

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Eficiência de sistemas de pesagem de frangos de corte**

**Isis Mariana Dombrowsky Leal Pasian**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências. Área de concentração:  
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba  
2017**

**Isis Mariana Dombrowsky Leal Pasian  
Médica Veterinária**

**Eficiência de sistemas de pesagem de frangos de corte**

Versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências. Área de concentração:  
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba  
2017**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Pasian, Isis Mariana Dombrowsky Leal

Eficiência de sistemas de pesagem de frangos de corte / Isis Mariana Dombrowsky Leal Pasian - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011- - Piracicaba, 2017.

95 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Frangos de corte 2. Pesagem automática 3. Zootecnia de precisão 4. Comportamento I. Título



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os produtores de frango do Brasil, que trabalham arduamente para garantir a sanidade e o bem-estar dos animais. São eles que garantem diariamente que a carne de frango brasileira seja uma proteína de qualidade, segura e acessível para a população.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. José Iran de Oliveira da Silva pela orientação, paciência e discussões enriquecedoras durante esse período de trabalho em conjunto. Ao me aceitar como sua orientanda, você abriu novamente as portas do conhecimento acadêmico em minha vida.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ao Departamento de Engenharia de Biosistemas pela oportunidade dada à minha pessoa para realizar o curso de mestrado. Reconheço especialmente seriedade e compromisso para formação de mestres e doutores com qualidade para melhorar nosso país.

Ao Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA), que me recebeu de braços abertos por meio de todos os colegas que dali fazem parte. Obrigada Aérica, Ana Carolina, Ariane, Danielle, Fernanda, Jean, Karina, Maria Amélia, Natalia, Paulo e Patrycia. Vocês me ajudaram desde o momento em que resolvi prestar a prova para ingressar no programa de pós-graduação e seguiram sendo essenciais para que eu pudesse completar esta pesquisa. Também agradeço à nossa secretária Ilze, que sempre está disposta a ajudar quando precisamos.

Aos alunos do Programa de Treinamento NUPEA-2016, Amanda, Bruna, Geysane, Lucas, Thiago e Vitor, que ajudaram no experimento de comportamento.

Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pela realização das análises estatísticas e ensinamentos.

Ao Prof Dr. Sergio O. Moraes, pelas fantásticas aulas de Física do Ambiente. Sua didática de mostrar na prática os conceitos de física por meio de experimentos na sala de aula tornou o aprendizado inesquecível.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Biosistemas, em especial à Davilmar, pela atenção e ajuda.

À empresa Flamboiã, na pessoa do Marcelo Pequini, que garantiu que fosse possível realizar o experimento em condições comerciais. Obrigada por confiar na seriedade da pesquisa. Agradeço o imenso apoio do Ivan Sacramento e também de toda a sua equipe: Andreia, Pamela, Neide, Nerci e Dona Rita, os quais eu incomodei praticamente todos os sábados durante o período de um ano.

À empresa Frangoeste, especialmente ao Juliano de Camargo, por acreditar na pesquisa e fornecer as aves e ração necessárias para conduzir o experimento de comportamento.

À empresa Elanco Saúde Animal, que forneceu apoio financeiro e permitiu que eu me dedicasse ao sonho de realizar o curso de mestrado, mesmo continuando com minhas atividades profissionais. Aos supervisores que tive ao longo desse tempo: Jorge, Mauricio, Aurea e Diego. Ao meu supervisor atual, Diego Garcia, obrigada pelo seu imenso apoio e compreensão, muito maiores do que eu poderia inicialmente imaginar e que permitiram que eu pudesse concluir essa etapa.

Aos colegas Kevin Watkins e Leandro Diniz, por terem obtido o apoio financeiro interno para que as balanças automáticas fossem compradas e importadas. Obrigada por acreditarem nesse projeto.

À minha equipe de trabalho: Bruna, Jessica, Marcelo, Mirela, Sthefanie e Talita. Obrigada pela paciência, compreensão e ajuda em diversas etapas desta pesquisa. Vocês foram altamente impactados nesse processo, mas sempre continuaram a oferecer ajuda.

Aos meus colegas da Elanco que participaram das inúmeras pesagens de frangos: Alexandre, Bruna, Eduardo, Ellen, Erick, Jessica, Juliano, Lisiane, Marcelo, Matheus, Mirela, Romulo, Suelen e Talita.

Aos meus amigos do “Sindi”: Andre, Arita, Bruno, Deyse, Flaviana, Leandro, Leticia, Lisiane, Matheus, Rose e Victor. Vocês sempre me fazem rir nos momentos mais inusitados e também sempre ajudam quando necessário.

Aos meus amigos da turma 70 da FMVZ-USP, Adriano, Cristina, Keila, Juliana, Vanessa, Simone e Thais, com quem dividi um período inesquecível de minha vida.

Às minhas amigas Nádia, Luana, Camilla V., Liana, Talita, Camila G., Carina e Carolina Gouvêa. A amizade de vocês me traz alegria e me lembra do que realmente é importante na vida.

À minha tia Iara, que sempre apoiou meus diversos sonhos e que me propiciou oportunidades de aprendizado que me diferenciaram em minha carreira. Ela também sempre será meu modelo de integridade no trabalho e apoio à família.

À Ivonete, que cuidou de mim durante toda a minha infância e me deu muito carinho.

À minha querida irmã Amanda que, por ser tão diferente de mim, me permite enxergar a vida de outra forma.

A meus pais, Cleni e Mauricio, que nunca mediram esforços para me apoiar nos meus sonhos e sempre buscaram participar ativamente deles. Prova disso é que foram conhecer a pesagem de frangos na prática e ajudaram na análise dos vídeos. Ter a presença de vocês constantemente na minha vida é motivo de orgulho e alegria.

Ao Denis, meu marido, que vivenciou “na pele” todo o mestrado. Participou de quase todas as pesagens aos finais de semana, me consolou quando as dificuldades inerentes ao processo experimental surgiram e me apoiou durante a minha ausência para redigir esta dissertação. Nesses onze anos juntos nos formamos, entramos no mercado de trabalho, casamos, moramos no exterior e voltamos ao Brasil. Agora terminamos mais essa etapa juntos!

*“Todos os nossos sonhos podem se tornar realidade se nós tivermos a coragem de persegui-los.”*

**Walt Disney**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	11
ABSTRACT.....	12
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABELAS.....	15
1. INTRODUÇÃO .....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
2.1. Zootecnia de precisão aplicada à produção animal .....	19
2.2. Mensuração do peso vivo na produção animal .....	20
2.3. Sistemas de pesagem em avicultura de corte.....	20
2.3.1. Pesagem manual .....	22
2.3.1.1. Balanças analógica e digital de leitura direta .....	23
2.3.1.2. Balança digital com armazenamento de dados.....	24
2.3.2. Pesagem automática.....	25
2.3.2.1. Balança de Pesagem Voluntária .....	25
2.3.2.2. Pesagem automática por meio da análise de imagens .....	30
Referências.....	31
3. RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE FRANGOS DE CORTE EM RELAÇÃO À PLATAFORMA DE PESAGEM AUTOMÁTICA .....	35
3.1. Introdução .....	36
3.2. Material e métodos.....	38
3.2.1. Localização do experimento.....	38
3.2.2. Características da instalação e animais .....	39
3.2.3. Identificação dos animais .....	40
3.2.4. Aquisição das imagens .....	42
3.2.5. Análise de vídeo.....	42
3.2.6. Pesagem .....	43

3.2.6.1. Pesagem manual .....	43
3.2.6.2. Pesagem automática voluntária .....	43
3.2.6.3. Aferição e calibração dos equipamentos .....	44
3.2.7. Delineamento estatístico.....	44
3.3. Resultados e discussão .....	47
3.3.1. Peso das aves .....	47
3.3.2. Tempo de uso da plataforma .....	48
3.3.3. Número de aves utilizando a plataforma concomitantemente .....	51
3.3.4. Tempo de latência .....	52
3.3.5. Número de subidas.....	54
3.3.6. Uso de acordo com horário.....	57
3.3.7. Capacidade de registro de pesagens da balança .....	58
3.3.8. Comparação entre os pesos manual e automático.....	59
3.3.9. Representatividade dos animais que sobem na balança na obtenção da estimativa do peso médio do lote .....	62
3.4. Considerações Finais .....	64
3.5. Conclusões parciais.....	65
Referências .....	65
4. AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DOIS MÉTODOS DE PESAGEM DE FRANGOS DE CORTE EM SISTEMA DE PRODUÇÃO COMERCIAL .....	69
4.1. Introdução.....	70
4.2. Material e métodos .....	72
4.2.1. Caracterização da área experimental .....	72
4.2.2. Animais .....	73
4.2.3. Coleta de Dados .....	74
4.2.4. Descrição dos Sistemas de Pesagem .....	74
4.2.4.1. Pesagem Automática .....	74
4.2.4.2. Pesagem Manual .....	76

4.2.5. Delineamento experimental.....	79
4.2.5.1. Desempenho do lote .....	79
4.2.5.2. Efeito do local de amostragem .....	79
4.2.5.3. Efeito da temperatura .....	79
4.2.6. Análises estatísticas.....	79
4.3. Resultados e discussão .....	80
4.3.1. Desempenho do lote .....	80
4.3.2. Análise comparativa de regiões dos galpões .....	81
4.3.3. Comparação entre os resultados da pesagem manual e automática .....	84
4.3.4. Conclusões Parciais.....	89
Referências.....	89
5. CONCLUSÕES FINAIS.....	93

## RESUMO

### **Eficiência de sistemas de pesagem de frangos de corte**

A mensuração do peso corporal de frangos de corte é uma das métricas mais importantes e simultaneamente mais trabalhosas a ser acompanhada ao longo do desenvolvimento de um lote. Essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar comparativamente dois sistemas de pesagem de frangos de corte: o sistema de pesagem automática com o uso de plataforma suspensa e o sistema de pesagem manual. O sucesso da utilização da tecnologia de pesagem automática está relacionado às características da balança adotada e também ao comportamento das aves frente à plataforma de pesagem, uma vez que estas precisam utilizar o equipamento voluntariamente. A parte experimental desse estudo foi dividida em dois capítulos. No primeiro, avaliou-se em condições controladas os fatores intrínsecos aos animais que influenciam no comportamento de subir voluntariamente na plataforma de pesagem. Esses fatores foram: idade, sexo e características de cada indivíduo. No segundo capítulo, o peso de seis lotes comerciais de frangos de corte foi mensurado semanalmente por meio da pesagem manual e automática e seus resultados comparados. Os resultados evidenciaram que idade e sexo influenciam nos comportamentos relacionados a utilização da plataforma de pesagem, mas não foi possível identificar a relação desses comportamentos com características individuais. Assim, pode-se assumir que todas as aves utilizam o sistema de pesagem automática de forma igualitária. No entanto verificou-se que um fator de correção é indispensável para que se obtenha uma estimativa adequada do peso do lote. No experimento em condições controladas a correção de 5% recomendada pelo fabricante, foi suficiente para garantir que não houvesse diferenças significativas entre as formas de pesagem. Entretanto, em condições comerciais mesmo uma correção de 7% não foi suficiente para garantir que não houvesse diferenças significativas entre as formas de pesagem, sugerindo-se correções diferenciadas a cada semana. Foram encontradas diferenças de peso entre as regiões dos galpões para a pesagem automática, o que demonstra que é necessária a utilização de uma balança automática por divisão. Para as pesagens manuais, as diferenças foram encontradas somente na última semana de criação, sugerindo que ao longo do ciclo, as pesagens podem ser realizadas em um único quadrante representando o galpão.

Palavras-chave: Frangos de corte; Pesagem automática; Zootecnia de precisão; Comportamento

## ABSTRACT

### Efficiency of weighing systems in broiler production

Measurement of body weights of broilers is one of the most important and at the same time difficult metrics to obtain during the production cycle. The objective of this research was to evaluate comparatively two broiler weighing systems: manual and automatic through the use of a suspended platform. Success in using this technology is related to characteristics of the selected scale as well as the behavior of the birds, once they must use the weighing platform voluntarily. The experimental part of this study was divided into two chapters: first, under controlled environmental conditions, intrinsic factors that influenced the birds' behavior toward a weighing platform were evaluated. These factors included age, sex and the individual behavior of each bird. Secondly, the weights of six commercial broiler flocks were compared by manual and automatic weighing systems. Results showed that age and sex influenced the behavior of the broilers toward the weighing platform. Individual characteristics of the birds did not influence their behavior. Consequently we can assume that all birds use the weighing system equally. However, it was verified that the use of a correction factor is essential in order to obtain a correct estimate of the average weight of the flock. In the controlled environment experiment the 5% correction curve recommended by the manufacturer was enough to guarantee that there weren't significant differences among the two weighing forms. However, in commercial conditions even a correction of 7% was not able to ensure that weights obtained by manual and automatic weighing were equal statistically. This suggests there should be a different correction factor for each week. Weight differences among sections inside the barns were found in the automatic weighing, which demonstrates that it is necessary to have one scale per barn section. On manual weighing, differences among sections inside the barn were found only in the last week of the production period, suggesting that during the growth of a flock sampling weights in only one of the sections would be enough to represent the whole flock.

Keywords: Broilers; Automatic weighing; Precision livestock science; Behaviour

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de zootecnia de precisão (Corkery et al., 2013).....	19
Figura 2 – Classificação das pesagens utilizadas na avicultura de corte.....	21
Figura 3 – Métodos de pesagem de frangos de corte: (A) manual, (B) automática com plataforma e (C) automática com análise de imagens. Fonte: (A) e (B) imagens feitas pela autora, (C) Mollah et al. (2010) .....	22
Figura 4 - Exemplo dos resultados mostrados produzido por uma balança digital com armazenamento de dados .....	24
Figura 5 - Primeiros protótipos de balanças automáticas: esquema da estrutura de uma balança de pesagem automática com uso de poleiro (A), poleiro de pesagem para uma única ave (B) e plataforma de pesagem para uma única ave (C). Fonte: (A) Turner et al. (1983), (B) e (C) Turner et al. (1984) .....	25
Figura 6 - Funcionamento da balança BAT2 (Veit Electronics) na presença de uma ou mais aves sobre a plataforma de pesagem .....	26
Figura 7 - Pesagens registradas por semana de acordo com o desenvolvimento dos animais, número de pesagens (média e desvio padrão) obtidas automaticamente para frangos de corte machos (A) e peso corporal e número de registros por semana (B). Fonte: (A) Doyle e Leeson (1989), (B) Duan-Yai et al. (1998).....	28
Figura 8 – Pesagem automática por meio de análise de imagens. Exemplo de imagens de perímetro e área de superfície e de frango para análise bidimensional (A) e tridimensional, em que as diferentes cores indicadas na barra refletem a distância da câmera de um objeto (B). Fonte: (A) De Wet et al. (2003), (B) Mortensen et al. (2016).....	30
Figura 9 – Croqui da pesquisa realizada na câmara climática (A) e imagem do experimento em andamento (B) .....	39
Figura 10 – Mochilas numéricas. A) Esquema dos modelos de “mochilas” utilizadas na identificação das aves de acordo com seu crescimento – medidas estão na Tabela 3. B) Ave com 17 dias utilizando a mochila da fase “crescimento” .....	41

Figura 11 – Aquisição das imagens de vídeo. Imagem da câmara de vídeo posicionada na haste da balança (A) e imagem de vídeo obtida para análise (B) .....	42
Figura 12 – Tempo total em uso (horas) da plataforma de pesagem durante um período de 24 horas, em cada semana do ciclo produtivo .....	49
Figura 13 – Distribuição do número de subidas na plataforma de pesagem de acordo com a idade das aves em diferentes semanas de criação durante 24 horas .....	55
Figura 14 - Foto aérea da propriedade, com identificação dos galpões utilizados no experimento .....	73
Figura 15 - Localização das balanças automáticas nos galpões utilizados na pesquisa.....	75
Figura 16 - Balanças instaladas nos galpões comerciais. A) Aves com 1 dia de idade sobre plataforma de pesagem da balança automática. B) Aves com 28 dias de idade sobre a plataforma de pesagem da balança automática .	76
Figura 17 - Metodologia de pesagem. A) Ave de 1 dia sendo pesada em prato adequado. B) Ave de 28 dias sendo pesada em sacola .....	77
Figura 18 - Distribuição do posicionamento das balanças automáticas e das posições das pesagens manuais .....	78
Figura 19 - As diferenças da pesagem automática e manual (mínimas e máximas) em módulo obtidas no conjunto de balanças ao longo de todo o experimento .....	86
Figura 20 - Peso obtido em cada semana para as pesagens manuais e automática em todos os lotes .....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recomendações de empresas de genética com relação à pesagem de frangos de corte.....	23
Tabela 2 – Recomendações de temperatura do ar e umidade relativa de acordo com a idade das aves (COBB, 2013) .....	40
Tabela 3 – Informações dimensionais das “mochilas numéricas” utilizadas na identificação das aves .....	41
Tabela 4 – Análise de variância para o peso das aves .....	47
Tabela 5 – Peso médio das aves de acordo com as idades e sexo.....	48
Tabela 6 – Tempo ocioso e uso por semana e total da plataforma de pesagem .....	50
Tabela 7 – Análise de variância para o tempo de uso da plataforma por ave.....	50
Tabela 8 –Tempo de uso (TU) da plataforma (min./ave) em cada idade estudada ..	51
Tabela 9 –Tempo de permanência (min.) e número de aves na plataforma (balança) em diferentes semanas de criação durante 24 horas .....	51
Tabela 10 – Número máximo de aves sobre a plataforma concomitantemente em diferentes semanas de criação durante 24 horas .....	52
Tabela 11 – Análise de variância para a variável tempo de latência.....	53
Tabela 12 – Tempo de latência (seg) por “subida” e por ave em cada idade avaliada .....	53
Tabela 13 – Distribuição entre classes de tempos de latência de acordo com a idade .....	54
Tabela 14 – Análise de variância do número de subidas por ave .....	56
Tabela 15 – Quantificação dos valores médios das subidas das aves machos e fêmeas na plataforma de pesagem .....	56
Tabela 16 – Análise de variância do uso da plataforma de acordo com horário e idade .....	57
Tabela 17 – Número de subidas por hora (período claro) sobre a plataforma de pesagem em função da idade e do fotoperíodo.....	58
Tabela 18 – Aproveitamento de registros de pesos pela balança automática .....	59
Tabela 19– Análise de variância para o peso de acordo com tipo de pesagem e a idade.....	60
Tabela 20 – Pesos médios obtidos pela pesagem manual e automática.....	60

Tabela 21 – Amostragem da população representada pelas aves que utilizaram a plataforma de pesagem.....	61
Tabela 22 – Resultados da comparação de pesos médios obtidos por meio da simulação .....	63
Tabela 23 - Caracterização dos experimentos realizados em condições comerciais	74
Tabela 24 - Datas de alojamento e idades de pesagem.....	76
Tabela 25 - Amostragem utilizada de acordo com a idade das aves.....	78
Tabela 26 - Peso manual médio (kg) das aves de acordo com as fases, idades e galpões.....	81
Tabela 27 – Peso automático e manual médio dos galpões por semana de acordo com variabilidade espacial das divisórias (dados das fases agrupadas)	82
Tabela 28 – Temperatura do ar média nos galpões de frangos de corte nas diferentes divisórias (dados das duas fases agrupados).....	83
Tabela 29 - Pesos médios (kg) obtidos pela pesagem manual e automática .....	85
Tabela 30 – Comparação de pesos médios obtidos no experimento e nas simulações .....	87

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte é uma das atividades de maior relevância no cenário do agronegócio brasileiro e mundial, além de ter se desenvolvido rapidamente nos últimos 50 anos. No entanto, mesmo com toda essa evolução, ainda existem vários gargalos a serem solucionados, como o controle de características de desempenho, tais como uniformidade, ganho de peso, consumo de água e consumo de rações diárias, que não são obtidos de forma precisa e cujas informações muitas vezes demoram a ser transmitidas aos tomadores de decisão internos das empresas. Isso pode ocasionar reações desproporcionais (exageradas ou insignificantes) aos problemas identificados por meio da aquisição dos dados.

Atualmente, grande parte das integrações no Brasil utiliza a pesagem manual dos animais ao longo do desenvolvimento do lote para estimar data do abate e verificar eventuais doenças que muitas vezes têm seus primeiros sinais em características relacionadas ao desempenho, como ganho de peso diário (GPD) e consumo diário de ração (CDR).

A correta amostragem de uma população é essencial para que se tenha uma estimativa confiável dos parâmetros da mesma. Quando se considera que os galpões industriais de frangos de corte atingem facilmente a marca de 20.000 aves é compreensível a necessidade da amostragem, uma vez que ainda não foram desenvolvidos métodos que possam avaliar individualmente todos os membros dessa população. No entanto, os protocolos de amostragem não são consenso entre os profissionais que atuam na área.

A necessidade de se estimar o peso do lote a partir de uma amostra não é algo novo. Marques (1986) apresentou em um documento da Embrapa um trabalho para que produtores de frango de corte pudessem estimar com confiança o peso médio dos seus lotes e não depender apenas da informação da planta processadora.

No entanto, atualmente a pesagem não tem mais como seu principal motivo a desconfiança do produtor em relação à planta de abate. Ela objetiva identificar rapidamente problemas sanitários e produtivos por meio da identificação de respostas no ganho de peso, que também auxiliam o planejamento do abate. Infelizmente, muitas vezes, a descoberta desses problemas pelos responsáveis na

tomada de decisões da empresa pode ser retardada ou mesmo mascarada, ocasionando consequências negativas no sistema de produção.

Tornam-se necessários maior precisão e controle na pesagem dos animais no ciclo de criação, de modo que essa métrica reflita eventuais problemas de produção e auxilie no planejamento do abate em tempo ideal.

De acordo com a exposição abordada anteriormente, as hipóteses desta pesquisa são:

- $H_0$  = Não existe diferença significativa entre os sistemas de pesagem manual e automático para estimar o peso médio do lote.
- $H_1$  = Existe diferença significativa entre os sistemas de pesagem manual e automático para estimar o peso médio do lote.

Assim, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar a eficiência de dois diferentes sistemas de pesagem de frangos de corte (automático e manual).

