aves e este sistema de medida mostrou-se subjetivo. A metodologia utilizada pode influenciar os resultados de *gait score*.

Condições ambientais inapropriadas podem prejudicar o sistema locomotor de aves.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. Viçosa-MG: UFV, p. 246, 1997.

BERGSTEN, C.; FRANK, B. Sole Haemorrhages in tied primiparous cows as an indicator of periparturient lameness: Effects of diet, flooring and season. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 37, p. 388-394, 1996.

BESSEI, W. Welfare of broilers. *World's Poultry Science Journal*, v.62, n.3, p.455-66, 2006.

BIZERAY, D.; LATERRIER, C.; CONSTANTIN, P.; PICARD, M.; FAURE, J.M. Early locomotor behaviour in genetic stocks of chickens with different growth rates. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 68, p. 231-242, 2000.

BIZERAY, D.; FAURE, J. M.; LETERRIER, C. Faire marcher l'ê poulet: pourquoi et comment. INRA. *Production Animale*, v.17, n.1, p.45-57, 2004.

BOKKERS, E. A. M.; KOENE, P. Motivation and ability to walk for a food reward in fast and slow- growing broilers to 12 weeks of age. Ethology Group, Department of Animal Sciences, Wageningen University, P. O. Box 338, 6700 AH, Wageningen, The Netherlands, 2004.

BOKKERS, E. A. M.; ZIMMERMAN, P. H.; RODENBURG, T.B.; KOENE, P. Walking behaviour of heavy and light broilers in an operant runway test with varying durations of feed deprivation and feed access. Ethology Group, Department of Animal Sciences, Wageningen University, P. O. Box 338, 6700 AH, Wageningen, The Netherlands, 2006.

- BRICKETT, K.E.; DAHIYA, J.P.; CLASSEN, H.L.; GOMIS, S. Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *Poult. Sci.* 86, p. 2172-2181.
- BRUNO, L.D.G.; LUQUETTI, B.C.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Influence of early qualitative feed restriction and environmental temperature on long bone development of broiler chickens. *Journal of Thermal Biology*, v. 32, p. 349-354, 2007.
- BUTTERWORTH, A. Infectious components of broiler lameness: a review. *World's Poultry Science Journal*, v.55, p.327-352, 1999.
- CARVALHO, V.; BUCKLIN, R.; SHEARER, J. K.; SHEARER, L. Effects of trimming on dairy cattle hoof weight bearing and pressure distributions during the stance phase. *Transactions of the ASAE*, v. 48, n. 4, p. 1653-1659, 2005.
- CARVALHO, V.C.; NÄÄS, I.A.; NETO, M.M.; SOUZA, S.R.L. Measurement of pig claw pressure distribution. *Biosystems Engineering* (2009), doi: 10.1016/j.biosystemseng.2009.04.010.
- CIGR. COMMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL. *Climatization of animal houses*. Report of Working Group- Revision. Aberdeen: Scottish Farm Building Investigation Unit, p.64, 1989.
- CLAYTON, H.M. The force plate: established technology, new applications. Guest editorial. *The Veterinary Journal*, v. 169, p. 15-16, 2005.
- CORR, S.A.; MC CORQUODALE, C.; MC DONALD, J.; GENTLE, M.; MCGOVERN, R. A force plate study of avian gait. *Journal of Biomechanics*, v. 40, p. 2037- 2043, 2007.
- DAWKINS, M.S. Behavior as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology*, Berlin, v.106, n.4, p.383-7, 2003.
- DAWKINS, M.S.; DONNELLY, C. A. e JONES, T. A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, v. 427, 2004.
- DANBURY TC, WEEKS CA, CHAMBERS JP, WATERMAN-PEARSON AE, KESTIN SC. Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Veterinary Record*, v. 146, n.11, p.307-311, 2000.

DOZIER, W. A.; THAXTON, J. P.; BRANTON, S. L.; MORGAN, G. W.; MILES, D.M.; ROUSH, W.B.; LOTT, B.D.; e THAXTON, Y. V. Stocking Density Effects on Growth Performance and Processing Yields of Heavy Broilers. *Poultry Science*, v. 84, p. 1332-1338, 2005.

FEBRER, K.; JONES, T. A.; DONNELLY, C. A.; DAWKINS, M. S. Forced to crowd or choosing to cluster? Spatial distribution indicates social attraction in broiler chickens. *Animal Behaviour*, v.72, p.1291-1300, 2006.

GARNER JP, FALCONE C, WAKENELL P, MARTIN M, MENCH JA. Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. *British Poultry Science*, v.43, n.3, p.355-363, 2002.

GRANDIN, T. Poultry Slaughter Plant and Farm Audit: Critical Control Points for Bird Welfare (2007). Disponível em: [http// www.grandin.com/poultry.audit.html](http://www.grandin.com/poultry.audit.html). Acesso em: January, 2008.

HELLICKSON, M.A.; WALKER, J.N. *Ventilation of Agricultural Structures*. St. Joseph: ASABE, 1983, 23 p. (Monograph, 6).