Sendo os objetivos específicos:

- Avaliar as respostas comportamentais de frangos de corte em relação à plataforma de pesagem automática;
- Comparar os métodos de pesagem manual e automática de frangos de corte em sistema de produção comercial.

Esta dissertação é apresentada em três capítulos. O primeiro se refere à revisão bibliográfica, no qual são abordados aspectos do embasamento da pesquisa referentes à importância da pesagem de frangos de corte no ambiente produtivo, aos métodos disponíveis para pesagem e ao comportamento das aves.

O segundo capítulo, intitulado “Respostas comportamentais de frangos de corte em relação à plataforma de pesagem automática”, aborda os resultados do experimento em condições controladas para verificar os fatores que afetam a frequência com que as aves visitam a plataforma de pesagem e propõe formas de lidar com o viés amostral obtido com a balança automática.

O terceiro capítulo, “Avaliação comparativa de dois métodos de pesagem de frangos de corte em sistema de produção comercial”, contempla os resultados obtidos no experimento das balanças automáticas em condições comerciais, além de discutir metodologias para pesagem manual.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Zootecnia de precisão aplicada à produção animal

A zootecnia de precisão envolve o uso de sensores para a coleta de dados, seguido da análise desses dados com o objetivo de melhorar o entendimento das interações de variáveis e o desenvolvimento de sistemas de controle. As técnicas de precisão na produção animal visam prover dados adequados para que produtores possam aperfeiçoar a eficiência dos seus processos, o que leva a uma melhoria de desempenho geral no seu rebanho. A zootecnia de precisão está relacionada à redução ótima de perdas em todo o processo produtivo (MOLLO et al., 2009).

Um dos modelos teóricos da zootecnia de precisão aplicada à avicultura está representado na Figura 1. Esse modelo evidencia como a tecnologia pode ser utilizada para fornecer *feedback* para o produtor, permitindo ajustes no sistema. Benefícios como melhor lucratividade, proteção ambiental e produtos de alta qualidade podem ser obtidos, uma vez que esses sistemas autônomos são capazes de fornecer melhor aproveitamento dos alimentos e dos animais (HOCQUETTE; CHATELLIER, 2011).

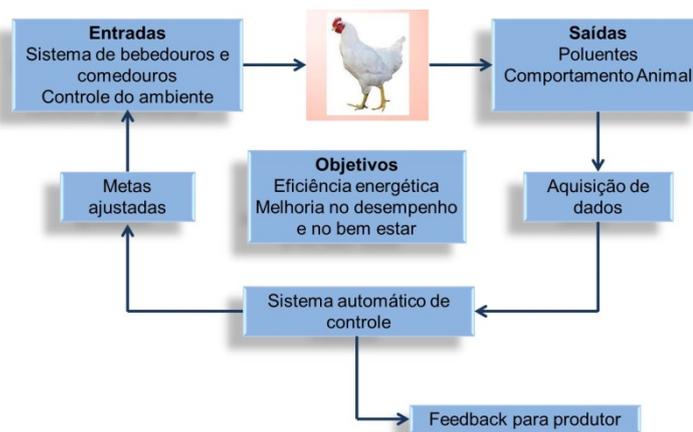


Figura 1 – Modelo de zootecnia de precisão (CORKERY et al., 2013)

As aplicações da zootecnia de precisão na produção são inúmeras e envolvem várias áreas, como nutrição, sanidade, controle do ambiente, melhoramento genético, bem-estar dos animais, dentre outras. No caso específico

da avicultura de corte, sabe-se que em todas as fases da criação a zootecnia de precisão pode ter uma atuação direta.

## **2.2. Mensuração do peso vivo na produção animal**

Nas diversas espécies utilizadas para a produção de proteína animal, a mensuração do peso corporal é uma das métricas mais importantes a serem acompanhadas ao longo do desenvolvimento de um lote. Dessa forma, existem trabalhos em aves, suínos, bovinos e até peixes que descrevem métodos para estimar o peso de lotes de forma adequada (TURNER et al., 1983; ALI, 1993; CHARMLEY et al., 2006; ALATORRE-JACOME et al., 2012).

No entanto, da mesma maneira que o peso é uma métrica importante, também é uma métrica difícil e trabalhosa de ser obtida em diversas espécies (TURNER et al., 1983; ALI, 1993; CHARMLEY et al., 2006).

Os métodos convencionais de pesagem normalmente envolvem processos como cercar e/ou conduzir animais até que eles entrem em gaiolas de pesagem ou sejam pegos e colocados sobre uma balança. Após a entrada do animal, deve-se esperar o valor indicado estabilizar (pois o animal geralmente se movimenta diversas vezes durante o processo de pesagem), anotar esse valor em algum formulário e posteriormente passar essa informação para um computador para análise. Assim, esse processo é trabalhoso (TURNER et al., 1983; ALI, 1993; CHARMLEY et al., 2006), demorado, suscetível a erros de transcrição (FEIGHNER et al., 1986), gera estresse nos animais (NEWBERRY et al., 1985; DOYLE; LEESON, 1989; CHARMLEY et al., 2006) e nas pessoas que fazem a pesagem (CHARMLEY et al., 2006; MEIJERHOF, 1989).

## **2.3. Sistemas de pesagem em avicultura de corte**

A mensuração do peso corporal de frangos de corte fornece informações valiosas sobre a taxa de crescimento, uniformidade, conversão alimentar, ocorrência de doenças ou problemas de manejo (LOTT et al., 1982; TURNER et al., 1983). Por ser uma informação de tamanha importância, vários métodos foram e continuam a ser desenvolvidos e aperfeiçoados para a correta mensuração do peso de frangos de corte.

De maneira geral, a classificação dos sistemas de pesagem utilizados na avicultura de corte pode ser representada pela Figura 2 abaixo, onde são visualizados os componentes da pesagem manual e automática.

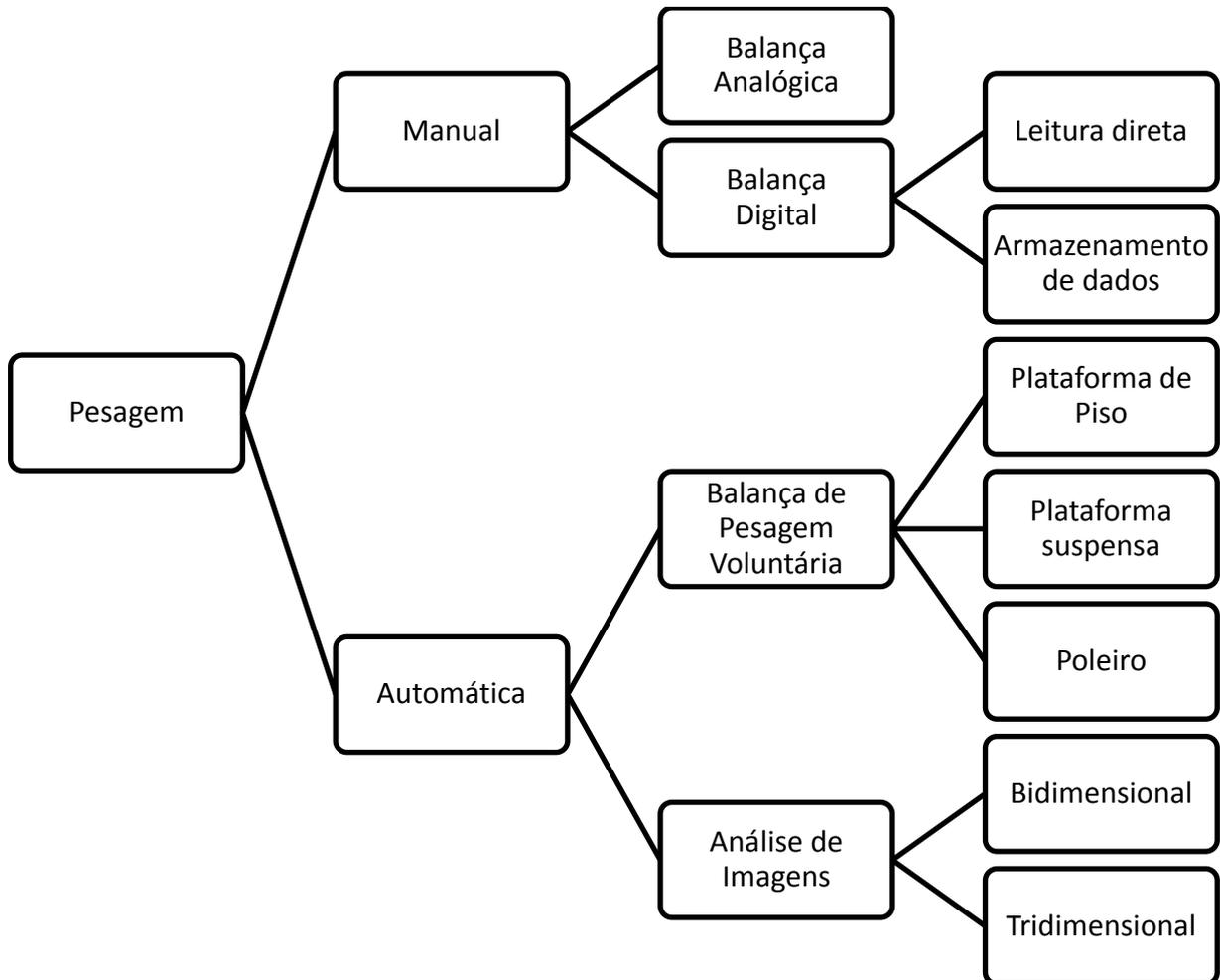


Figura 2 – Classificação das pesagens utilizadas na avicultura de corte

A pesagem manual (com balança analógica ou digital) e a pesagem automática (com balança digital ou estimativa do peso através da análise da superfície da área ocupada pelos animais – sendo que esta última ainda não está disponível comercialmente) são ilustradas na Figura 3.

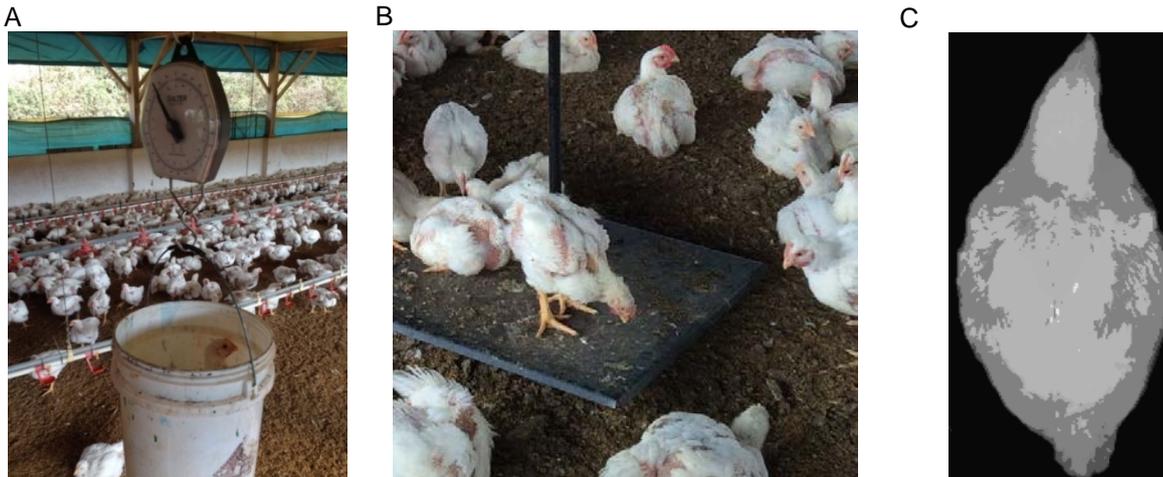


Figura 3 – Métodos de pesagem de frangos de corte: (A) manual, (B) automática com plataforma e (C) automática com análise de imagens. Fonte: (A) e (B) imagens feitas pela autora, (C) Mollah et al. (2010)

### 2.3.1. Pesagem manual

O método mais tradicional de pesagem envolve o procedimento simples de juntar um grupo de aves, apanhá-las e pesá-las individualmente ou em grupos. Ao menos 1% do galpão deve ser pesado e as aves devem ser amostradas igualmente de cada parte do galpão (COBB, 2013; FATTORI et al., 1992a).

De acordo com Harms et al. (1984) e Fattori et al. (1992a), para determinar o peso médio do lote, a pesagem em grupos é tão satisfatória quanto a individual. Nesse caso, leva-se em conta a grande vantagem de reduzir consideravelmente o trabalho demandado para pesar a amostra necessária. No entanto, para determinar a uniformidade, a pesagem individual é necessária (FATTORI et al., 1992a).

Rahn; Ware (1980), Harms et al. (1984), Blokhuis et al. (1988), Fattori et al. (1992a) e Avila et al. (2007) recomendam que todas as aves cercadas em uma amostragem sejam pesadas. Harms et al. (1984) verificaram que o peso médio das aves diminuía ao longo da amostra cercada. Blokhuis et al. (1988), relataram que aves mais pesadas, e portanto com capacidade de locomoção reduzida, podem ser selecionadas mais frequentemente, inserindo um viés no peso médio final mensurado. Já Fattori et al. (1992a) observou em seus estudos com frangos de corte que nenhum dos animais que eram suspeitos de serem *outliers*<sup>1</sup> se confirmaram

<sup>1</sup>Animais fora do padrão esperado. Valores extremos acima ou abaixo do peso esperado

como *outliers*. A grande maioria dessas aves eram animais abaixo do peso, assim, ao rejeitar essas observações, tende-se a superestimar o peso médio.

Recomenda-se uma balança com precisão mínima de 20g, deixando à escolha do produtor se a mesma será analógica ou digital. Qualquer tipo de balança pode ser usado com sucesso, mas a mesma balança deverá ser utilizada em todas as pesagens (AVIAGEN, 2013; COBB, 2013). A utilização de balanças suspensas também é recomendada, para que o deslocamento dentro do galpão para a pesagem em diversos pontos seja facilitado.

Para evitar a desuniformidade de pesagens e a inexistência de padrões de medidas, empresas que vendem linhagens genéticas específicas descrevem recomendações de métodos de pesagem (Tabela 1).

Tabela 1 – Recomendações de empresas de genética com relação à pesagem de frangos de corte

Linagem genética	Quantidade de aves	Pontos de amostragem	Frequência da pesagem
Cobb	5% das caixas de pintos de 1 dia. 300 aves, divididas em 3 pontos, ou então 1% do total do lote.	3 locais diferentes	Pesagem ao alojamento das aves e semanalmente.
Ross	61 a 138 de acordo com o CV, distribuindo igualmente as amostras nos pontos de amostragem	No mínimo 2 locais distintos	Pelo menos 3 vezes por semana
Hubbard	200 a 300 de acordo com fase de produção.	3 locais diferentes	Pesagem ao alojamento das aves e depois a cada 5 dias

Fonte: AVIAGEN (2008); COBB (2013); HUBBARD (2015)

### 2.3.1.1. Balanças analógica e digital de leitura direta

As balanças que não permitem nenhum tipo de armazenamento de dados (as analógicas e as digitais de leitura direta) trazem etapas adicionais à pesagem manual, que são o registro das informações coletadas em uma ficha para depois serem passadas para uma calculadora ou computador para análise. Quando se considera uma grande quantidade de dados sendo obtida, esse método convencional é além de trabalhoso, muito propenso a erros de transcrição (FEIGHNER et al., 1986).

### 2.3.1.2. Balança digital com armazenamento de dados

Já estão disponíveis no mercado balanças eletrônicas semi-automáticas, que registram automaticamente os pesos individuais das aves conforme o operador as posiciona na balança. Além disso, muitas vezes podem calcular e imprimir as estatísticas da população, como número total de aves pesadas, peso médio, desvio padrão e CV%, automaticamente. Um exemplo de saída do sistema de pesagem digital com armazenamento de dados pode ser observado na Figura 4.

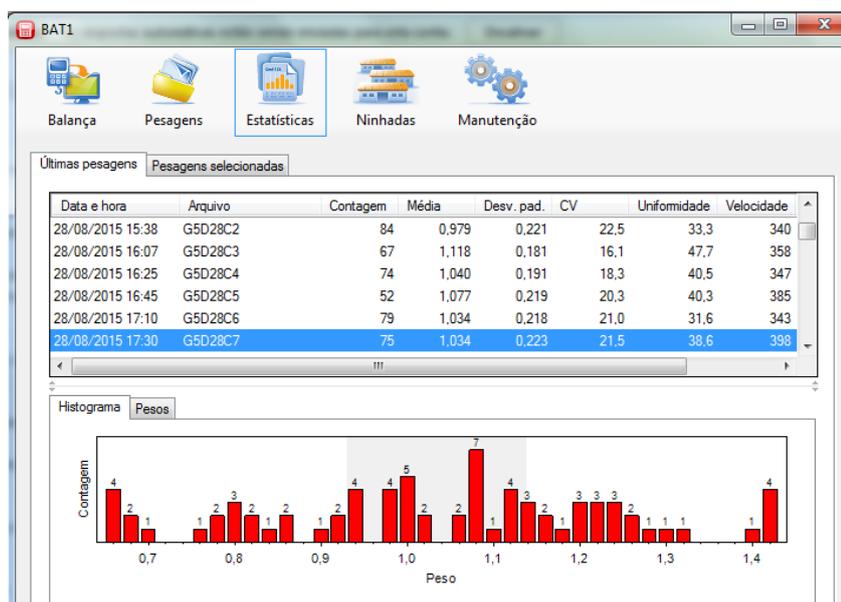


Figura 4 – Exemplo dos resultados mostrados produzido por uma balança digital com armazenamento de dados

Feighner et al. (1986) relataram uma redução de 65% de tempo ao se utilizar um sistema que gravava os dados de peso automaticamente e era capaz de analisar dados como ganho de peso diário e distribuição dos pesos. Outra vantagem de balanças com capacidade de armazenamento e processamento de informações é a manutenção da integridade dos dados, pois as entradas de informações manuais são substituídas por automáticas (FEIGHNER et al., 1986; FATTORI et al., 1992b). Por exemplo, assumindo que a probabilidade de um dado inserido no banco de dados de estar correto seja 99,9% (0,999), se eu tenho 1.200 entradas a probabilidade de absolutamente todas estarem corretas é de apenas 30% (FEIGHNER et al., 1986).

### 2.3.2. Pesagem automática

O sistema de pesagem automática consiste no uso de métodos não invasivos por meio de tecnologias digitais. Dentre eles surgem as balanças automáticas com plataformas de pesagem, que podem ser tipo piso, poleiros, suspensa e o método de análise de imagem, que podem ser bi ou tridimensional.

#### 2.3.2.1. Balança de Pesagem Voluntária

Os sistemas de pesagem voluntária consistem basicamente em uma ou mais unidades de pesagem conectadas a uma unidade de análise de dados. O modelo das plataformas de pesagem depende do fabricante e também se o objetivo é a utilização em aves de corte ou postura. Tipicamente, utiliza-se a unidade de pesagem do tipo poleiro em sistemas de alojamento alternativos de galinhas poedeiras. Já as plataformas de piso e suspensas são usualmente empregadas para frangos de corte.

Em geral, o procedimento de pesagem de balanças automáticas para produção animal utiliza-se da diferença entre dois pesos (TURNER et al., 1983). Em modelos antigos, as plataformas e poleiros eram desenhados para acomodar apenas uma ave, devido à dificuldade de programar o sistema computacional para diferenciar uma de mais cabeças (Figura 5).

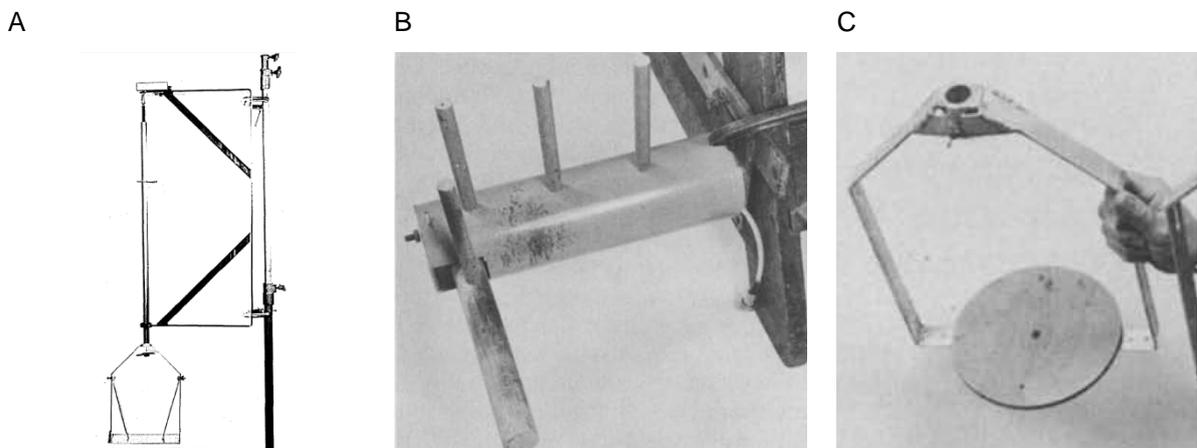


Figura 5 – Primeiros protótipos de balanças automáticas: esquema da estrutura de uma balança de pesagem automática com uso de poleiro (A), poleiro de pesagem para uma única ave (B) e plataforma de pesagem para uma única ave (C). Fonte: (A) Turner et al. (1983), (B) e (C) Turner et al. (1984)

Atualmente, as balanças são programáveis para considerar como uma única ave registros de pesos dentro de determinados limites que são recalculados a cada 24 horas. Os limites aceitáveis podem ser +/-30% do peso médio esperado naquela idade, por exemplo. O que estiver fora dessa faixa de amplitude é, portanto, rejeitado.

Nos próximos parágrafos será descrito o princípio da pesagem na entrada do animal na balança. O mesmo princípio é aplicado ao animal sair da balança, uma vez que equipamentos modernos permitem aumentar a amostragem registrando tanto pesos na entrada como na saída de aves da plataforma.

Assume-se que o peso está estabilizado antes da entrada de qualquer ave. Se uma ou mais aves entrarem na balança, primeiramente o peso aumenta, depois oscila e finalmente estabiliza após um curto espaço de tempo.

A diferença entre os dois pesos estabilizados é igual ao peso da ave que subiu na balança. Portanto, o peso absoluto sobre a plataforma é insignificante, apenas o incremento de peso é mensurado. Assim a balança identifica a entrada de outros animais em sequencia. A presença de dejetos e cama sobre a plataforma de pesagem não afeta na acurácia da balança (GUINEBERT, 2005). A Figura 6 demonstra o processo de pesagem de uma ou mais aves.

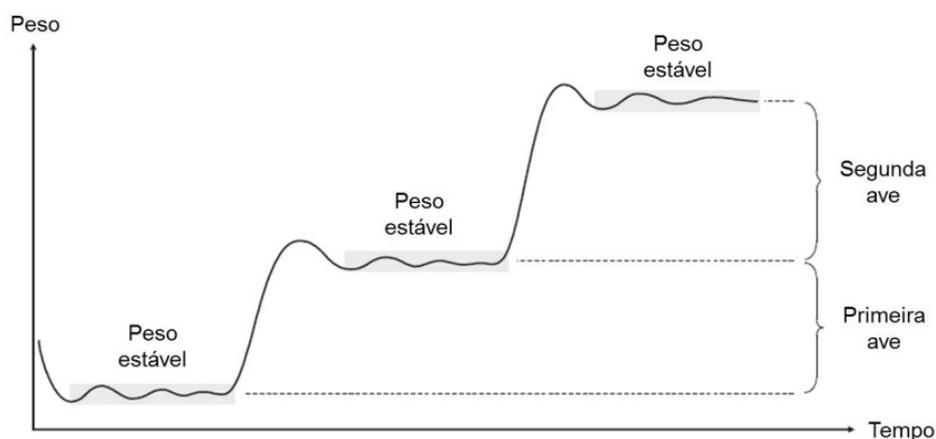


Figura 6 – Funcionamento da balança BAT2 (Veit Electronics) na presença de uma ou mais aves sobre a plataforma de pesagem

No processo de funcionamento, a balança registra sequencialmente medidas de peso, então é obtida uma média entre esses pesos e integra-se os mesmos para considerar o movimento do animal (FEIGHNER; GODOWSKI, 1986). Esse método permite atingir +/- 1% de acurácia (SMITH; TURNER, 1974), sem necessitar que o

animal permaneça completamente estável, situação que na prática é difícil de ser atingida.

A confiabilidade e precisão dos sistemas de pesagem automática pode ser restringida tanto pelo desempenho técnico dos equipamentos como pela dinâmica de comportamento das aves, que utilizam a plataforma de pesagem com diferentes frequências e tempos de permanência (BLOKHUIS et al., 1988; TURNER et al., 1983).

Atualmente o desempenho técnico dos equipamentos atinge satisfatoriamente a mensuração e registro de dados ao que se propõe (GUINEBERT, 2005). No entanto, os sistemas de pesagem automática de frangos ainda apresentam problemas que não foram totalmente solucionados. Por exemplo, o desenho da plataforma é crítico para atrair um número alto e representativo de aves todos os dias, mas não pode ser tão confortável que as aves gostem de permanecer paradas sobre a plataforma por longos períodos.

Embora os sistemas de pesagem automática entreguem importantes informações como peso médio e uniformidade do lote, não há um consenso entre pesquisadores sobre a acurácia dos mesmos. De acordo com Turner et al. (1983, 1984) os resultados de peso médio de frangos de corte foram semelhantes seja por pesagem manual ou automática. Doyle; Leeson (1989) encontraram pesos similares para frangos de corte pesados manualmente ou automaticamente em animais até 2 kg. No entanto, alguns pesquisadores obtiveram resultados diferentes entre a pesagem manual e automática. Newberry et al. (1985) e Blokhuis et al. (1988) observaram que o peso médio obtido automaticamente era menor do que o obtido manualmente. Wolterink; Meijerhof (1989) observaram que a pesagem automática funciona bem com frango jovens, mas no período final da criação as plataformas são visitadas com menor frequência. Assim, embora esse sistema mostre a direção relativa da trajetória de crescimento, as mensurações ainda são duvidosas, especialmente no final do período de crescimento.

As aves se tornam menos ativas com o crescimento e aumento do ganho de peso (NORRING et al., 2016; WEEKS et al., 2000; NEWBERRY; HALL, 1990; BOKKERS; KOENE, 2003). Existem relatos na literatura de que aves com 49 dias passam 76-86% do tempo deitadas (WEEKS et al., 2000), sendo que o período nessa posição aumenta de acordo com o crescimento das aves e a diminuição da

habilidade de locomoção. Dessa forma, isso impacta a movimentação voluntária da ave até a plataforma de pesagem conforme o crescimento dela.

Doyle; Leeson (1989) relataram que o número de pesagens registradas em balanças automáticas atingia o ápice entre 11 e 28 dias e depois decresciam gradualmente até os 42 dias de idade (Figura 7A). No entanto, também relataram que conforme as aves ficavam mais pesadas, elas tendiam a passar períodos maiores de tempo na plataforma, dando menos oportunidades de outras aves utilizarem a mesma. Já no estudo de Duan-Yai et al. (1998) em que foi acompanhado um lote desde o alojamento até a 5ª semana, a 1ª semana foi a que teve menor número de registros de pesagens, sendo que a 2ª semana teve o pico de registros e posteriormente foi gradativamente reduzindo o número de registros (Figura 7B). Newberry et al. (1985), também verificaram um declínio no número de pesagens ao longo do crescimento das aves.

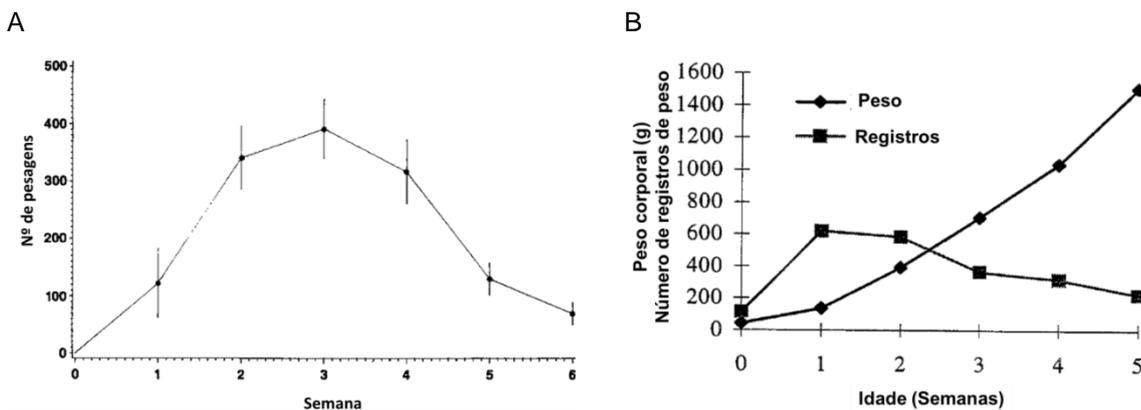


Figura 7 – Pesagens registradas por semana de acordo com o desenvolvimento dos animais, número de pesagens (média e desvio padrão) obtidas automaticamente para frangos de corte machos (A) e peso corporal e número de registros por semana (B). Fonte: (A) Doyle e Leeson (1989), (B) Duan-Yai et al. (1998)

Newberry et al. (1985) relataram que algumas aves utilizavam mais a plataforma de pesagem do que outras, no entanto, o peso entre esses dois grupos não diferiu estatisticamente quando considerado o período total de 10 semanas de avaliação. Nas semanas 5 e 8 do referido experimento, o peso das aves que utilizaram a plataforma automática foi menor do que o das aves que não usaram. Blokhuis et al. (1988) e Chedad et al. (2003) explicaram esse fenômeno relatando que as aves mais leves visitavam o sistema de pesagem com maior frequência no final do período de produção.

Um dos grandes questionamentos nas pesagens automáticas com plataformas é se as aves que frequentam a plataforma de pesagem em determinado momento são sempre as mesmas ou não. Na tentativa de verificar o comportamento individual das aves, Newberry et al. (1985) marcaram os animais que utilizavam a balança e observaram o seu comportamento subsequente. Os resultados mostraram que os animais que utilizaram a balança inicialmente apresentaram uma probabilidade 3,5 vezes maior em reutilizá-la nos dois dias consecutivos à primeira observação. Da mesma forma, verificaram que o peso obtido automaticamente foi menor que o peso manual. Em função das discussões relacionadas à utilização das pesagens automáticas e do comportamento das aves sobre a plataforma, torna-se necessária a realização de estudos que primeiramente identifiquem se são ou não as mesmas aves que utilizam a plataforma de pesagem ou se há uma diversificação ao longo do ciclo produtivo.

Seguindo esse raciocínio, vários fatores podem influenciar o comportamento de empoleiramento na pesagem automática voluntária.

Os primeiros estudos com tecnologia de pesagem automática utilizavam poleiros (TURNER et al., 1983, 1984). No entanto, a grande maioria dos estudos com frangos de corte demonstra que essas aves utilizam essas estruturas apenas moderadamente (PETTIT-RILEY; ESTEVEZ, 2001; SU et al., 2000; RODRIGUEZ-AURREKOETXEA et al., 2015; NORRING et al., 2016) e que dão maior preferência à utilização de plataformas em relação a poleiros, quando disponíveis como opção de enriquecimento ambiental (NORRING et al., 2016). Talvez por essa razão atualmente todos os sistemas de pesagem automática de frangos de corte se baseiam em plataformas, seja suspensas ou fixadas no piso.

Para garantir que a plataforma de pesagem seja mais atrativa para as aves, a altura da balança deve ser ajustada de forma que permaneça o mais próximo do chão possível, mas sem encostar na cama. Outra preocupação importante, especialmente quando as aves são pequenas, é que não seja deixado espaço disponível para que elas entrem embaixo da plataforma.

O fato de as aves buscarem utilizar uma plataforma indica que elas apresentam a motivação de subir em estruturas elevadas, se dada a oportunidade (NORRING et al., 2016). Uma outra explicação para o comportamento de subir em uma estrutura elevada, como poleiro ou plataforma, é uma necessidade da ave de diminuir a densidade. Martrenchar et al. (2000) observaram maior empoleiramento

em altas densidades. Hughes; Elson (1977) relataram que frangos de corte usariam poleiros, mas esse comportamento seria motivado por falta de espaço na cama devido a altas densidades.

### 2.3.2.2. Pesagem automática por meio da análise de imagens

Outra alternativa para estimar o peso de frangos de corte é por meio das dimensões das aves baseado na análise de imagens, as quais podem ser bi ou tridimensionais (Figura 8).

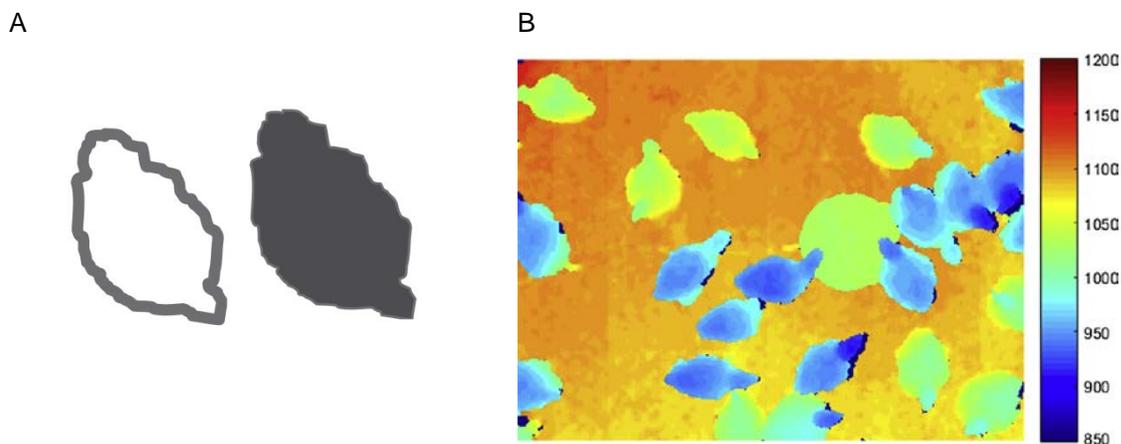


Figura 8 – Pesagem automática por meio de análise de imagens. Exemplo de imagens de perímetro e área de superfície e de frango para análise bidimensional (A) e tridimensional, em que as diferentes cores indicadas na barra refletem a distância da câmera de um objeto (B). Fonte: (A) De Wet et al. (2003), (B) Mortensen et al. (2016)

A análise de imagens já foi utilizada com sucesso para estimar o peso de suínos (MARCHANT et al., 1999; BRANDL; JØRGENSEN, 1996). No entanto, as aves trazem um desafio maior a essa tecnologia devido à presença de penas (DE WET et al., 2003).

De Wet et al. (1998, 2003) desenvolveram um sistema de análise de imagens para determinar o peso corporal individual de frangos a partir da área bidimensional (vista superior). O peso aumentou proporcionalmente em relação à área de superfície através de um polinômio de ordem 2, que apresentou uma alta correlação, de  $R^2=0,97$ . No entanto, o erro relativo da estimativa de peso, expresso pelo desvio padrão dos resíduos, foi de 10%. No estudo de Mollah et al. (2010) foi obtida uma equação linear com  $R^2=0,99$  e o erro relativo da estimativa de peso variou entre 0,04% e 16%.

Mortensen et al. (2016) testaram o uso de uma câmera 3D de baixo custo (Kinect) para prever o peso de frangos de corte em condições comerciais. O erro relativo foi de 7,8% entre os pesos preditos pela tecnologia e os pesos de referência. Os erros também foram maiores no final do período de criação, conforme a densidade das aves aumentava. Os erros absolutos chegaram a variar entre 50-250 g no final do período avaliado.

De Wet et al. (1998, 2003) e Mollah et al. (2010) afirmaram que a tecnologia ainda precisa ser mais explorada e avaliada, pois ainda não foram encontrados padrões que expliquem a diferença de peso entre diversas aves. Sabe-se que a movimentação dos animais produz imagens com menor qualidade e que mudanças na postura e orientação influenciam a dimensão do corpo capturado pela câmera. Além disso, a densidade da cobertura e a coloração das penas afetam a precisão do método, o que não ocorre em suínos. Uma sugestão dada por Chedad et al. (2003) é utilizar a análise de imagens em conjunto com a balança eletrônica. Assim, a primeira ajustaria as estimativas da segunda, especialmente nas semanas 5 e 6. A informação da área de superfície das aves que sobem e que ficam ao redor da plataforma de pesagem pode ser então utilizada para estimar a real distribuição de pesos e corrigir o peso médio calculado pela balança.

## Referências

ALATORRE-JACOME, O.; GARCIA TREJO, F.; SOTO-ZARAZUA, G. M.; RICO-GARCIA, E. Techniques to assess fish productivity in aquaculture farms and small fisheries: An overview of algebraic methods. **Journal of Applied Sciences**, Amsterdam, v.12, p.888-892, 2012.

ALI, N. M. Variance in pig's dimensions as measured by image analysis. In: Proceedings of the Fourth International Livestock Environment Symposium, Coventry, UK. ASAE Publication 03-93, pp 151–158.. 1993. ASAE, St. Joseph, MI

AVIAGEN. **Broiler Management Manual Ross 308**. 2008. 114 p. Disponível em: <[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)>. Acesso em: 24 nov. 2016.

AVIAGEN. **Manual de Manejo de Matrizes Ross 308**. 2013. 180 p. Disponível em: <[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)>. Acesso em: 16 ago. 2014.

AVILA, V. S.; ALBINO, J. J.; SAATKAMP, M. G. Método para avaliar a uniformidade nas fases de cria e recria em lotes de frangas para produção de ovos. **EMBRAPA suínos e aves**, Concórdia, n.34, p.1-2, 2007.

- BLOKHUIS, H. J.; VAN DER HAAR, J. W.; FUCHS, J. M. M. Do weighing figures represent the flock average? **Poultry Misset International**, Doetinchem, v.4, p.17-19, 1988.
- BOKKERS, E. A.; KOENE, P. Behaviour of fast-and slow growing broilers to 12 weeks of age and the physical consequences. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.81, v.59-72. 2003.
- BRANDL, N.; JTIRGENSEN, E. Determination of live weight of pigs from dimensions measured using image analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v.15, p.57-72, 1996.
- CHARMLEY, E.; GOWAN, T. L.; DUYNISVELD, J. L. Development of a remote method for the recording of cattle weights under field conditions. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.46, p.831-835, 2006.
- CHEDAD, A.; AERTS, J.-M.; VRANKEN, E.; LIPPENS, M.; ZOONS, J.; BERCKMANS, D. Do heavy broiler chickens visit automatic weighing systems less than lighter birds? **British Poultry Science**, London, 44, p.663-668, 2003.
- COBB. **Cobb Broiler Management Guide**, 2013. 70 p. Disponível em: <[www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com)>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- CORKERY, G.; WARD, S.; KENNY, C.; HEMMINGWAY, P. Incorporating Smart Sensing Technologies into the Poultry Industry. **Journal of World's Poultry Research**, Irã, v.3, p.106-128, 2013.
- DOYLE, I.; LEESON, S. Automatic weighing of poultry reared on a litter floor. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.69, p.1075-1081, 1989.
- DUAN-YAI, S.; YOUNG, B. A.; COUTTS, J. A.; GAUGHAN, J. B. Data obtained from automatic weighing in commercial broiler flocks. **Proceedings Australian Poultry Science Symposium**, Sidney, p. 180-183, 1998.
- EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. **An introduction to the bootstrap**. New York: Chapman & Hall, 1993. 436p.
- FAURE, J.M.; JONES, R.B. Effects of age, access and time of day on perching behaviour in the domestic fowl. **Applied Animal Ethology**, London, v.8, p. 357-364, 1982.
- FATTORI, T. R., WILSON, H. R., MATHER, F. B.; BOOTWALLA, S. M. Strategies for weighing broilers, broiler breeder pullets and broiler breeder hens: 1. Sample size and individual vs. group weighings. **The Journal of Applied Poultry Research**, Amsterdam, v.1, p.88-94, 1992a.
- FATTORI, T. R.; WILSON, H. R.; MATHER, F. B.; BOOTWALLA, S. M. Strategies for weighing broilers, broiler breeder pullets and broiler breeder hens: 2. Scale type, weighing time and in-house location. **The Journal of Applied Poultry Research**, Amsterdam, v.1, p.95-103, 1992b.

FEIGHNER, S. D.; GODOWSKY, E. F.; MILLER, B. M. Portable microcomputer-based weighing systems: applications in poultry science. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p.868-873, 1986.

GUINEBERT, E. Ensure breeder profitability by regular weighting. **International Hatchery Practice**, Driffield, v.19, n.5, p.13-15, 2005.

HOCQUETTE, J. F.; CHATELLIER, V. Prospects for the European beef sector over the next 30 years. **Animal Frontiers**, Champaign, v.1, p.20-28, 2011.

HUBBARD. Hubbard Broiler Management Guide. 2016. 64 p. Disponível em: <<http://www.hubbardbreeders.com/>>. Acesso em: 24 de nov. 2016.

HARMS, R. H.; MATHER, F. B.; DOUGLAS, C. R.; FREE, S. M. A method for weighing pullets during the growing period. **Poultry Science**, Champaign, v.63, p.443-446, 1984.

HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. The use of perches by broilers in floor pens. **British Poultry Science**, London, v.18, p.715-722, 1977.

LOKHORST, C. Automatic weighing of individual laying hens in aviary housing systems. **British Poultry Science**, London, v.37, p.485-499, 1996.

LOTT, B. D.; REECE, F. N.; MCNAUGHTON, J. L. An automated weighing system for use in poultry research. **Poultry Science**, Champaign, v.61, p.236-238, 1982.

MARCHANT, J. A.; SCHOFIELD, C. P.; WHITE, R. P. Pig growth and conformation monitoring using image analysis. **Animal Science**, Penicuik, v.68, p.141-150, 1999.

MARQUES, P. V. **Estimativa do peso de um lote de frango de corte vivo**. Concordia, Embrapa-CNPISA, 1986.14 p.

MARTRENCAR, A.; HUONNIC, D.; COTTE, J. P.; BOILLETOT, E.; MORISSE, J. P. Influence of stocking density, artificial dusk and group size on the perching behaviour of broilers. **British Poultry Science**, London, v.41, p.125-130, 2000.

MEIJERHOF, R. Automatisch edierweegsystemen bieden voordeel [Automatic weighing system gives advantages]. *Pluimveehouderij*, Doetinchem, v.19, p.12-13, 1989.

MOLLO, M. N.; VENDRAMETTO, O.; OKANO, M. T. Precision livestock tools to improve products and processes in broiler production: A review. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.11, p.211-218, 2009.

MORTENSEN, A. K.; LISOUSKI, P.; AHRENDT, P. Weight prediction of broiler chickens using 3D computer vision. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v.123, p.319-326, 2016.

NEWBERRY, R. C., HALL, J. W. Use of pen space by broiler chickens: effects of age and pen size. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.25, p.125-136, 1990.

NEWBERRY, R. C.; HUNT, J. R.; GARRINER, E. E. Behaviour of roaster chickens towards an automatic weighing perch. **British Poultry Science**, London, v.26, p.229-237, 1985.

NORRING, M.; KAUKONEN, E.; VALROS, A. The use of perches and platforms by broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.184, p.91-96, 2016.

OLSSON, I. A. S.; KEELING, L. J. Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.68, p.243-256, 2000.

PETTIT-RILEY, R.; ESTEVEZ, I. Effects of density on perching behavior of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.71, p.127-140, 2001.

RAHN, A. P.; WARE, G. O. Weight and uniformity estimators using catching pen sampling methods. **Poultry Science**, Champaign, v.59, p.465-467, 1980.

RODRIGUEZ-AURREKOETXEA, A.; LEONE, E. H.; ESTEVEZ, I. Effects of panels and perches on the behaviour of commercial slow-growing free-range meat chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.165, p.103-111, 2015.

SMITH, R. A.; TURNER, M. J. B. Electronic aids for use in fastock weighing. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.19, p.299-311, 1974.

SU, G.; SØRENSEN, P.; KESTIN, S. C. A note on the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p.1259-1263, 2000.

TURNER, M. J. B.; GURNEY, P.; BELYAVIN, C. G. Automatic weighing of layer-replacement pullets housed on litter or in cages. **British Poultry Science**, London, v.24, p.33-45, 1983.