HINZ, T.; LINKE, S. A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Part 1: Methods. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.70, n.1, p.111-9, 1998.

JONES, E.K.M.; WATHES, C.M.; WEBSTER, A.J.F. Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Applied Animal Behaviour Science*, v.90, n.3, p.293-308, 2005.

KESTIN, S.C.; KNOWLES, T.G.; TINCH, A.E.; GREGORY, N.G. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record*, v.131, p. 190-194, 1992.

KESTIN, S.C.; SU, G.; SORENSEN, P. Different commercial broiler crosses have different susceptibilities to leg weakness. *Poultry Science*, v.78, n.8, p.1085-1090, 1999.

KNOWLES, T. G.; KESTIN, S. C.; HASLAM, S. M., BROWN, S. M., GREEN, L. E. Leg Disorders in Broiler Chickens: Prevalence, Risk Factors and Prevention, *PLoS ONE* 3(2): e1545. doi: 10.1371/journal.pone.0001545, 2008.

- LEESON, S.; DIAZ, G.; SUMMERS, J. Skeletal disorders. p.124-175 em *Poultry Metabolic Disorders and Micotoxins*. Univ. Books, Guelph, Ontario, Canada, 1995.
- LIN, H.; JIAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, F. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Journal*, v.62, n.1, p.71-85, 2006.
- LIVESEY, C.T., HARRINGTON, T., JOHNSTON, A.M., MAY, S.A., METCALF, J.A. The effect of diet and housing on the development of sole haemorrhages, white line haemorrhages and heel erosions in Holstein heifers. *Animal Science*, v. 67, p.9-16, 1998.
- MANNING, L.; CHADD, S.A; BAINES, R. N. Key health and welfare indicators for broiler production. *World's Poultry Science Journal*, v. 63, p. 46-62, 2007.
- MARTRENCAR, A.; MORISSE, J.P.; HUONNIC, D.; COTTE, J.P. Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits broiler. *Veterinary Research*, v.28, n.5, p.473-80, 1997.
- MASSE, P.; BOSKEI, A.; ZIV, I.; HAUSCHKA, P.; DONOVAN, S.; HOWELL, D.; COLE, E. Chemical and biomechanical characterization of hyperhomocysteinemic bone disease in an animal model. 2003. www.biomedcentral.com/1471-2474/4/2.
- MEDEIROS, C.M. Ajuste de Modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. Viçosa: UFV, p. 125. Tese de Doutorado, 2001.
- MEDEIROS, C.M; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINOCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na agricultura*, Viçosa, MG, v.13, n.4, p. 277-286, 2005.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. *Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados*. 112 f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- MOURA, D.J.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D.F.; SILVA, R.B.T.R.; CAMARGO, G.A. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.8, n.1, p.137-48, 2006.

MORRIS, E.A., SEEHERMAN, H.J. Redistribution of ground reaction forces in experimentally induced equine carpal lameness. *Equine Exercise Physiology*, v. 2, p. 553-563, 1987.

NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S. e MOURA, D. J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.326-335, 2007.

NÄÄS, I. A. Deficiência locomotora em frangos de corte e bem estar animal. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. Su Tec, p. 1-6, 2008.

RAVINDRAN, V.; THOMAS, D. V.; THOMAS, D. G.; MOREL, P. C. H. Performance and welfare of broilers as affected by stocking density and zinc bacitracin supplementation. *Animal Science Journal*, v. 77, p. 110- 116, 2006.

SANOTRA, G.S.; LUND, J.D.; ERSBOLL, J.S.; VESTERGAARD, K.S. Monitoring leg problems in broilers: A survey of commercial broiler production in Denmark. *World's Poult. Sci.* 57 p. 55-59, 2001.

SAINSBURY, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J.A. *Environmental aspects of housing for animal production*. Londres: Butterworths, 1981. p.439-532.

SCAHAW- Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare 2000. The welfare of chickens kept for meat production (Broilers). Brussels: European Commission, Health and Consumer Protection Directorate- General; p.35, 2000.

SHIELDS, S.J.; GARNER, J. P. e MENCH, J. A. Environment, Well- Being, and Behaviour. *Poultry Science*, v.84, p. 1816-1824, 2005.

SORENSEN P, SU G, KESTIN SC. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science*, v.79, n.6, p.864-870, 2000.

SU, G.; SORENSEN, P.; KESTIN, S.C. Meal feeding is more effective than early feed restriction at reducing the prevalence of leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science*, v.78, p.949-955, 1999.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.3, n.1, p. 1 -26, 2001.

VAN DER EERDEN, B.; KARPERIEN, B.M.; WIT, J. Systemic and local regulation of the growth plate. *Endocrinology*, v. 24, p. 782-801, 2003.

WEBSTER, A.B.; FAIRCHILD, B.D.; CUMMINGS, T.S.; STAYER, P.A. Validation of a three. Point gait scoring system for field assessment de walking ability of commercial broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 17, p. 529-539, 2008.

WEEKS, C.A.; DANBURY, T.D.; DAVIES, H.C., HUN, T.P.; KESTIN, S.C. The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science*, v.67, n.1-2, p.111-125, 2000.