TURNER, M. J. B.; GURNEY, P.; CROWTHER, V. S. W.; SHARP, J. W. An automatic weighing system for poultry. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.29, p.17-24, 1984.

VEIT ELECTRONICS. **Automatic Poultry Scales Bat2 Full**. Version 1.11.1 User's Guide, Karlova, 42 p. 2015. Disponível em: <<http://www.veit.cz/en/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

VEIT ELECTRONICS. **Manual Poultry Scales Bat1**. User's Guide, Marshville, 48 p. 2012. Disponível em: <<http://www.veit.cz/en/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

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

### 3. RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE FRANGOS DE CORTE EM RELAÇÃO À PLATAFORMA DE PESAGEM AUTOMÁTICA

#### Resumo

A utilização de balanças automáticas de pesagem, em que as aves sobem voluntariamente em uma plataforma suspensa, é uma opção ao trabalhoso processo de obtenção das estimativas do peso corporal de frangos de corte manualmente. No entanto, uma das grandes barreiras à acurácia das balanças automáticas é o comportamento das aves em subir na plataforma de pesagem. Esse fato pode ser influenciado por fatores extrínsecos, como altura e formato da plataforma, e intrínsecos, como idade, sexo e comportamento de cada indivíduo. Este estudo se propôs a avaliar a influência de idade, sexo e comportamento de cada indivíduo na utilização da plataforma de pesagem. Foram utilizados 59 animais da linhagem CobbSlow, alojadas com 1 dia de idade e mantidas até 45 dias. Os animais foram identificados individualmente e filmados semanalmente por um período de 24 horas ininterruptas. Eles foram pesados semanalmente por meio do método manual e os resultados foram comparados com os obtidos por meio da pesagem automática. A idade influenciou no peso ( $p < 0,0001$ ), no tempo de uso da plataforma ( $p < 0,0001$ ), no tempo de latência sobre a plataforma ( $p < 0,0001$ ), no número de subidas por dia na plataforma ( $p < 0,0001$ ) e no número de subidas por hora ( $p < 0,0001$ ). O sexo influenciou no peso ( $p < 0,0001$ ), no tempo de uso da plataforma ( $p = 0,0004$ ), no tempo de latência sobre a plataforma ( $p < 0,0001$ ) e no número de subidas por dia na plataforma ( $p = 0,0339$ ). O fotoperíodo influenciou a utilização da plataforma ( $p < 0,0001$ ). O comportamento individual da ave não influenciou no número de subidas por dia ( $p = 0,7255$ ), mas sim no tempo de latência ( $p < 0,0001$ ) e no tempo de uso da plataforma ( $p = 0,0494$ ). No entanto, não foi possível detectar diferença significativa entre grupos nessas duas últimas variáveis. Os pesos obtidos por meio da pesagem manual e automática foram diferentes apenas nas 1ª e 3ª semanas ( $p < 0,05$ ). O peso obtido automaticamente nesses casos foi maior na pesagem automática do que na manual. Nas 2ª, 4ª, 5ª, 6ª e 7ª semanas de criação não houve diferença significativa. Para avaliar se as aves que utilizavam a balança geravam uma correta estimativa do peso do lote, comparou-se por meio de simulação o resultado da pesagem manual de todas as aves com o peso médio apenas das aves que subiram na plataforma. Por meio dos resultados, a amostragem de aves que subiram na balança foi adequada durante todo o período estudado e não teve diferenças significativas com o peso do lote obtido manualmente. No entanto, ao se considerar o número de vezes que cada uma das aves subiu e realizar uma média ponderada desses valores, a partir da 4ª semana de idade foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), o que demonstra ser imprescindível utilizar um fator de correção para garantir resultados corretos de estimativa de peso médio de lote, sendo que a correção de 5% recomendada pelo fabricante se mostrou satisfatória nas condições desse experimento, em permitir estimar o peso do lote sem diferenças dos resultados obtidos manualmente.

Palavras-chave: Frangos de corte; Pesagem automática; Comportamento; Zootecnia de precisão

## Abstract

The use of automatic weighing systems where birds voluntarily climb on to a suspended platform is an alternative to the labor intensive and time consuming conventional manual method used to obtain the estimates of the average weight of broilers. However, one of the important barriers to the precision of this technology is the behavior of the birds to climb on the platform. This can be influenced by extrinsic factors such as design of the platform and height at which it is installed, and intrinsic factors such as age, sex and individual behavior of each bird. The objective of this study was to evaluate the influence of age, sex and individual characteristics on the perching behavior towards a weighing platform. Fifty-nine day old Cobb Slow broiler chicks were reared until 45 days. Animals were individually identified and filmed weekly for 24 hours continuously. Birds were weighed weekly by the conventional manual method and the results were compared with the weights obtained through the automatic weighing scale. Age influenced weight ( $p < 0.0001$ ), platform use time ( $p < 0.0001$ ), duration of each visit to the scale ( $p < 0.0001$ ), number of climbs per day ( $p < 0.0001$ ), and number of climbs per hour ( $p < 0.0001$ ). Sex influenced weight ( $p < 0.0001$ ), platform use time ( $p = 0.0004$ ), duration of each visit to the scale ( $p < 0.0001$ ), and number of climbs per day ( $p = 0.0339$ ). Lighting had an effect on platform use ( $p < 0.0001$ ). Individual behavior didn't influence the number of climbs per day ( $p = 0.7255$ ), but did affect the duration of each visit to the scale ( $p < 0.0001$ ) and platform use time ( $p = 0.0494$ ). It was not possible to detect distinct groups by the Tukey-Kramer test in these last two variables. Weights obtained through manual and automatic weighing were different only in weeks 1 and 3 ( $p < 0.05$ ). In these weeks the values from the automatic scale were higher than from the manual. On weeks 2, 4, 5, 6 and 7 there was no significant difference. To evaluate if the birds that used the scale provided accurate figures, a simulated comparison was done using the results of manual weights of all birds with average weights of only the birds that climbed on scale. The results showed that the bird sample that used the automatic system was sufficient during the whole period, and that significant differences were not found ( $p > 0.05$ ). However, when considering the number of times each bird climbed onto the scale and calculating a weighted average of those values, in weeks four through seven statistical differences were found ( $p < 0.05$ ); this demonstrates that a correction factor must always be used. The 5% correction curve recommended by the manufacturer proved satisfactory in the conditions of this experiment to provide correct weight estimates of a group of birds.

Keywords: Broiler; Weighing system; Behaviour; Precision livestock science

### 3.1. Introdução

Os primeiros estudos com tecnologia de pesagem automática utilizavam poleiros (TURNER et al., 1983, 1984). No entanto, a grande maioria dos estudos com frangos de corte demonstra que essas aves utilizam essas estruturas apenas moderadamente (PETTIT-RILEY; ESTEVEZ, 2001; SU et al., 2000; RODRIGUEZ-AURREKOETXEA et al., 2015; NORRING et al., 2016) e que dão maior preferência

à utilização de plataformas em relação a poleiros, quando disponíveis como opção de enriquecimento ambiental (NORRING et al., 2016). Talvez por essa razão atualmente todos os sistemas de pesagem automática de frangos de corte se baseiam em plataformas, sejam suspensas ou fixadas no piso.

Porém, o comportamento e a preferência em usar ou não um sistema desses são influenciados por vários fatores, dentre eles: peso das aves, idade e a altura das plataformas (BLOKHUIS et al., 1988; TURNER et al., 1983; NEWBERRY et al., 1985; NORRING et al., 2016).

A pesagem automática é uma das alternativas para estimar o peso médio de lotes de frangos de corte e consiste em uma ou mais plataformas conectadas a uma unidade de análise e/ou transferência de dados. As aves sobem voluntariamente na plataforma de pesagem e os dados são registrados.

A confiabilidade e precisão dos sistemas de pesagem automática podem ser restringidas tanto pelo desempenho técnico dos equipamentos como pela dinâmica de comportamento das aves, que utilizam a plataforma de pesagem com diferentes frequências e tempos de permanência (BLOKHUIS et al., 1988; TURNER et al., 1983).

Atualmente, o desempenho técnico dos equipamentos atinge satisfatoriamente a mensuração e o registro de dados a que se propõe. Algumas balanças dispõem de tecnologia para detectar e diferenciar a presença de uma ou mais aves, assim como para ignorar dejetos depositados na plataforma de pesagem (GUINEBERT, 2005).

Uma das grandes barreiras à precisão das balanças automáticas é o comportamento das aves em subir na plataforma de pesagem, pois é relatado na literatura que, conforme o lote chega próximo ao momento do abate, aves mais leves passam a ter uma frequência maior junto à plataforma de pesagem do que as aves mais pesadas, o que faz com que o peso do lote seja subestimado (CHEDAD et al., 2003).

No entanto, o estudo de Chedad et al. (2003) não avaliou as aves individualmente ao longo de todo o ciclo produtivo. Assim, não se sabe se as aves que frequentavam a plataforma de pesagem em determinado momento eram sempre as mesmas ou não. Na tentativa de verificar o comportamento individual das aves, Newberry et al. (1985) marcaram os animais e observaram o seu comportamento. Os resultados mostraram que os animais que utilizaram a balança inicialmente

apresentaram uma probabilidade 3,5 vezes maior em reutilizá-la nos dois dias consecutivos. Da mesma forma verificaram que o peso obtido automaticamente foi menor que o peso manual. Esse resultado leva a um grande questionamento sobre o viés amostral nas pesagens automáticas. Em função das discussões relacionadas à utilização das pesagens automáticas e do comportamento das aves sobre a plataforma, torna-se necessária a realização de estudos que primeiramente identifiquem se são ou não as mesmas aves que utilizam a plataforma de pesagem ou se há uma diversificação ao longo do ciclo produtivo. Considerando essas condições, as hipóteses deste trabalho foram:

H<sub>0</sub>: As aves utilizam igualmente a plataforma de pesagem.

H<sub>1</sub>: As aves não utilizam igualmente a plataforma de pesagem.

Com base nas hipóteses apresentadas anteriormente, o objetivo deste estudo foi avaliar as respostas comportamentais das aves em relação à plataforma de pesagem, como frequência de uso, latência e relação dessas variáveis com o desenvolvimento das aves ao longo do ciclo de produção.

Os objetivos específicos são:

- Avaliar influências de características individuais de cada ave no tempo de uso da plataforma (TU), tempo de latência (TL) e número de vezes que animal sobe na plataforma.
- Avaliar a existência de uma correlação na escolha voluntária das aves de subirem e permanecerem na plataforma de pesagem da balança com idade e sexo.
- Avaliar se há diferença entre os pesos obtidos por meio de pesagem manual e automática.

## **3.2. Material e métodos**

### **3.2.1. Localização do experimento**

O experimento foi conduzido no período de 03/06/16 a 17/07/16, em câmara climática, nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA), do Departamento de Engenharia de Biosistemas, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), no município de Piracicaba, estado de São Paulo, latitude 22° 42' 41,4" Sul; longitude 47° 37' 47,2" Oeste; altitude: 546 metros. De

acordo com a Classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa: subtropical úmido, com chuvas no verão e inverno seco (PEREIRA et al., 2002).

O estudo obteve aprovação pelo Comitê de Ética ao Uso de Animais (CEUA) da ESALQ, sob o protocolo 2016-05 de 24 de fevereiro de 2016 (Anexo A).

### 3.2.2. Características da instalação e animais

A pesquisa foi realizada numa área de  $8,85 \text{ m}^2$  ( $3,85 \text{ m} \times 2,3 \text{ m}$ ) no interior de uma câmara climática isolada termicamente com um controle automático de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 9).

A área da plataforma de pesagem da balança automática, possuía  $0,36 \text{ m}^2$  ( $0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ ), sendo suspensa aproximadamente 3 cm da cama.

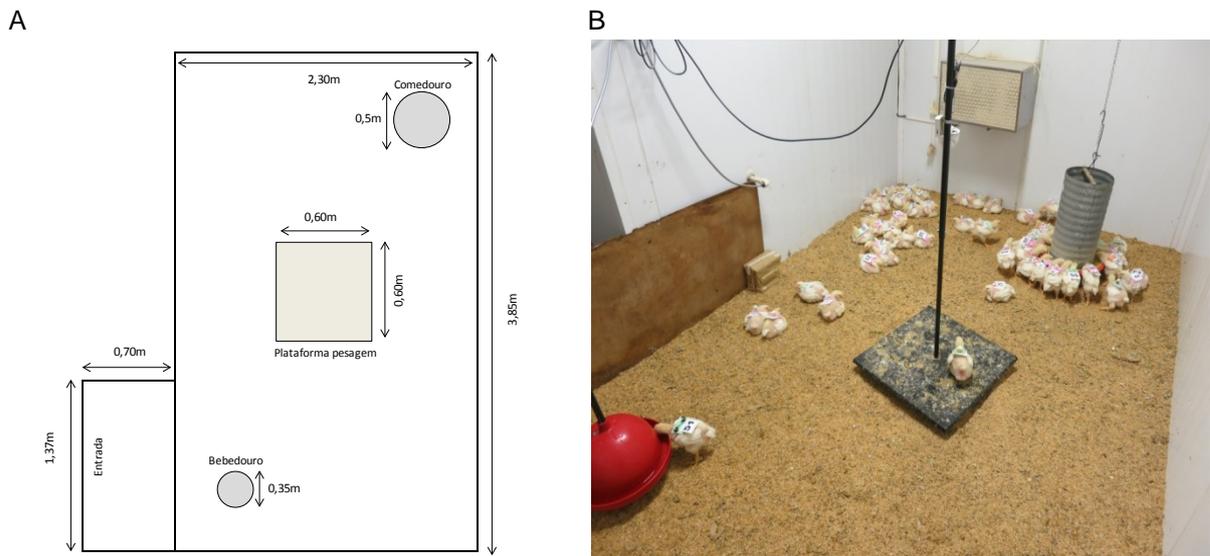


Figura 9 – Croqui da pesquisa realizada na câmara climática (A) e imagem do experimento em andamento (B)

Utilizou-se um lote misto de 59 aves da linhagem CobbSlow, alojadas com 1 dia de idade (peso médio = 45 g) e mantidas até 45 dias. Todas as aves foram vacinadas para doença de Marek, doença de Gumboro e bronquite infecciosa das galinhas e provenientes de um incubatório comercial.

As aves foram individualmente pesadas, identificadas com anilhas e alojadas sobre 3 cm de cama de palha de arroz, com fornecimento de ração apropriada e água *ad libitum* da seguinte forma: ração pré-inicial (1<sup>o</sup> ao 8<sup>o</sup> dia); ração inicial (9<sup>o</sup> ao 22<sup>o</sup> dia); ração de crescimento (23<sup>o</sup> ao 38<sup>o</sup> dia) e ração de terminação (39<sup>o</sup> ao 45<sup>o</sup> dia).

A densidade de alojamento foi de 7,1 aves/m<sup>2</sup>, o que é abaixo do comumente encontrado da produção comercial. A razão dessa baixa densidade foi a dificuldade operacional em identificar manualmente um número maior de animais, associado ao fato de ser necessário deixar um espaço para as aves circularem livremente e subirem na plataforma de pesagem.

O ambiente de criação foi controlado, de acordo com as zonas de termoneutralidade, segundo as recomendações da literatura (Tabela 2).

Tabela 2 – Recomendações de temperatura do ar e umidade relativa de acordo com a idade das aves (COBB, 2013)

Idade (dias)	Umidade relativa (%)	Temperatura do ar (°C)
0	30-50	32-33
7	40-60	29-30
14	50-60	27-28
21	50-60	24-26
28	50-65	21-23
35	50-70	19-21
42	50-70	18
49	50-70	17

O programa de luz utilizado foi de 18L:6E de 1 a 37 dias, e 16L:8E de 38 a 45 dias.

### 3.2.3. Identificação dos animais

Para o estudo comportamental foi fundamental a identificação individual dos animais. Utilizou-se de forma concomitante nesse experimento identificação por meio de anilhas plásticas e “mochilas de identificação”. Para que fosse possível efetuar a identificação individual das aves nas filmagens, foram criadas “mochilas numéricas”. Devido ao rápido crescimento dos animais, houve a necessidade de produzir diferentes modelos de identificação. Um dos grandes problemas na identificação visual dos animais é a fixação, visualização e a adaptação ao crescimento, à sua movimentação e curiosidade ao objeto estranho. Dessa forma, uma das etapas dessa pesquisa foi definir o melhor sistema de identificação dos animais para o registro de dados. Os modelos utilizados foram confeccionados com EVA (borracha sintética de etileno-acetato de vinila) em diferentes tamanhos de acordo com as características apresentadas na Figura 10 e Tabela 3.

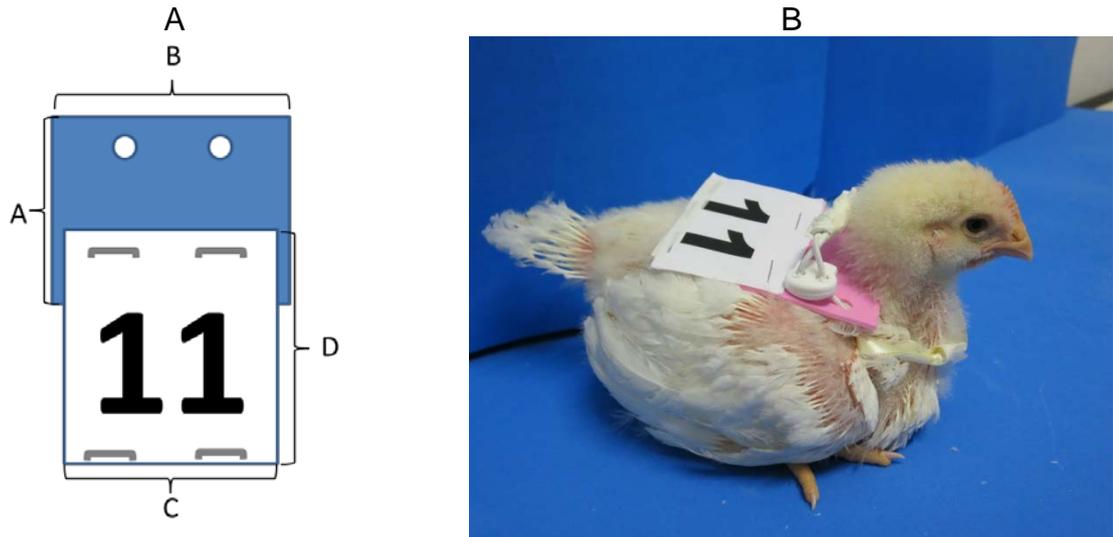


Figura 10 – Mochilas numéricas. A) Esquema dos modelos de “mochilas” utilizadas na identificação das aves de acordo com seu crescimento – medidas estão na Tabela 3. B) Ave com 17 dias utilizando a mochila da fase “crescimento”

Tabela 3 – Informações dimensionais das “mochilas numéricas” utilizadas na identificação das aves

Idade das aves	Infantil	Crescimento	Adulto
	1 a 16 dias	17 a 30 dias	31 a 45 dias
Intervalo de peso das aves	0,045 a 0,6 kg	0,6 a 1,8 kg	1,8 a 3,2 kg
Peso da mochila	2 g	7 g	8 g
Fixação peitoral	Sim (25 cm fita de cetim)	Sim (40 cm fita de cetim)	Não
Fixação nas asas	Elásticos nº18	2 elásticos de 30cm + prendedor retrátil	1 elástico de 40 cm e 2 prendedores retráteis
Dimensões porção de EVA (AxB)	4 x 5 cm	4 x 7 cm	11 x 7 cm
Dimensões porção de papel (Cx D)	4,5 x 5 cm	5,5 x 6 cm	6,5 x 6,5 cm
Quantidade de furos para fixação	2	4	4

Para garantir que ainda fosse possível identificar a ave caso ela retirasse a mochila, foram também utilizadas identificações nas patas, que eram trocadas em média a cada quatro dias. Usou-se abraçadeiras de nylon da marca HellermannTyton® T30R (comprimento 150 mm x 3,6 mm largura) e T50R (comprimento 200 mm x 4,6 mm largura) com números próprios para utilização com abraçadeiras de nylon (Marcador Millenium MHG® MHG3/7).

### 3.2.4. Aquisição das imagens

Para a realização das filmagens, foi instalada uma câmera I.V. (Infravermelho) com alcance de até 20 m, sensor marca Sony 1/3", Super HD CCDII pixels efetivos (HxV), 600 linhas de resolução, 24 LED's, sensibilidade 0,08 LUX, Iris eletrônica, DAY/NIGHT posicionada a 1,10m acima da plataforma, na própria haste de sustentação da plataforma (Figura 11). As imagens eram capturadas continuamente durante o experimento e armazenadas em um gravador DVR STAND ALONE 04-Canais Gravação Analógica até 960H (960X480), gravação IP até 1080p (1920X1080), marca Tec Voz / Intelbras.

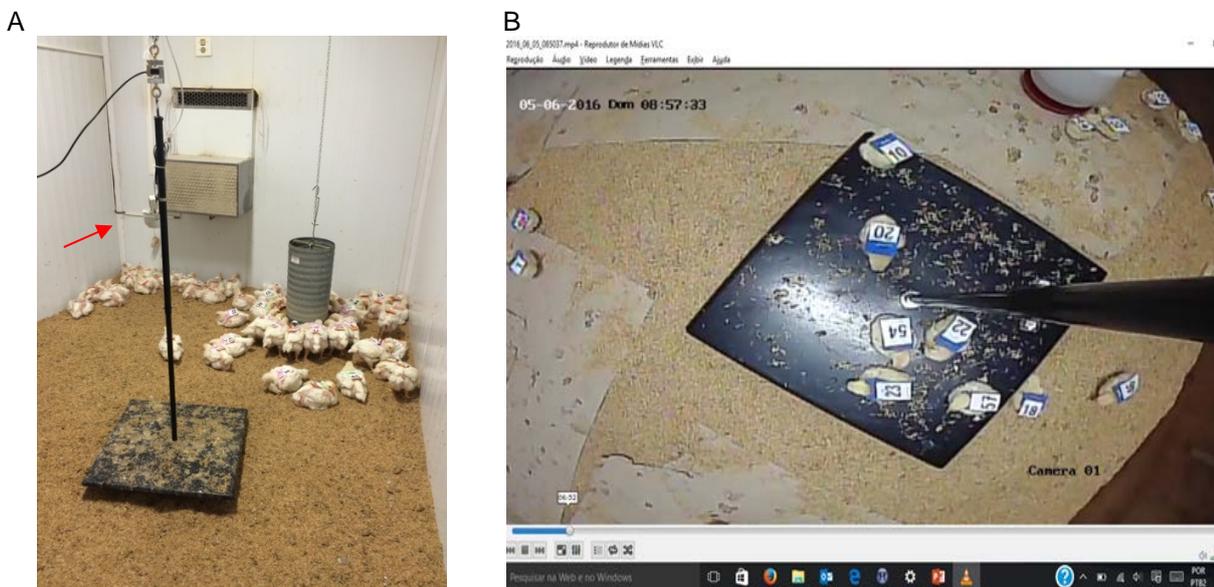


Figura 11 – Aquisição das imagens de vídeo. Imagem da câmera de vídeo posicionada na haste da balança (A) e imagem de vídeo obtida para análise (B)

### 3.2.5. Análise de vídeo

A cada semana foram avaliadas 24 horas de vídeo ininterruptas, no 3<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 17<sup>o</sup>, 24<sup>o</sup>, 31<sup>o</sup>, 38<sup>o</sup> e 45<sup>o</sup> dias de idade das aves.

Em função das aves serem animais que se movimentam rapidamente, adotou-se como metodologia de observação o registro a cada segundo, totalizando 86.400 observações diárias. Nas observações dos dados foi considerado como animal sobre a plataforma aquele que subiu com as duas patas. Nas observações registradas consideraram-se visualmente as seguintes variáveis: identificação,

horário de subida e horário de descida. Dessas observações, derivaram-se as variáveis complementares: tempo de uso da plataforma (TU), número de subidas (SUB) e tempo de latência<sup>2</sup> (TL).

### **3.2.6. Pesagem**

#### **3.2.6.1. Pesagem manual**

A mensuração do peso individual foi realizada manualmente utilizando uma balança digital (BAT1 - Veit Electronics) quando as aves tinham 1, 2, 9, 16, 23, 30, 37 e 44 dias de idade. Ressaltando que sempre no dia seguinte da pesagem eram realizadas as observações comportamentais.

A balança utilizada para as pesagens manuais, possuía capacidade máxima operacional de 50 kg e resolução de 1 g.

O procedimento de pesagem envolvia cercar todas as aves, posicioná-las no prato de pesagem individualmente, anotar os pesos e devolver o animal ao local do experimento.

#### **3.2.6.2. Pesagem automática voluntária**

A balança utilizada para a pesagem automática nesta pesquisa foi do modelo BAT2 (Veit Electronics). A mesma se caracterizou por ter capacidade máxima operacional de 100 kg, acuracidade 0,1% e resolução de 1 g.

O peso da ave era registrado se o sinal de pesagem fosse estável e dentro do intervalo de +/- 30% do peso alvo do dia. O peso era considerado estável se fossem obtidos três valores consecutivos, em um período de 4,5 segundos, que não apresentassem uma variação superior a 3% do peso alvo do dia. O peso alvo do dia era calculado automaticamente com base no peso médio somado ao ganho de peso obtido no dia anterior.

A balança foi programada para registrar os pesos quando as aves subiam e desciam da plataforma. Foi utilizada uma curva de correção de peso com a adição 5% de acordo com as recomendações do fabricante.

---

<sup>2</sup> Tempo de permanência da ave na plataforma a cada subida

### 3.2.6.3. Aferição e calibração dos equipamentos

Os dois modelos de balanças utilizados eram aferidos semanalmente e calibrados, se necessário. Para a aferição, adotou-se a metodologia adaptada de Turner et al. (1983), de posicionar nas balanças pesos padrão de 1kg e 2kg (Classe F1) por três vezes consecutivas. Foram adotados como aceitáveis desvios de  $\pm 3g$  para a aferição. Caso esse limite fosse ultrapassado a balança seria calibrada novamente.

### 3.2.7. Delineamento estatístico

As análises foram realizadas para determinar a diferença entre os comportamentos das aves e para comparar os diferentes métodos de pesagem. Essas foram divididas em dois problemas.

**Problema 1 - Efeito do comportamento das aves na forma de utilização da plataforma de pesagem.**

Para avaliar o efeito do comportamento das aves na forma de utilização da plataforma de pesagem, foram utilizadas três análises: influência do comportamento individual da ave; influência de sexo e idade; influência da luminosidade em subidas por hora.

Na primeira análise (influência do comportamento individual da ave) adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 59 tratamentos, sendo cada indivíduo um tratamento e o dia de observação à repetição. Dessa forma houve 59 tratamentos e 7 repetições.

Para segunda análise (influência de sexo e idade) adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) num esquema fatorial 2 x 7, sendo os fatores sexo (macho e fêmea) e idade (3, 10, 17, 24, 31, 38 e 45 dias), no qual cada ave foi considerada como unidade experimental. Cada vez que determinada ave subia na balança foi considerada como repetição.

Na terceira análise (influência da luminosidade em subidas por hora) foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) num esquema fatorial 2 x 7, sendo os fatores condição de luminosidade (com luz e escuro) e idade (3, 10, 17, 24,

31, 38 e 45 dias), considerando cada hora do dia como uma unidade experimental. O número de repetições foi o número de horas com luz e sem luz durante o dia.

As variáveis dependentes utilizadas na comparação dos tratamentos foram: tempo de uso total na balança durante o dia (TU), número de vezes que a ave subiu na balança (SUB), peso de cada indivíduo em kg (PESOKG) e o tempo de latência na balança (TL), ou seja, o tempo que cada ave ficou na balança a cada vez que subiu, para as análises 1 e 2. Para a análise 3 a variável independente utilizada foi o número de vezes que subiram na balança por hora.

As pressuposições de normalidade dos dados e homogeneidade de variância foram verificadas através dos testes de Kolmogorov-Smirnov (normalidade) e Box-Cox (homocedasticidade). Sendo assim, considerado os dados apenas das aves que subiram na balança, as transformações necessárias foram a raiz à quarta para TU e logaritmo natural para SUB e TL. A variável PESOKG, considerando os dados de todas as aves para acompanhar o desempenho do lote, foi transformada em raiz quadrada.

Dessa forma, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para testar as hipóteses em um nível de probabilidade de 95%. A ANOVA foi realizada pelo procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), considerando a Soma de Quadrados tipo III devido ao desbalanceamento das amostras.

### **Problema 2 - Comparação entre diferentes métodos de pesagem.**

Com relação à comparação entre diferentes métodos de pesagem foram utilizadas duas análises: comparação do método manual e automático de pesagem (Análise I); representatividade dos animais que sobem na balança na obtenção da estimativa do peso médio do lote (Análise II).

Na análise de comparação do método manual e automático de pesagem foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com esquema fatorial 2 x 7, sendo os fatores tipo de pesagem (manual e automática) e idade (3, 10, 17, 24, 31, 38 e 45 dias). Sendo que cada registro de peso foi considerado uma unidade amostral e o número de repetições foi composto pela quantidade de registros de peso durante o dia.

Para a análise de representatividade dos animais que sobem na balança na obtenção da estimativa do peso médio do lote foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com esquema fatorial 3 x 7, sendo os fatores tipo de

pesagem simulada (manual (PMAN), peso médio das aves subiram na plataforma (PSUB), peso médio ponderado das aves que subiram na plataforma (PPOND) e idade (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 semanas). Os dados de cada pesagem vieram de conjuntos de dados diferentes. A PMAN foi obtida pelo peso médio de todas as aves vivas em cada idade do experimento, mensurado através da pesagem manual, sendo o número de repetições o número de aves pesadas no dia. A variável PSUB considerou o peso médio das aves, obtido manualmente, que subiram na balança e foram registradas por meio das filmagens, no qual o número de repetições foi o número de aves que subiu na balança durante o dia. A variável PPOND considerou o peso obtido manualmente de cada ave ponderado pelo número de vezes que ela subiu na balança durante o dia registrado por meio de filmagens, sendo assim, o número de aves vezes o número de vezes que elas subiram na balança durante o dia foi o número de repetições.

A variável dependente estudada foi o peso médio mensurado pelos métodos das balanças em ambas análises. Na análise I a normalidade foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade de variância pelo teste de Box-Cox, se mostrando necessária a transformação, sendo a comparação dos tratamentos foi realizada por ANOVA. Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis necessário para comparar as três diferentes amostragens sem restrições, como normalidade e independência dos dados (manual, peso simples utilizadores, peso ponderado utilizadores) na análise II. Essas análises foram realizadas pelo procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), considerando a Soma de Quadrados tipo III devido ao desbalanceamento das amostras, considerando um nível de significância de 5%.

Em todas as análises, foi realizado um teste de comparação de médias de Tukey-Kramer, a um nível de probabilidade de 95%, para determinar em qual tratamento existe diferença entre as médias estimadas, caso a ANOVA indicasse uma diferença significativa entre os tratamentos para cada situação estudada. As médias foram ajustadas pelo Método dos Quadrados Mínimos. Nas tabelas com os resultados são apresentados os valores reais obtidos, sem ajustes.

### 3.3. Resultados e discussão

Baseando-se nas hipóteses deste trabalho, a discussão será apresentada seguindo a sequência de questões a serem respondidas em relação ao uso da plataforma de pesagem automática de frangos de corte.

Inicialmente foi realizada uma avaliação em relação ao:

- a) Tempo de uso da plataforma
- b) Número de aves utilizando a plataforma concomitantemente
- c) Tempo médio de permanência na plataforma de pesagem - Latência
- d) Número de subidas
- e) Influência do fotoperíodo na utilização da plataforma de pesagem

#### 3.3.1. Peso das aves

De acordo com a pesquisa realizada, foi importante determinar a homogeneidade do lote estudado. Para isso, utilizou-se a métrica do peso das aves (kg), que foi mensurado sempre um dia antes das análises de vídeo. Pela análise de variância verificou-se que não houve diferenças significativas entre o peso dos indivíduos avaliados ( $p=1,000$ ). Ao mesmo tempo, houve efeito significativo do sexo ( $p<0,0001$ ), da idade no peso médio das aves ( $p<0,0001$ ) e da interação sexo x idade ( $p<0,0001$ ), conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise de variância para o peso das aves

Fonte de variação	G.L.	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Pr > F
Tratamento	13	117,924	9,071	3184,01	<0,0001
Idade	6	111,941	18,657	6548,70	<0,0001
Sexo	1	0,411	0,411	144,37	<0,0001
Idade*Sexo	6	0,273	0,046	15,98	<0,0001
Resíduo	395	1,125	0,003		
Total	408	119,049			

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios do peso das aves, em função do sexo e idade, evidenciando as diferenças estatísticas dos valores. A diferença de pesos entre os sexos inicia-se a partir do 16º dia de idade e segue o

mesmo padrão durante o restante do período de criação, com as aves macho sendo mais pesadas que as fêmeas.

Tabela 5 – Peso médio das aves de acordo com as idades e sexo

Idade (dias)	Peso das aves (kg)	Sexo	
		Fêmeas	Machos
2	0,0600A	0,0603Aa	0,0598Aa
9	0,2376B	0,2344Ba	0,2407Ba
16	0,6006C	0,5771Ca	0,6240Cb
23	1,1705D	1,1099Da	1,2312Db
30	1,9311E	1,7922Ea	2,0701Eb
37	2,6660F	2,4729Fa	2,8591Fb
44	3,3086G	3,0319Ga	3,5853Gb

Médias com letras maiúsculas entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer, baseado em comparações múltiplas de proporções a 5% de significância. Médias com letras minúsculas entre colunas diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer, com base em comparações múltiplas de proporções a 5% de significância.

### 3.3.2. Tempo de uso da plataforma

O tempo de uso (TU) da plataforma foi definido como o período em que havia uma ou mais aves sobre ela. Contrariamente, o tempo de ociosidade (TO) foi definido como o tempo em que não havia nenhum animal sobre a plataforma.

De acordo com a Figura 12, verifica-se que o TU é reduzido com o desenvolvimento das aves. Esse fato provavelmente deve-se ao aumento do peso corporal, que prejudica a mobilidade dos animais.

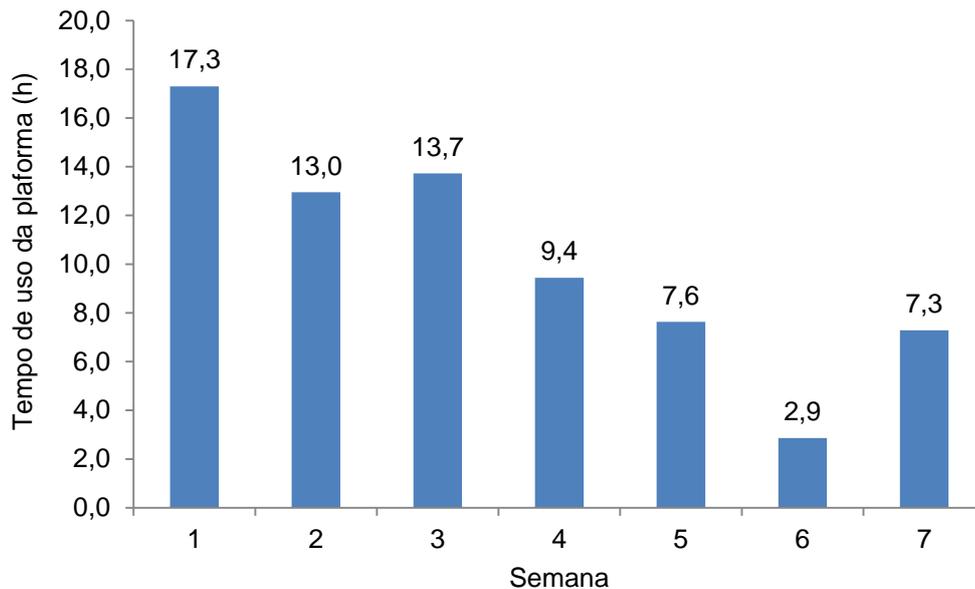


Figura 12 – Tempo total em uso (horas) da plataforma de pesagem durante um período de 24 horas, em cada semana do ciclo produtivo

O tempo total em que a plataforma de pesagem permaneceu em uso diminuiu de acordo com o crescimento das aves, chegando a atingir 2,9 horas na 6ª semana. Observa-se que esse valor aumentou novamente na semana 7, o que pode ser explicado pelo fato de uma única ave ter permanecido 5,8 horas sobre a plataforma durante o dia avaliado, porém em alguns períodos concomitantemente com outras aves. Se essa ave fosse retirada do banco de dados da semana 7, o TU da plataforma seria 2,1 horas em vez das 7,3 horas encontradas.

Por outro lado, a ociosidade média da plataforma foi de 58% do tempo ao longo do ciclo, o que pode ser comprovado pela Tabela 6. No estudo de Lokhorst (1996) com galinhas poedeiras de 19 a 35 semanas de idade, a ociosidade média foi de 40% do tempo ao longo da pesquisa. Essa informação torna-se importante quando extrapolarmos os dados para uma condição real de campo, onde será necessário o dimensionamento prático do número de balanças necessárias para um galpão de criação. Ao mesmo tempo, deve-se considerar as diferentes realidades avaliadas, pois, nesse caso, o estudo foi conduzido com uma densidade de 8,0 aves/m<sup>2</sup>. Ressalta-se que, baseando-se nessas informações, o fato de a plataforma de pesagem ficar com uma ociosidade de 70% na última semana de criação poderá ocasionar uma distorção dos dados reais de pesagem em um lote comercial. Dessa forma, existe a necessidade de pesquisas que possam avaliar o TU e o TO em condições comerciais.

Tabela 6 – Tempo ocioso e uso por semana e total da plataforma de pesagem

Situação da plataforma	Semanas							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Vazia / Ociosa (%)	28	46	43	61	68	88	70	58
Em uso (%)	72	54	57	39	32	12	30	42

Por meio da análise de variância (Tabela 7) para o Tempo de uso, pode-se dizer que houve diferenças significativas ( $p < 0,0001$ ) com relação ao crescimento dos animais. O tempo médio de uso por dia das aves que subiram na plataforma de pesagem foi 34,2 minutos, sendo que as fêmeas apresentaram um valor médio de 36,8 minutos e machos 29,3 minutos ( $p = 0,0004$ ). A não significância entre a interação sexo e idade indica que a variação do tempo de balança não muda entre os dois fatores.

Tabela 7 – Análise de variância para o tempo de uso da plataforma por ave

Fonte de variação	G.L.	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Pr > F
Tratamento	13	860,499	66,192	17,63	<0,0001
Idade	6	798,157	133,026	35,42	<0,0001
Sexo	1	48,810	48,810	13,00	0,0004
Idade*Sexo	6	17,109	2,852	0,76	0,6025
Resíduo	298	1119,093	3,755		
Total	311	1979,592			

No teste de médias essas diferenças são evidentes de acordo com a Tabela 8. Verifica-se também que as fêmeas tiveram maior atividade no sentido de tempo médio de utilização da plataforma, e que à medida que as aves vão crescendo maiores dificuldades de utilização vão aparecendo, reduzindo o tempo de uso da plataforma de pesagem.

Com relação a essas informações, existe uma carência na literatura abordando a relação sexo e utilização de plataformas de pesagem. Porém, deve-se considerar que o fato de os machos serem mais pesados dificulta o uso da plataforma. A associação com a idade das aves está diretamente relacionada com o efeito do maior peso e da dificuldade de utilização.

Tabela 8 – Tempo de uso (TU) da plataforma (min./ave) em cada idade estudada

Idade (dias)	TU fêmeas + machos (min./ave)	TU fêmeas (min./ave)	TU machos (min./ave)
3	86,2A	87,5 a	84,0 a
10	25,8 B	27,1 a	23,6 a
17	31,7 B	36,1 a	24,8 a
24	22,1 BC	26,0 a	14,8 a
31	16,8 CD	22,7 a	2,8 a
38	6,6 D	9,3 a	0,9 a
45	18,1 D	24,7 a	0,1 a
Total	34,2	36,8 a	29,3 b

Valores com as mesmas letras não são diferentes significativamente de acordo com o teste de Tukey-Kramer com nível de significância de 5%. As letras maiúsculas mostram a comparação de médias entre linhas de cada coluna e as letras minúsculas a comparação de médias entre as colunas correspondentes ao sexo das aves.

Já com relação a variações com comportamento individual de cada ave, foi detectada diferença através da análise de variância ( $P=0,0494$ ), mas o teste de Tukey-Kramer não encontrou diferença entre o tempo de balança e as aves. Dessa forma, considerou-se que o tempo de balança entre as aves foi estatisticamente igual a um nível de probabilidade de 95%.

### 3.3.3. Número de aves utilizando a plataforma concomitantemente

O número de aves que subiam na plataforma concomitantemente variou de acordo com o tamanho delas (peso), evidenciando um maior número de animais nas primeiras semanas. De acordo com a Tabela 9, o total de aves sobre a plataforma variou de 1 a 16 aves, sendo que os dados são apresentados em até 5 aves agrupadas.

Tabela 9 – Tempo de permanência (min.) e número de aves na plataforma (balança) em diferentes semanas de criação durante 24 horas

Número de aves na plataforma	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
1	88	349	312	275	360	159	404
2	120	241	239	148	82	13	33
3	155	119	140	66	15	0	0
4	164	43	83	39	0	0	0
≥ 5	510	25	50	39	0	0	0

A variação do tempo de permanência concomitante das aves sobre a plataforma pode estar relacionado ao fato de que a densidade utilizada na pesquisa

foi inferior em relação às condições comerciais, pois, de acordo com Hughes; Elson (1977), as aves aumentam a taxa de empoleiramento de acordo com o aumento da densidade.

Dessa forma, a utilização concomitante máxima da plataforma de pesagem variou de acordo com as semanas do ciclo produtivo, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 – Número máximo de aves sobre a plataforma concomitantemente em diferentes semanas de criação durante 24 horas

	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
Número máx. de aves sobre a plataforma	16	9	8	7	4	3	3

#### 3.3.4. Tempo de latência

O tempo de latência (TL) foi definido como o tempo que a ave permaneceu na plataforma durante cada vez que subiu nela. Assim, as métricas derivadas do tempo de latência são provenientes apenas dos dados das aves que utilizaram a plataforma em um determinado dia.

Ao estudarmos o tempo de latência, verificou-se que existe diferença entre idade das aves ( $p < 0,0001$ ) e os sexos ( $p < 0,0001$ ), conforme demonstrado na Tabela 11.

Por meio da análise de variância para o tempo de latência, pode-se dizer que houve diferenças significativas ( $p < 0,0001$ ) com relação ao crescimento das aves. O tempo de latência médio durante todo o período foi de 105 segundos, sendo que as fêmeas apresentaram um valor médio de 113 segundos e machos, 90 segundos ( $p < 0,0001$ ). Houve interação entre a idade e sexo ( $p < 0,0001$ ).

Tabela 11 – Análise de variância para a variável tempo de latência

Fonte de variação	G.L.	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Pr > F
Tratamento	13	305,101	23,469	9,59	<0,0001
Idade	6	136,007	22,668	9,27	<0,0001
Sexo	1	103,400	103,400	42,27	<0,0001
Idade*Sexo	6	156,739	26,123	10,68	<0,0001
Resíduo	6091	14900,612	2,446		
Total	6104	15205,713			

Dessa forma, o teste de Tukey-Kramer foi realizado para verificar a diferença entre as idades no tempo de latência e os resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Tempo de latência (seg.) por “subida” e por ave em cada idade avaliada

Idade	Fêmeas + Machos
3	100,8 A
10	75,8 A
17	101,9 A
24	141,5 A
31	167,3 A
38	96,2 A
45	335,9 B
Total	104,7

Valores com as mesmas letras não são diferentes significativamente de acordo com o teste de Tukey-Kramer com nível de significância de 5%. As letras maiúsculas mostram a comparação de médias entre linhas da coluna.

O tempo médio de latência de 105 segundos é maior que os 63 segundos obtidos por Lokhorst (1996). Isso pode ser influência do formato da plataforma ou mesmo da linhagem das aves, visto que outros autores citaram que esses fatores influenciam o comportamento das aves (FAURE; JONES, 1982; TURNER et al., 1983).

De acordo com a Tabela 13, ao longo das 7 semanas avaliadas, 73% das aves apresentaram um tempo de latência de até 1 minuto, 18% entre 1 e 5 min, 4% entre 5 e 10 min e 5% acima de 10 min.

Os resultados obtidos estão de acordo com os de Newberry et al. (1985), que observaram que a grande maioria das aves (63%) permanecem menos de 1 minuto. Essa duração de tempo parece ser a mais adequada, visto que aves que permanecem um tempo maior não adicionam precisão ao registro dos dados e ocupam o espaço que outras aves poderiam utilizar. Doyle; Leeson (1989) também

relatam que, conforme as aves ficam mais pesadas, elas tendem a passar períodos maiores sobre a plataforma.

Tabela 13 – Distribuição entre classes de tempos de latência de acordo com a idade

Idade	Até 1 min. (%)	Entre 1 e 5 min. (%)	Entre 5 e 10 min. (%)	Acima 10 min. (%)
3	75	16	4	5
10	77	18	3	2
17	69	23	3	4
24	65	22	7	6
31	69	21	4	6
38	80	11	4	4
45	71	14	1	13
Todas as idades	73	18	4	5

Já com relação a variações com comportamento individual de cada ave, foi detectada diferença no TL através da análise de variância ( $p < 0,0001$ ). Pelo teste de Tukey-Kramer foram identificados 6 grupos estatisticamente diferentes. O primeiro grupo (A) variou de 71 a 206 s, o segundo (B) variou de 73 a 273 s, o terceiro (C) variou de 27 a 168 s, o quarto (D) variou de 35 a 133 s, o quinto (E) variou de 27 a 182 s, e o último (F) variou de 14 a 42 s. Assim, devido ao fato dos grupos intercalarem entre si foram considerados todos iguais.

### 3.3.5. Número de subidas

Durante o período avaliado, o valor médio de subidas na plataforma foi de 872 por dia, sendo que esse comportamento foi se reduzindo de acordo com a idade. Na Figura 13 é mostrada a variação do número de subidas de acordo com as semanas de criação.

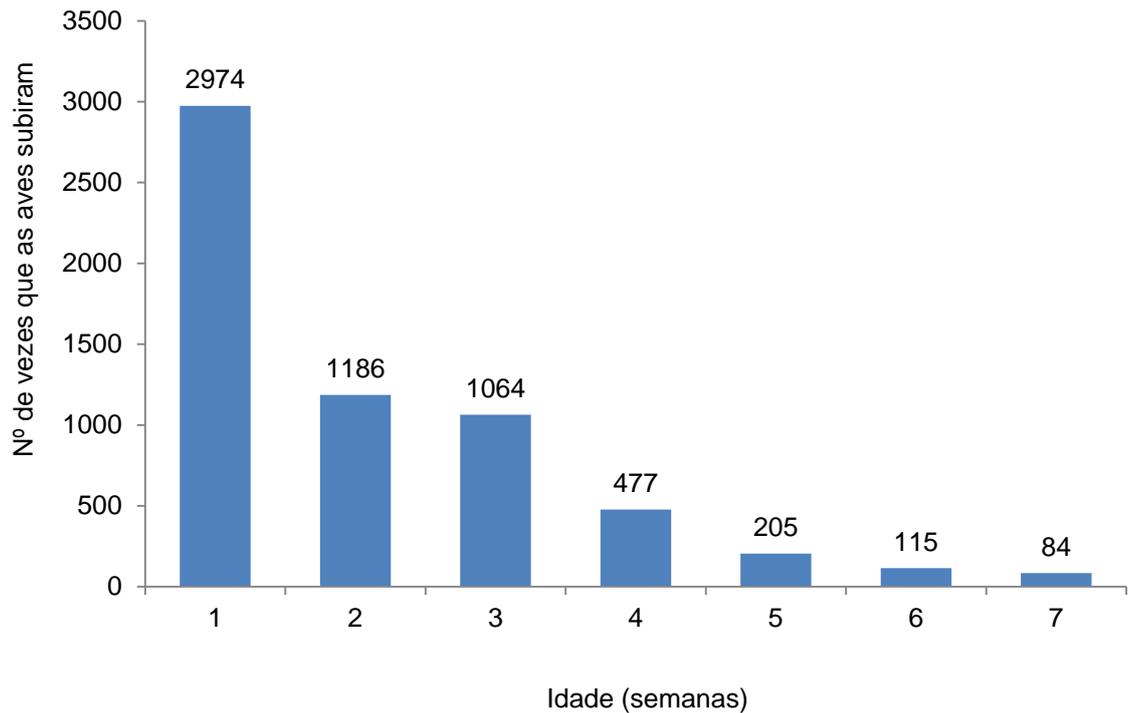


Figura 13 – Distribuição do número de subidas na plataforma de pesagem de acordo com a idade das aves em diferentes semanas de criação durante 24 horas

Doyle; Leeson (1989) relataram um comportamento diferente do encontrado neste estudo, sendo que o número de pesagens registradas atingia o ápice entre 11 e 28 dias e depois decrescia gradualmente até os 42 dias de idade. Já no estudo de Duan-Yai et al. (1998) em que foi acompanhado um lote desde o alojamento até a 5ª semana, a 1ª semana foi a que teve menor número de registros de pesagens, enquanto a 2ª semana teve o pico de registros, que posteriormente foi gradativamente se reduzindo. Turner et al. (1984), Newberry et al. (1985), Chedad et al. (2003); Wolterink; Meijerhof (1989) também verificaram um declínio no número de pesagens ao longo do crescimento das aves. Newberry et al. (1985) citaram que uma das possíveis causas seria o congestionamento perto da plataforma, o que criaria um impedimento a outras aves de acessarem o dispositivo de pesagem.

A métrica número de subidas por ave (SUB) foi calculada considerando o número total de subidas dividido pelo número total de aves que subiram em determinado dia. O número de subidas variou com a idade ( $p < 0,0001$ ) e com o sexo ( $p = 0,0339$ ), conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Análise de variância do número de subidas por ave

Fonte de variação	G.L.	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Pr > F
Tratamento	13	295,900	22,762	27,92	<0,0001
Idade	6	261,598	43,600	53,48	<0,0001
Sexo	1	3,704	3,704	4,54	0,0339
Idade*Sexo	6	2,365	0,394	0,48	0,8205
Resíduo	298	242,926	0,815		
Total	311	538,826			

Na Tabela 15 é possível observar a redução média do número de subidas de acordo com a idade. As reduções observadas demonstram o impacto da idade no comportamento de subir na plataforma, conforme já avaliado e comentado em relação a outras variáveis estudadas nesta pesquisa.

Tabela 15 – Quantificação dos valores médios das subidas das aves machos e fêmeas na plataforma de pesagem

Idade	Fêmeas + Machos	Fêmeas	Machos
3	51,3 A	52,8 a	48,8 a
10	20,4 B	18,9 a	23,2 a
17	18,7 B	20,3 a	16,0 a
24	9,4 C	10,8 a	6,7 b
31	6,0 CD	6,2 a	5,7 a
38	4,1 DE	4,7 a	2,8 a
45	3,2 E	3,8 a	1,6 a
Total	19,6	19,6 a	19,5 b

Valores com as mesmas letras não são diferentes significativamente de acordo com o Teste de Tukey-Kramer com nível de significância de 5%. As letras maiúsculas mostram a comparação de médias entre linhas de cada coluna e as letras minúsculas a comparação de médias entre as colunas correspondentes ao sexo das aves.

O fato de fêmeas apresentarem um maior número de subidas em relação aos machos pode ser explicado também pelo comportamento natural do empoleiramento. Segundo Faure; Jones (1982), em algumas linhagens esse resultado é real, ou seja, há uma predisposição de as fêmeas empoleirarem-se mais que os machos. Alguns manuais de manejo de matrizes (AVIAGEN, 2013) afirmam que os machos não saltam tanto nas plataformas de pesagem e que, devido a esse comportamento, o produtor deve continuar a pesar manualmente os machos, o que pode ser um problema para a inserção da tecnologia.

Hughes; Elson (1977) relataram diferença entre o comportamento de empoleiramento entre machos e fêmeas de frangos de corte (Linhagem Ross1),

sendo que na semana de produção 8 apenas 30% das aves que utilizaram os poleiros eram machos. No entanto, os mesmos autores citaram que a diferença do empoleiramento entre machos e fêmeas em outra linhagem (Marshall's Chunkies) era bem menor. Dessa forma, verifica-se que há diferenças comportamentais entre linhagens, e que os dados devem ser avaliados de forma multifatorial, considerando as características do lote. Blokhuis et al. (1988) também relataram que as fêmeas subiam mais na plataforma de pesagem que os machos.

Já com relação a variações com comportamento individual de cada ave, não foi detectada diferença através da análise de variância ( $p=0,7255$ ).

### 3.3.6. Uso de acordo com horário

O número de subidas por hora variou com a idade ( $p<0,0001$ ) e com o fotoperíodo ( $p<0,0001$ ), sendo que as aves praticamente não utilizaram a plataforma durante o período escuro (0,1 subidas/hora) quando comparado ao período claro (50 subidas/hora). Os resultados da análise de variância são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Análise de variância do uso da plataforma de acordo com horário e idade

Fonte de variação	G.L.	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Pr > F
Tratamento	13	510,392	39,261	403,27	<0,0001
Idade	6	43,692	7,282	74,80	<0,0001
Lumin	1	338,508	338,508	3477,03	<0,0001
Idade*Lumin	6	45,821	7,637	78,44	<0,0001
Resíduo	154	14,993	0,097		
Total	167	525,385			

Foi observado que o número de subidas/hora reduziu conforme a idade, sendo que os resultados obtidos a cada semana estão descritos na Tabela 17. Essa tendência de redução no número de vezes que as aves utilizam a plataforma já havia sido relatada por Newberry et al. (1985), quando estudaram a linhagem Arbor Acre durante 10 semanas. Esses autores observaram que o número de aves que subiram na plataforma de pesagem por hora (durante o período claro) diminuiu de 41,6 aves na 1ª semana para 4,3 aves na 10ª semana, ou seja, houve uma redução de aproximadamente 90%.

Tabela 17 – Número de subidas por hora (período claro) sobre a plataforma de pesagem em função da idade e do fotoperíodo

Idade	Programa de luz	Número de subidas/h
3	18D:6N	165,2A
10	18D:6N	65,9B
17	18D:6N	59,1B
24	18D:6N	26,5C
31	18D:6N	11,4D
38	16D:8N	7,0E
45	16D:8N	5,2E

Valores com as mesmas letras não são diferentes significativamente de acordo com o teste de Tukey-Kramer com nível de significância de 5%. As letras maiúsculas mostram a comparação de médias entre linhas da coluna Número de subidas/h.

Outros autores já haviam relatado que atividades em relação a poleiros e plataformas eram reduzidas no período de baixa luminosidade (NEWBERRY et al., 1985; HUGHES; ELSON, 1977; NORRING et al., 2016; LOCKHORST, 1996), concordando com os resultados encontrados.

Com relação ao horário do período claro que as aves mais utilizavam a plataforma não foi encontrada nenhuma relação significativa ( $p=0,0999$ ). Hughes; Elson (1977) e Norring et al. (2016) não encontraram nenhuma variação consistente em frangos de corte em relação ao empoleiramento e horário durante o período diurno.

### 3.3.7. Capacidade de registro de pesagens da balança

Em nenhuma semana observada o número de pesos registrados foi 100% igual aos movimentos de subidas e descidas das aves da plataforma de pesagem. Lembra-se que a balança estava programada para registrar quando a ave entrava e saía, de forma a aumentar a amostragem. Esse resultado parcial de aproveitamento dos dados já era esperado, pois a balança apenas registra o peso após a estabilização, o que leva 4,5 segundos na balança utilizada.

A primeira semana foi a que obteve o menor aproveitamento de registros em relação ao uso da plataforma pelas aves (Tabela 18). Isso se deve ao fato de que a movimentação das aves era muito intensa e também ao elevado número de aves utilizando a plataforma de pesagem concomitantemente, conforme descrito no item 3.4.3. Isso faz com que seja mais improvável que a balança se estabilize a cada ave que sobe ou desce na plataforma.

Tabela 18 – Aproveitamento de registros de pesos pela balança automática

Semana	Nº total subidas e descidas	Nº de registros de peso pela balança	Relação registros/subidas e descidas (%)
1	5.948	2.091	35,2
2	2.372	1.294	54,6
3	2.128	1.285	60,4
4	954	738	77,4
5	410	325	79,3
6	230	199	86,5
7	168	109	64,9

A taxa de aproveitamento foi aumentando continuamente até a 6ª semana, quanto atingiu 86,5%. No entanto, na última semana de avaliação os valores decresceram. Atribui-se esse decréscimo da taxa de aproveitamento de registros ao fato de outras aves estarem encostadas na plataforma de pesagem no momento em que os animais subiam e desciam da plataforma. Conseqüentemente, esses indivíduos que estavam encostados na plataforma não permitiam que a leitura de pesos se estabilizasse pelo tempo necessário e, dessa forma, a balança não registrava a entrada dos dados.

Essa discrepância entre o número de aves utilizando a balança e o número de registros da balança já havia sido observada por Newberry et al. (1985) na primeira semana de vida das aves, no entanto não foi registrada a mesma discrepância nas outras semanas, provavelmente porque a plataforma era menor e porque o número de aves que utilizou a plataforma por hora era menor (de 41,6 aves/hora na semana 1 para 4,3 aves/hora na semana 10).

### 3.3.8. Comparação entre os pesos manual e automático

A comparação entre os pesos manual e automático foi realizada nas idades em que ocorreram as pesagens manuais, ou seja, quando as aves tinham 1, 2, 9, 16, 23, 30, 37 e 44 dias de idade.

O peso variou com a idade ( $p < 0,0001$ ), mas não com o tipo de pesagem ( $p = 0,55$ ). Houve interação entre idade e tipo de pesagem. Os resultados da análise de variância são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Análise de variância para o peso de acordo com tipo de pesagem e a idade

Fonte de variação	G.L.	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Pr > F
Tratamento	13	894,670	68,821	44845,6	<0,0001
Idade (semana)	6	313,168	52,195	34011,6	<0,0001
Tipo de pesagem	1	0,001	0,001	0,36	0,5505
Idade*Tipo	6	0,024	0,004	2,59	0,0166
Resíduo	5557	8,528	0,002		
Total	5570	903,197			

As diferenças estatísticas entre os tipos de pesagem ocorreram na semana 1 (idades 1 e 2) e na semana 3 (idade 16), conforme apresentado na Tabela 20. Sempre que houve diferença significativa, o resultado do peso médio automático foi maior que o peso médio manual, o que é o contrário do relatado na literatura (NEWBERRY et al., 1985; TURNER et al., 1984; BLOKHUIS et al., 1988). Isso provavelmente se deve ao fato de a balança ter sido programada para registrar os pesos com 5% de correção ao longo de todo o período.

Tabela 20 – Pesos médios obtidos pela pesagem manual e automática

Idade	Tipo de pesagem		Significância estatística
	Manual	Automática	
1	0,044	0,056	p<0,05
2	0,060	0,062	p<0,05
9	0,237	0,242	NS
16	0,595	0,618	p<0,05
23	1,155	1,172	NS
30	1,896	1,860	NS
37	2,613	2,598	NS
44	3,230	3,208	NS

Newberry et al. (1985) citaram que os pesos médios obtidos através da pesagem automática eram mais leves que os resultados da pesagem manual, porém, atribuíram esse fato a falsas leituras da balança quando a ave ainda mantinha contato com o solo. Segundo esses autores, o peso obtido automaticamente foi menor que o manual, sendo que as diferenças estatísticas apareceram nas semanas 7 a 10.

Turner et al. (1984) em um primeiro experimento de campo também obtiveram pesos mais baixos automaticamente do que manualmente registrados todas as semanas. A diferença média foi de 10% do peso. Foi relatado que a partir de 45 dias a discrepância foi ainda maior.

Todos os animais do experimento utilizaram a plataforma de pesagem pelo menos uma vez ao longo do período observado. Até a 3ª semana, mais de 95% dos animais utilizaram a balança pelo menos uma vez durante o dia. A partir da 4ª semana, a parcela de indivíduos da população que subiu foi diminuindo sucessivamente até atingir o valor 46% do total de aves vivas na 7ª semana, conforme apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 – Amostragem da população representada pelas aves que utilizaram a plataforma de pesagem

Animais que subiram (%)	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
	98	98	97	86	58	48	46

O fato da amostra total de aves que subiam voluntariamente pelo menos uma vez ao dia ir diminuindo de acordo com o avanço da idade poderia ser preocupante no sentido da representatividade da amostra. No entanto, uma amostra de apenas 24% do lote para a 7ª semana permite uma estimativa do peso médio com erro amostral de 5%, segundo valores obtidos através do cálculo de intensidade amostral. Dessa forma, a amostra de 46% do lote é suficiente na predição do peso do lote, obtendo um erro amostral de 1,82%.

Baseando-se nesses resultados e considerando as variações em relação ao sexo e idade das aves, pode-se concluir que não houve diferenças estatísticas entre os indivíduos que utilizaram a plataforma de pesagem. Sendo assim, conclui-se que não são sempre as mesmas aves que utilizaram a balança de pesagem, o que poderia enviesar a amostragem.

Newberry et al. (1985) relataram que algumas aves utilizavam mais a plataforma de pesagem do que outras, no entanto o peso entre esses dois grupos não diferiu estatisticamente quando considerado o período total de 10 semanas de avaliação. Nas semanas 5 e 8 do referido experimento o peso das aves que utilizaram a plataforma automática foi menor do que as aves que não usaram.

Poderia se supor que aves que utilizam a plataforma de pesagem com maior frequência teriam o peso médio menor devido ao gasto maior de energia, porque não há alimento disponível na plataforma ou porque aves mais leves poderiam naturalmente ter uma tendência maior de utilizar a plataforma. Essas suposições

foram levantadas também por Hughes; Elson (1977), mas os resultados não as confirmaram.

### **3.3.9. Representatividade dos animais que sobem na balança na obtenção da estimativa do peso médio do lote**

Buscou-se para essa análise compreender o motivo pelo qual diversos autores (NEWBERRY et al., 1985; BLOKHUIS et al., 1988; TURNER et al., 1984) encontraram que o peso médio de um lote obtido automaticamente era menor que o manual. Sabe-se que atualmente diversos fabricantes recomendam um fator de correção, que tem como motivo compensar o suposto fato que aves mais leves utilizam a plataforma de pesagem com maior frequência. Neste estudo verificou-se que não houve diferença entre os pesos obtidos pela pesagem manual e automática na maior parte do período observado (Item 3.4.9), no entanto, para esta pesquisa utilizou-se a correção de 5% do peso conforme a recomendação do fabricante.

Assim, foi feita uma simulação com os dados dos pesos manuais individuais para se responder a essa pergunta. Criaram-se então as seguintes variáveis:

- **Peso médio da população:** Peso médio de todas as aves vivas em cada idade do experimento, mensurado através da pesagem manual.
- **Peso médio simples dos utilizadores da balança:** Por meio das filmagens se registrou a identidade de todas as aves que subiram na balança e realizou-se uma média simples do peso das mesmas obtidos manualmente, ou seja, considerando-se apenas uma vez o peso de cada indivíduo que subiu na balança em determinado dia.
- **Peso médio ponderado dos utilizadores da balança:** Por meio das filmagens se registrou a identidade de todas as aves que subiram na balança e quantas vezes cada indivíduo subiu, realizando-se uma média ponderada do peso das mesmas obtidos manualmente, ou seja, cada uma das vezes que cada animal subiu foi considerado no cálculo de determinado dia. A princípio esse é o método que mais se aproximaria do peso automático.

Tabela 22 – Resultados da comparação de pesos médios obtidos por meio da simulação

Semana	Peso população	Peso simples utilizadores	Peso ponderado utilizadores	$\Delta$ Média população / média simples utilizadores (%)	$\Delta$ Média população / média ponderada utilizadores (%)
1	0,060Aa	0,060Aa	0,060Aa	0,0	0,1
2	0,237Ba	0,237Ba	0,234Ba	0,0	1,2
3	0,595Ca	0,595Ca	0,572Ca	0,0	3,7
4	1,155Da	1,151Da	1,114Db	0,1	3,6
5	1,896Ea	1,847Ea	1,783Eb	1,0	5,9
6	2,613Fa	2,561Fa	2,449Fb	0,9	6,3
7	3,230Ga	3,172Ga	2,997Gb	0,8	7,2
Média*	1,398a	1,375a	1,316b		

Valores com as mesmas letras não são diferentes significativamente de acordo com o teste de Tukey-Kramer com nível de significância de 5%. As letras maiúsculas mostram a comparação de médias entre linhas de cada coluna e as letras minúsculas a comparação de médias entre as colunas em cada semana. \* Média ajustada pelo método dos quadrados mínimos e comparações realizadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

O peso médio da população não diferiu estatisticamente em nenhuma das idades avaliadas do peso médio simples dos utilizadores da balança. Isso demonstra que em termos de amostragem o fato de a porcentagem do total de aves que sobem na balança ao menos uma vez ao dia diminuir ao longo do tempo não influencia na acuracidade da estimação do peso médio do lote.

No entanto, ao considerar-se o peso ponderado dos utilizadores e o peso real da população, essa diferença nos resultados médios surge a partir da 4ª semana de vida e persiste até o final do ciclo de produção. Essa tabela mostra o motivo do ajuste recomendado pelo fabricante de 5%, embora esse ajuste não devesse ser recomendado igualmente para todo o período.

É interessante observar que não foi possível detectar diferenças de peso e de comportamento de subir na balança entre os indivíduos do experimento (Itens 3.3.1 e 3.3.5). No entanto, caso não fosse feita a correção recomendada pelo fabricante, haveria diferenças entre o peso obtido entre a pesagem manual e automática. Isso demonstra que nem todos os mecanismos que regem o comportamento das aves de subir voluntariamente na balança estão explicados e que mais estudos em relação a essa questão são necessários.

### 3.4. Considerações Finais

A idade influenciou no peso ( $<0,0001$ ), no tempo de uso da plataforma ( $<0,0001$ ), no tempo de latência sobre a plataforma ( $<0,0001$ ), no número de subidas por dia na plataforma ( $<0,0001$ ) e no número de subidas por hora ( $<0,0001$ ).

O tempo que a plataforma permaneceu ociosa (TO) durante todo o período avaliado foi 58%, sendo que a primeira semana apresentou o menor valor (28%) e a 6ª semana o maior valor (88%). O número de aves utilizando a plataforma concomitantemente teve o seu valor máximo na primeira semana (16 aves) e foi diminuindo de acordo com o crescimento do lote, sendo que o valor máximo na última semana foi de 3 aves. Da mesma forma, o número de subidas por hora e o total de vezes que as aves utilizaram a plataforma de pesagem durante um período de 24 h regrediu semanalmente, com o valor máximo na primeira semana (2974) e mínimo na última semana (84).

O fotoperíodo influenciou na utilização da plataforma ( $p<0,0001$ ), sendo que as aves praticamente não utilizaram a plataforma durante o período escuro (0,1 subidas/hora) quando comparado ao período claro (50 subidas/hora).

O tempo de latência médio por subida foi de 105 segundos, sendo que 73% dos tempos de latência tiveram duração de até 1 minuto, 22% entre 1 e 10 minutos e 5% acima de 10 minutos. As fêmeas apresentaram um valor médio de TL de 113 segundos e machos 90 segundos ( $p<0,0001$ ). O tempo médio de uso por dia das aves que subiram na plataforma de pesagem foi 34,2 minutos, sendo que as fêmeas apresentaram um valor médio de 36,8 minutos e machos 29,3 minutos ( $p=0,0004$ ).

O sexo influenciou no peso ( $p<0,0001$ ), no tempo de uso da plataforma ( $p=0,0004$ ), no tempo de latência sobre a plataforma ( $p<0,0001$ ) e no número de subidas por dia na plataforma ( $p=0,0339$ ). O número de subidas por dia ao longo do estudo foi 19,57, sendo que as fêmeas subiram em média 19,6 vezes e machos 19,5 vezes por dia de avaliação.

O aproveitamento do número de subidas e descidas das aves da plataforma de pesagem para gerar registros de peso apresentou variação ao longo do período de criação, sendo que na primeira semana apenas 35% das subidas e descidas das aves foram registradas efetivamente como pesagens, devido provavelmente ao intenso movimento das aves. Nas semanas seguintes, o aproveitamento de registros foi aumentando sucessivamente até 87% na 6ª semana e decaindo para 65% na

última semana de criação. Provavelmente a última semana de criação apresentou resultados piores devido à presença de outras aves encostando na plataforma.

O comportamento individual da ave não influenciou no número de subidas por dia ( $p=0,7255$ ), mas sim no tempo de latência ( $p<0,0001$ ) e no tempo de uso da plataforma ( $p=0,0494$ ). No entanto, não foi possível detectar diferença entre grupos por meio do teste de Tukey-Kramer nessas duas últimas variáveis.

Os pesos obtidos por meio da pesagem manual e automática foram diferentes apenas nas idades 1, 2 e 16 ( $p<0,05$ ). O peso obtido automaticamente nesses casos foi maior na pesagem automática do que na manual. Nas idades 9, 23, 30, 37 e 44 não houve diferença significativa.

### 3.5. Conclusões parciais

De acordo com os resultados apresentados nesta pesquisa, foi aceita a hipótese  $H_0$  de que as aves utilizaram igualmente a plataforma de pesagem. De maneira geral, as conclusões foram:

- Não houve influências das características individuais de cada ave no tempo de uso da plataforma (TU), tempo de latência (TL) e número de vezes que o animal sobe na plataforma. Portanto, todas as aves utilizaram a plataforma de pesagem.
- A idade e o sexo são fatores que afetam significativamente a escolha voluntária das aves de subir na plataforma de pesagem, sendo que aves mais novas sobem mais na plataforma e fêmeas sobem mais que os machos.
- De acordo com o estudo comparativo de pesagem, não houve diferenças significativas entre as pesagens manual e automática, desde que na pesagem automática sejam consideradas as configurações especificadas pelo fabricante.

### Referências

AVIAGEN. **Manual de manejo de matrizes Ross 308**. 2013. 180 p. Disponível em: <[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)>. Acesso em: 16 ago. 2014.

BLOKHUIS, H. J.; VAN DER HAAR, J. W.; FUCHS, J. M. M. Do weighing figures represent the flock average? **Poultry Misset International**, Doetinchem, 4(5), p. 17-19, 1988.

- CHEDAD, A.; AERTS, J.-M.; VRANKEN, E.; LIPPENS, M.; ZOONS, J.; BERCKMANS, D. Do heavy broiler chickens visit automatic weighing systems less than lighter birds? **British Poultry Science**, London, 44, p.663-668, 2003.
- COBB. **Cobb Broiler Management Guide**, 2013. 70p. Disponível em: <[www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com)>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- DOYLE, I.; LEESON, S. Automatic weighing of poultry reared on a litter floor. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.69, p.1075-1081, 1989.
- DUAN-YAI, S.; YOUNG, B. A.; COUTTS, J. A.; GAUGHAN J.B. Data obtained from automatic weighing in commercial broiler flocks. **Proceedings Australian Poultry Science Symposium**, Sidney, p. 180-183, 1998.
- FAURE, J.M.; JONES, R.B. Effects of age, access and time of day on perching behaviour in the domestic fowl. **Applied Animal Ethology**, London, v.8, p. 357-364, 1982.
- GUINEBERT, E. Ensure breeder profitability by regular weighting. **International Hatchery Practice**, Driffield, v.19, n.5, p.13-15, 2005.
- HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. The use of perches by broilers in floor pens. **British Poultry Science**, London, v.18, p. 715-722, 1977.
- LOKHORST, C. Automatic weighing of individual laying hens in aviary housing systems. **British Poultry Science**, London, v.37, p.485-499, 1996.
- NEWBERRY, R. C.; HUNT, J. R.; GARRINER, E. E. Behaviour of roaster chickens towards an automatic weighing perch. **British Poultry Science**, London, v.26, p.229-237, 1985.
- NORRING, M.; KAUKONEN, E.; VALROS, A. The use of perches and platforms by broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.184, p.91-96, 2016.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- PETTIT-RILEY, R.; ESTEVEZ, I. Effects of density on perching behavior of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.71, p.127-140, 2001.
- RODRIGUEZ-AURREKOETXEA, A.; LEONE, E. H.; ESTEVEZ, I. Effects of panels and perches on the behaviour of commercial slow-growing free-range meat chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.165, p.103-111, 2015.
- SU, G.; SØRENSEN, P.; KESTIN, S. C. A note on the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p.1259-1263, 2000.
- TURNER, M. J. B.; GURNEY, P.; BELYAVIN, C. G. Automatic weighing of layer-replacement pullets housed on litter or in cages. **British Poultry Science**, London, v.24, p.33-45, 1983.

TURNER, M. J. B.; GURNEY, P.; CROWTHER, V. S. W.; SHARP, J. W. An automatic weighing system for poultry. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.29, p.17-24, 1984.

VEIT ELECTRONICS. **Automatic Poultry Scales Bat2 Full**. Version 1.11.1 User's Guide, Karlova, 42 p. 2015. Disponível em: <<http://www.veit.cz/en/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

VEIT ELECTRONICS. **Manual Poultry Scales Bat1**. User's Guide, Marshville, 48 p. 2012. Disponível em: <<http://www.veit.cz/en/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

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

WOLTERINK, K. H.; MEIJERHOF R. Dierweegsysteem geschikt voor opfok. **Pluimveehouderij**, v.19, p.16-17, 1989.



#### 4. AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DOIS MÉTODOS DE PESAGEM DE FRANGOS DE CORTE EM SISTEMA DE PRODUÇÃO COMERCIAL

##### Resumo

A mensuração do peso de frangos de corte é uma das métricas mais importantes e simultaneamente mais trabalhosas a ser acompanhada ao longo do desenvolvimento de um lote. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar comparativamente em um sistema de produção comercial dois sistemas de pesagem de frango de corte: o sistema de pesagem automática com o uso de plataforma suspensa e o sistema de pesagem manual. Foram acompanhados semanalmente seis lotes, com 25.000 aves cada e comparou-se os resultados de pesos obtidos pelo método manual e automático. Até a terceira semana as aves estavam restritas na região central do galpão, onde se localizava o pinteiro. A partir da quarta semana as aves foram distribuídas em quatro setores dentro do galpão, divididos por cercas. Foram encontradas diferenças de peso entre as regiões dos galpões para a pesagem automática, o que demonstra que é necessária a utilização de uma balança automática por divisão. Para as pesagens manuais, as diferenças foram encontradas somente na última semana de criação, sugerindo que ao longo do ciclo, as pesagens podem ser realizadas em um único quadrante representando o galpão. Com relação ao método de pesagem houve diferenças estatísticas entre a pesagem manual e automática. Os valores médios da pesagem automática foram 1% inferiores aos valores médios da pesagem manual. No entanto as diferenças entre os métodos variaram de acordo com a semana e os quadrantes. Foi utilizado um fator de correção de adição de 7%, mas esse não foi suficiente para garantir que não houvesse diferenças significativas entre as formas de pesagem, sugerindo-se correções diferenciadas a cada semana.

Palavras-chave: Frangos de corte; Sistema de pesagem; Predição de peso; Zoocenia de precisão

##### Abstract

Measurement of body weights of broilers is one of the most important and at the same time difficult metrics to obtain during the production cycle. The objective of this research was to evaluate comparatively in commercial field conditions two broiler weighing systems: manual and automatic through the use of a suspended platform. Weekly the average weights of six commercial broiler flocks with 25,000 birds each were obtained and compared by manual and automatic weighing systems. From placement until 3rd week pullets were restricted to the central area of the barn where the heating system was located. From the fourth week on, birds were distributed in four sectors across the barn divided by migration fences. However, it was verified that the use of a correction factor is essential in order to obtain a correct estimate of the average weight of the flock. Weight differences among sections inside the barns were found in the automatic weighing, which demonstrates that it is necessary to have one scale per barn section. On manual weighing, differences among sections inside the barn were found only in the last week of the production period, suggesting that during the growth of a flock sampling weights in only one of the sections would be enough to represent the whole flock. There were found statistical differences between the two methods of weighing evaluated. The mean values of the automatic weighing were

1% lighter than the values in the manual weighing. However the differences among methods varied according to week and sectors of the barn. It was used a correction factor of 7% , but this was not able to ensure that weights obtained by manual and automatic weighing were equal statistically. This suggests there should be a different correction factor for each week.

Keywords: Broiler; Weighing system; Weight prediction; Precision livestock science

#### **4.1. Introdução**

Um dos grandes problemas na avicultura de corte refere-se a pesagem dos lotes. Essa atividade permite a avaliação contínua do desenvolvimento do lote e devido a isso, toda a empresa avícola tem o seu protocolo específico para a mensuração do peso das aves. Com os avanços da microeletrônica e das novas tecnologias inseridas na avicultura, novos sistemas de pesagem têm surgido de forma a garantir otimização e eficiência das atividades de pesagem. Porém, a inserção de novas tecnologias, sempre vem acompanhada de resistências, vantagens, desvantagens e comparações simultâneas com os processos mais utilizados. Dessa forma, as comparações técnico-científicas de novos sistemas se fazem necessárias. No caso específico da pesagem de frangos de corte, a pesagem manual representa a maioria do sistema adotado no país. Em função dessas considerações, verifica-se a importância de estudos que remetam ao fornecimento de informações sobre qual dos sistemas de pesagem é o mais eficiente e recomendável frente aos avanços tecnológicos existentes.

Quando são realizadas pesagens de muitos frangos, a pesagem manual demanda muito trabalho (TURNER et al., 1983), gera estresse para os animais (NEWBERRY et al., 1985; DOYLE; LEESON, 1989), é sujeita a erros de transcrição durante a gravação dos dados e passível de erro humano (FEIGHNER et al., 1986). Além disso, aves mais pesadas e, portanto, com capacidade de locomoção reduzida, podem ser selecionadas mais frequentemente, inserindo um viés no peso médio final mensurado. Além disso, a pesagem manual consome tempo e, do ponto de vista ergonômico, é insatisfatória (MEIJERHOF, 1989).

A pesagem automática consiste em uma ou mais plataformas conectadas a uma unidade de análise e/ou transferência de dados. As aves sobem voluntariamente na plataforma de pesagem e os dados são registrados. Algumas

balanças dispõem de tecnologia para detectar e diferenciar a presença de uma ou mais aves, assim como ignorar dejetos depositados na plataforma de pesagem. A pesagem automática permitiria um monitoramento contínuo do peso do lote, sem estresse às aves ou necessidade de grande recurso de mão de obra para obter essa informação.

Um dos questionamentos com relação a amostragem de pesagem é se é necessário realiza-la em diferentes pontos do galpão. Isso é válido tanto para o método manual como para o automático. No método manual a amostragem em diversos pontos geraria maior trabalho e também maior estresse as aves. Já no método automático, a necessidade de amostragem em diversos pontos implica na utilização de mais balanças por galpão, acarretando em custos extras para o produtor.

De acordo com Turner et al. (1983, 1984) os resultados de peso médio de frangos de corte foram semelhantes, seja por pesagem manual ou automática. Doyle; Leeson (1989) encontraram pesos similares para frangos de corte pesados manualmente ou automaticamente em animais até 2 kg. No entanto, alguns pesquisadores obtiveram resultados diferentes entre a pesagem manual e automática. Newberry et al. (1985) e Blokhuis et al. (1988) observaram que o peso médio obtido automaticamente era menor do que o obtido manualmente. Além disso, diversos pesquisadores (WOLTERINK; MEIJERHOF, 1989; NEWBERRY et al., 1985; DOYLE; LEESON, 1989; CHEDAD et al., 2003) relatam que o número de pesagens diminui consideravelmente ao longo do período de criação, o que reduz a amostragem capturada por esses equipamentos. Assim, embora esse sistema mostre a direção relativa da trajetória de crescimento, as mensurações ainda são duvidosas, especialmente no final do período de crescimento, conforme observado por Blokhuis et al. (1988).

Hughes; Elson (1977) não conseguiram comprovar que as aves que visitavam com maior frequência a plataforma de pesagem fossem mais leves que as que visitavam com menor frequência. No entanto, Chedad et al. (2003) ao comparar a área de superfície bidimensional das aves sobre as plataformas e aquelas que permaneciam ao redor das mesmas, concluíram que esse comportamento ocorre especialmente nas semanas finais da produção, sendo que houve diferença estatística na 5ª semana de vida.

De acordo com os problemas levantados anteriormente, as hipóteses dessa pesquisa foram:

$H_0$  – A pesagem manual não difere da pesagem automática.

$H_1$  – A pesagem manual difere da pesagem automática.

Para testar as hipóteses levantadas anteriormente, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a existência de discrepâncias entre os sistemas de pesagens manual e automático com o uso de plataforma em situações reais de produção.

Os objetivos específicos foram:

- Comparar em cada fase de desenvolvimento do lote os resultados da tecnologia de pesagem automática com os obtidos pela metodologia de referência, que é a pesagem manual.
- Analisar o efeito de diferentes regiões do galpão no peso vivo das aves e o impacto na definição dos locais de amostragem da pesagem manual e na quantidade de balanças necessárias por galpão na pesagem automática.

## **4.2. Material e métodos**

A pesquisa foi desenvolvida em uma granja comercial produtora de frangos de corte, localizada no município de Itu - SP, coordenadas 23°19'02,0"S 47°23'05,2"O. O clima da região é o CWA de acordo com a Classificação de Köppen. Estudou-se dois períodos de produção, identificados como fase A (08/10/2015 a 22/11/2015) e fase B (05/03/2016 a 15/04/2016), que foram intercalados de acordo com a disponibilidade da empresa. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética ao Uso de Animais (CEUA) da ESALQ, sob o protocolo 2015-12 de 28 de abril de 2016 (Anexo B).

### **4.2.1. Caracterização da área experimental**

A pesquisa foi realizada em um complexo de produção agroindustrial constituído de 10 galpões avícolas, divididos em dois núcleos. Optou-se por realizá-la no núcleo que continha os galpões mais tecnificados que se caracterizavam por apresentar dimensões de 150 m de comprimento, 12 m de largura e 2,5 m de altura e eram de pressão negativa, modelo *blue house*, orientados no sentido leste-oeste. Esses galpões possuíam linha automática de comedouros e bebedouros tipo *nipple*.

O sistema de resfriamento adiabático evaporativo foi constituído por placas evaporativas de celulose, com pressão negativa por meio do uso de 8 exaustores nas paredes transversais opostas ao sentido de entrada do ar na instalação. A distância entre os galpões era de 15 m. A produção foi caracterizada por uma densidade média de 14 aves/m<sup>2</sup> totalizando 25 mil aves alojadas em cada galpão. Nessa pesquisa, em cada ciclo foram avaliados 3 galpões, utilizou-se os galpões 1, 2 e 4 de acordo com a foto aérea mostrada na Figura 14.



Figura 14 – Foto aérea da propriedade, com identificação dos galpões utilizados no experimento  
Fonte: Googlemaps

#### 4.2.2. Animais

Para facilidade da redação, nesse material os períodos de produção são identificados como A e B. Os lotes acompanhados são identificados como I, II, III, IV, V e IV. Na Tabela 23, apresenta-se a caracterização de cada fase e de cada lote. Todos os lotes eram mistos.

O arraçamento foi automatizado em três linhas de alimentação, à vontade de acordo com as fases (pré-inicial, inicial, crescimento e abate) e o protocolo vacinal e medicamentoso foi realizado de acordo com as diretrizes da empresa.

Tabela 23 – Caracterização dos experimentos realizados em condições comerciais

Fase	Lote	Galpão	Período	Total alojado	Densidade (aves/m <sup>2</sup> )	Linhagem
A	I	1	08/10/2015 a 22/11/2015	25.300	14,1	Hubbard Flex / Cobb
	II	2	08/10/2015 a 22/11/2015	25.300	14,1	Hubbard Flex / Cobb
	III	4	09/10/2015 a 22/11/2015	25.300	14,1	Hubbard Flex
B	IV	1	05/03/2016 a 15/04/2016	25.000	13,9	Cobb
	V	2	05/03/2016 a 15/04/2016	25.000	13,9	Cobb
	VI	4	05/03/2016 a 15/04/2016	25.000	13,9	Cobb

### 4.2.3. Coleta de Dados

Para a caracterização bioclimática dos galpões avaliados, foram diariamente registrados a cada cinco minutos os valores de temperatura de bulbo seco (ambiente) e a umidade relativa, por meio de quatro dataloggers por galpão (modelo HOBO U10, marca Onset, acurácia para temperatura de  $\pm 0,4$  °C de 0° a 40 °C; UR de  $\pm 5\%$  de 25% a 95% na faixa de 5° a 55 °C). Os dataloggers foram posicionados nos pilares onde foram instaladas as balanças. As pesagens automáticas foram registradas diariamente de acordo com o uso das plataformas de pesagem pelos animais e a distribuição das plataformas de pesagem no galpão (descrito posteriormente no item 4.2.4.1). A pesagem manual foi realizada semanalmente por uma equipe treinada, considerando o número amostral de acordo com o item 4.2.4.2.

### 4.2.4. Descrição dos Sistemas de Pesagem

#### 4.2.4.1. Pesagem Automática

A pesagem automática ocorreu de forma contínua, no entanto, para a comparação entre peso médio do lote foram consideradas as pesagens relacionadas com o dia da pesagem manual.

A balança utilizada para a pesagem automática nessa pesquisa foi do modelo BAT2 (Veit Electronics®). A mesma se caracterizou por ter capacidade máxima operacional de 100 kg, acurácia de 0,1% e resolução de 1 g.

A balança foi programada para que os pesos fossem registrados quando as aves subissem e descessem da plataforma de pesagem. Foi utilizada uma curva de

correção de peso com a adição de 7% de acordo experiências prévias em condições comerciais (teste piloto), superior ao preconizado pelo fornecedor.

Em cada galpão foram instaladas quatro balanças automáticas, distribuídas ao longo do comprimento da instalação de acordo com a Figura 15. Essa distribuição não foi realizada de forma que as plataformas ficassem equidistantes. Nesse caso, optou-se por centraliza-las nas divisórias existentes previamente no galpão em função do manejo adotado pelo produtor. As balanças foram posicionadas entre a linha de comedouros e bebedouros.

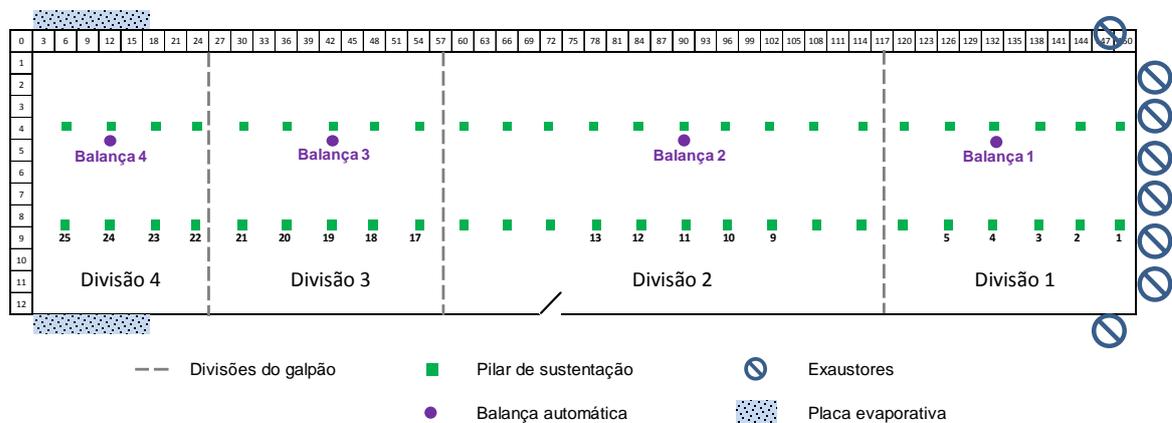


Figura 15 – Localização das balanças automáticas nos galpões utilizados na pesquisa

Ressalta-se que no intervalo de 1 a 20 dias as aves permaneceram apenas na Divisão 2, onde estava localizado o “pinteiro”. Portanto, apenas a balança 2 de cada galpão foi utilizada nesse período. Conforme o crescimento do lote aumentava-se a área disponível para as aves e conseqüentemente o número de balanças que eram utilizadas.

A locação e a utilização das balanças na área experimental podem ser observadas na Figura 16.

A



B



Figura 16 – Balanças instaladas nos galpões comerciais. A) Aves com 1 dia de idade sobre plataforma de pesagem da balança automática. B) Aves com 28 dias de idade sobre a plataforma de pesagem da balança automática

#### 4.2.4.2. Pesagem Manual

As pesagens manuais foram realizadas semanalmente de acordo com o crescimento das aves, encerrando-se na 7<sup>a</sup> semana. Deve-se considerar que os lotes não foram alojados todos no mesmo dia, apresentando assim, uma janela de idade entre os lotes de cada fase. Dessa forma, as pesagens foram planejadas para atender as demandas de cada lote. Como os alojamentos foram realizados em dias descompassados, para padronizar as pesagens a cada 7 dias, houve um ajuste nas leituras entre a primeira e segunda semana. Portanto, a partir da segunda semana as pesagens foram realizadas nos intervalos semanais, conforme descrito na Tabela 24.

Tabela 24 – Datas de alojamento e idades de pesagem

Lote	Idades de pesagem
I	1; 10; 17; 24; 31; 38; 45
II	1; 10; 17; 24; 31; 38; 45
III	1; 9; 16; 23; 30; 37; 44
IV	1; 8; 15; 21; 28; 36; 42
V	1; 8; 15; 21; 28; 36; 42
VI	1; 8; 15; 21; 28; 36; 42

Considerou-se para pesagem manual a utilização da balança digital modelo BAT1 (Veit Electronics). A capacidade máxima operacional é até 50 kg e a resolução é de 1 g.

De acordo com a faixa etária das aves, adotaram-se manejos diferenciados para adequar as características das mesmas, utilizando pratos e sacolas nas pesagens da seguinte maneira (Figura 17):

- Prato de pesagem – 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> semana;
- Sacola de pesagem – 4<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup> semana.

A



B



Figura 17 – Metodologia de pesagem. A) Ave de 1 dia sendo pesada em prato adequado. B) Ave de 28 dias sendo pesada em sacola

A pesagem manual sempre ocorreu no quadrante onde estava instalada a balança automática. O manejo de pesagem acompanhou as alterações que comumente ocorrem em um sistema produtivo, de acordo com a abertura do pinteiro. Esses por sua vez, vão sendo abertos e liberados de acordo com o desenvolvimento das aves. Portanto, a variabilidade espacial de posicionamento da pesagem manual, seguiu esse manejo. O *layout* de distribuição do posicionamento das balanças automáticas e das posições das pesagens manuais pode ser observado na Figura 18.

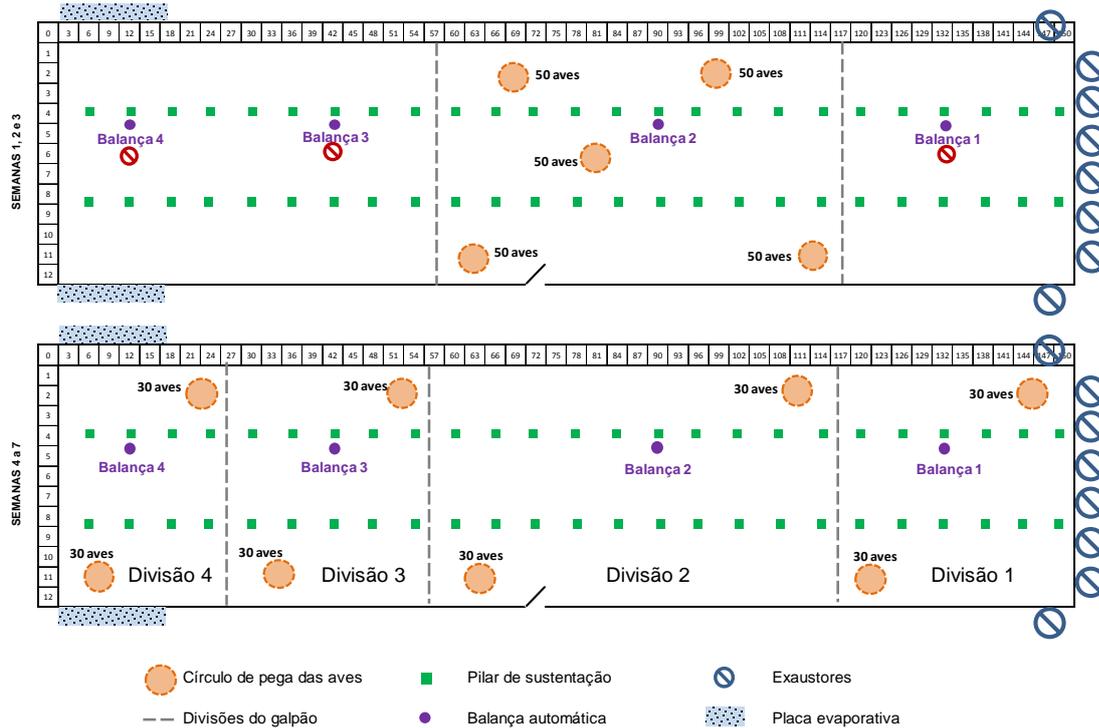


Figura 18 – Distribuição do posicionamento das balanças automáticas e das posições das pesagens manuais

Deve-se considerar que houve ajuste semanal em função da abertura dos círculos de criação e da idade das mesmas. Dessa forma, no dia 1 foram pesados 500 animais no “pinteiro”. Nas pesagens dos dias 7 e 14 foram selecionadas cinco regiões aleatórias no pinteiro e amostradas 50 aves por ponto de coleta, a partir do 21º dia, em cada quadrante, foram selecionados dois pontos opostos e registrados os pesos de 30 animais. O esquema geral de animais amostrados durante o ciclo de produção pode ser observado na Tabela 25.

Tabela 25 – Amostragem utilizada de acordo com a idade das aves

Idade	Pontos de coleta e número de aves	Total da amostra por galpão
Dia 01	500 animais do pinteiro	500
Até 20º dia	5 pontos com 50 animais cada	250
A partir do 21º dia	4 quadrantes x 2 pontos x 30 animais cada	240

A opção pela adoção de 30 aves por ponto de medida baseou-se numa experiência previa (teste piloto), em que inicialmente foram pesadas todas as aves cercadas no momento da pesagem. Após as análises preliminares desses dados (análise de estabilização da variância), foi concluído que não era necessário coletar

os dados de todas as aves cercadas. Assim, passou-se a avaliar 30 aves por ponto de pesagem.

#### **4.2.5. Delineamento experimental**

##### **4.2.5.1. Desempenho do lote**

Para o estudo do efeito dos diferentes galpões e experimentos no desempenho do lote, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 x 3, determinado por dois ciclos e três galpões, sendo que cada vez que uma ave foi pesada manualmente dentro do galpão em cada ciclo considerou-se uma repetição

##### **4.2.5.2. Efeito do local de amostragem**

Para o estudo das divisões no desempenho dos animais, foi tomado um delineamento inteiramente casualizado para as variáveis divisões, sendo realizado os cálculos considerando cada galpão separado em cada semana estudada, a partir da quarta semana. Cada pesagem em cada galpão/divisão durante a semana foi considerado uma repetição.

##### **4.2.5.3. Efeito da temperatura**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado num esquema fatorial 4 x 4 x 3, sendo quatro semanas, três galpões e quatro divisões, adotando-se a temperatura a variável dependente.

#### **4.2.6. Análises estatísticas**

Primeiramente foram testadas as pressuposições de normalidade dos dados e homogeneidade de variância verificadas através dos testes de Kolmogorov-Smirnov (normalidade) e Box-Cox (homocedasticidade). Dessa forma, as variáveis dependentes peso e temperatura foram transformadas para a estabilização da variância.

Após isso, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para testar as hipóteses à um nível de probabilidade de 95%. A ANOVA foi realizada pelo procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), considerando a Soma de Quadrados tipo III devido ao desbalanceamento das amostras para todos os delineamentos.

Por fim, foi realizado um teste de comparação de médias de Tukey – Kramer, ao um nível de probabilidade de 95%, para determinar em qual tratamento existe diferença entre as médias estimadas, caso a ANOVA indicasse uma diferença significativa entre os tratamentos para cada situação estudada.

### **4.3. Resultados e discussão**

Optou-se para a apresentação dos resultados e a respectiva discussão as de algumas questões a serem esclarecidas:

- a) Necessidade de uma ou mais balanças automáticas nos galpões para se ter uma boa representatividade.
- b) Comparação entre os resultados de peso médio entre a pesagem manual e automática

#### **4.3.1. Desempenho do lote**

Para o acompanhamento do desenvolvimento das aves considerou-se os resultados obtidos pela pesagem manual, uma vez que ela é o padrão-ouro para estimar o peso médio do lote.

Pela análise de variância, não foi encontrada diferença significativa entre as fases A e B ( $p = 0,9624$ ). No entanto, houve diferenças entre os galpões ( $p < 0,0001$ ) estudados, sendo que os três galpões foram diferentes entre si a um nível de 5%.

Como forma de caracterizar a pesagem média dos lotes, na Tabela 26 são apresentados os valores médios da pesagem manual em função da idade de criação, galpão estudado nas respectivas fases.

Tabela 26 - Peso manual médio (kg) das aves de acordo com as fases, idades e galpões

Fase	Semana de criação	Galpão 1	Galpão 2	Galpão 4
A	1	0,039	0,039	0,046
	2	0,189	0,171	0,196
	3	0,507	0,463	0,424
	4	0,908	0,886	0,902
	5	1,416	1,373	1,386
	6	2,100	1,965	1,963
	7	2,686	2,493	2,534
B	1	0,038	0,04	0,037
	2	0,168	0,163	0,154
	3	0,458	0,448	0,424
	4	0,833	0,85	0,809
	5	1,455	1,47	1,417
	6	2,214	2,121	2,071
	7	2,670	2,683	2,426
Média		0,964a	0,933b	0,909c

Letras minúsculas iguais correspondem a valores estatisticamente iguais na mesma linha de acordo com o Teste de Tukey-Kramer a um nível de significância de 5%.

#### 4.3.2. Análise comparativa de regiões dos galpões

A análise de variância detectou diferenças estatísticas entre as divisórias de todos os galpões de frangos de corte estudados, tanto pelos resultados obtidos por meio da pesagem manual como pela automática.

Os resultados agrupados por semana em cada galpão são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Peso automático e manual médio dos galpões por semana de acordo com variabilidade espacial das divisórias (dados das fases agrupadas)

Galpão	Semana	Automático				Manual			
		Divisórias				Divisórias			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	4	0,890b	0,888a	0,898a	0,891a	0,885a	0,877a	0,880a	0,856a
	5	1,429b	1,431b	1,434b	1,461a	1,440a	1,461a	1,436a	1,406a
	6	2,086bc	2,069c	2,104b	2,171a	2,167a	2,099a	2,187a	2,172a
	7	2,598a	2,551b	2,578b	2,648a	2,654a	2,630a	2,721a	2,707a
2	4	0,877a	0,866a	0,874a	0,861a	0,864a	0,881a	0,858a	0,869a
	5	1,403b	1,400b	1,432a	1,406b	1,425a	1,423a	1,403a	1,432a
	6	2,033b	2,025b	2,067a	2,054a	2,048a	1,998a	2,081a	2,044a
	7	2,524bc	2,507c	2,545ab	2,557a	2,508c	2,509bc	2,637ab	2,698a
4	4	0,839c	0,850c	0,879b	0,895a	0,847a	0,848a	0,854a	0,878a
	5	1,395b	1,376c	1,416ab	1,411a	1,379a	1,411a	1,404a	1,411a
	6	1,978b	1,976b	1,981b	2,041a	1,993a	1,980a	2,032a	2,062a
	7	2,389bc	2,423b	2,384c	2,520a	2,374b	2,482b	2,424b	2,641a

Letras minúsculas iguais correspondem a valores estatisticamente iguais na mesma linha de acordo com o Teste de Tukey-Kramer a um nível de significância de 5%, analisado separadamente para a pesagem automática e manual.

É possível observar que a existência de diferenças estatísticas entre as divisões dos galpões foram frequentes na pesagem automática e não na pesagem manual. Atribui-se esse fato pela diferença do número amostral desses dois métodos, uma vez que nas pesagens manuais coletava-se 60 aves em cada divisória e as balanças automáticas facilmente atingiam a marca de 1000 registros diários.

Por meio da pesagem manual os galpões 1, 2 e 4 não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes regiões da 4<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> semana. No entanto, na última semana de criação foram identificadas diferenças significativas nos galpões 2 e 4, sendo que as maiores médias de peso dos animais ocorreram nas divisórias 4 e 3 (2,698 e 2,637 kg) do galpão 2 e na divisória 4 (2,641 kg) do galpão 4. O galpão 1 continuou sem apresentar diferenças significativas até o fim do período produtivo demonstrando assim uma homogeneidade no peso aferido pela balança manual.

Ao utilizar-se da pesagem automática verificou-se que houve diferença estatística entre as regiões do galpão para todas as semanas do galpão 1, em que

as maiores médias de peso ocorreram na semana 4 e nas divisórias 3, 4 e 2 (0,898, 0,891 e 0,888 kg), entretanto, as semanas 5 e 6 apresentaram as maiores médias na divisória 4 com 1,461 e 2,171 kg, porém na semana 7 os maiores valores médios ocorreram nas divisórias 4 e 1 (2,648 e 2,598 kg).

Com relação ao galpão 2 na semana 4 não houve diferença estatística entre as divisórias para o peso das aves mensuradas na balança automática, logo, observou-se uma homogeneidade de peso, todavia, as demais semanas (5, 6 e 7) apresentaram diferença estatística entre as divisórias estudadas. As maiores médias de peso dos animais da semana 5 ocorreu na divisória 3 (1,432 kg), porém, a semanas 6 obteve os maiores valores médios de peso das aves nas divisórias 3 e 4 (2,067 e 2,054 kg), no entanto, a semana 7 apresentou as maiores médias nas divisórias 4 e 3 (2,557 e 2,545 kg).

No galpão 4 foi possível observar diferença estatística entre as divisórias para todas as semanas estudadas da variável peso na balança automática, em que os maiores pesos médios das semanas 4, 6 e 7 foram observados na divisória 4 (0,895, 2,041 e 2,520 kg), todavia, na semana 5 os maiores valores foram verificados nas divisórias 3 e 4 (1,416 e 1,411 kg).

Houve diferença estatística entre as divisórias dos galpões para variável temperatura do ar, em que a menor média foi observada na divisória 4 para todos os galpões estudados (Tabela 28). Esse resultado pode ser justificado pela localização dessa divisória que estava próxima do painel evaporativo dos galpões, tornando a temperatura mais baixa em relação às demais divisórias.

Tabela 28 – Temperatura do ar média nos galpões de frangos de corte nas diferentes divisórias (dados das duas fases agrupados)

Galpão	Temperatura do ar nas divisórias (°C)				P
	1	2	3	4	
1	27,281a	26,737a	25,503b	24,498c	<0,0001
2	27,413a	26,528b	25,486c	24,198d	<0,0001
4	28,477a	27,361b	25,764c	24,558d	<0,0001

Letras minúsculas iguais correspondem a valores estatisticamente iguais na mesma linha de acordo com o Teste de Tukey-Kramer a um nível de significância de 5%.

Foi possível observar que os galpões de ventilação por pressão negativa apresentavam uma heterogeneidade térmica. Nascimento et al. (2011) verificaram a existência de diferença térmica entre os quadrantes do aviário de ventilação por pressão negativa, ou seja, heterogeneidade espacial térmica. Também, Miragliotta et al. (2006) observaram alta variabilidade espacial térmica no galpão, semelhante ao

que foi verificado nesta pesquisa. Os autores Menegali et al. (2009) e Damasceno et al. (2010) comentaram sobre a ineficiência e heterogeneidade térmica ao longo dos galpões de sistema de ventilação por pressão negativa de frangos de corte.

Mesmo que as divisórias 4 e 3 tenham obtido as temperaturas dos galpões mais baixas em relação as demais, vale ressaltar que essas estiveram fora das faixas ideais (22°C), conforme Nascimento et al. (2013). Quando os frangos de corte estão dentro da zona de termoneutralidade (ambiente térmico ideal), eles expressam melhor suas características produtivas (ganho de peso, conversão alimentar, etc.) (FURTADO et al., 2003; NAZARENO et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2013).

De maneira geral, baseando-se nos dados apresentados na Tabela 27, conclui-se que não houve diferenças estatísticas no posicionamento das divisórias na pesagem manual, exceto na 7ª semana nos galpões 2 e 4. Por outro lado, nas pesagens automáticas houve diferenças em todas as divisórias e em todas as semanas, evidenciando uma variabilidade nesse método de pesagem. Assim, sugere-se que uma balança automática não seja suficientemente representativa de um lote e também deverá estar nos diferentes quadrantes de um galpão.

#### **4.3.3. Comparação entre os resultados da pesagem manual e automática**

A comparação entre os pesos obtidos pelo método manual e automático foi realizada nas idades em que ocorreram as pesagens manuais, conforme já descrito na Tabela 24.

Para todas as idades, com exceção da semana 5, houve diferença estatística entre os pesos obtidos por meio da pesagem automática e manual. Os resultados estão descritos na Tabela 29.

Tabela 29 – Pesos médios (kg) obtidos pela pesagem manual e automática

Idade (semanas)	Tipo de pesagem (kg)		Significância estatística	Diferença de pesagem (kg) (PA-PM)	Variação (%)
	Automática	Manual			
1	0,044	0,040	p<0,05	+0,004	+10
2	0,169	0,174	p<0,05	-0,005	-3
3	0,447	0,454	p<0,05	-0,007	-2
4	0,880	0,867	p<0,05	+0,013	+1
5	1,419	1,419	NS	0,000	0
6	2,054	2,072	p<0,05	-0,019	-1
7	2,531	2,582	p<0,05	-0,051	-2
Média	1,087	1,078	p<0,05	-0,009	-1

Esses resultados são concordantes com Newberry et al. (1985) e Blokhuis et al. (1988) que concluíram que o peso médio obtido automaticamente era menor do que o obtido manualmente. Porém, outros autores encontraram resultados contrários a esse trabalho, como o caso de Turner et al. (1983, 1984) e Doyle; Leeson (1989) que não encontraram diferenças estatísticas entre as pesagens automáticas e manuais. Deve-se considerar nesses resultados das pesquisas, a forma em que foram executadas, se em escalas laboratoriais ou escalas de produção e principalmente a particularidade dos equipamentos avaliados. No entanto, alguns pesquisadores obtiveram resultados diferentes entre a pesagem manual e automática.

Vranken et al. (2005), quando compararam a pesagem automática com a manual encontraram reduções de 1%; 14%; 4%; -6%; -2% e -14% para as 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª e 7ª semana, respectivamente. Os autores não descreveram se utilizaram ou não alguma curva de correção. Esses autores buscaram utilizar a análise de imagem em conjunto com a balança automática para criar um algoritmo que auxiliasse a fornecer uma melhor estimativa de peso do lote e obtiveram um erro de 5% a mais que a pesagem manual na 7ª semana. No entanto, nessa pesquisa verificou-se que houve uma porcentagem de variação de -1 a +10%, conforme Tabela 29. Nota-se que a maior variação foi na 1ª semana, de +10% e a menor na 5ª semana, de 0%.

De acordo com os dados da Tabela 29, a pesagem automática apresentou os valores médios 1% inferior que a pesagem manual. Considerando que de acordo com o fabricante o fator de correção da balança sugerido é de acréscimo de 5%, e que se baseando na experiência do teste piloto foi utilizada a correção de 7%,

conclui-se que a correção proposta pelo fabricante e a utilizada no experimento não são suficientemente eficazes para que os valores não sejam estatisticamente iguais.

Do ponto de vista prático, num sistema de produção, 51 gramas de diferença na última semana de criação entre um método de pesagem e outro é considerável, pois acredita-se que o erro inserido nessas atividades de campo refletem em perdas econômicas significantes.

As diferenças das pesagens automática e manual (máxima e mínima) obtidas no conjunto de 12 balanças em cada semana de criação são apresentadas em módulo na Figura 19.

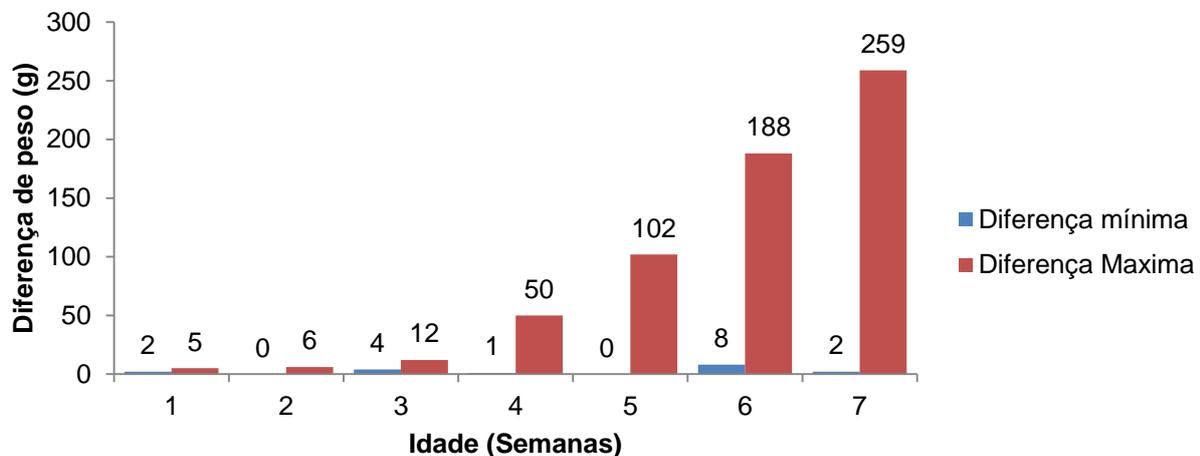


Figura 19 – As diferenças da pesagem automática e manual (mínimas e máximas) em módulo obtidas no conjunto de balanças ao longo de todo o experimento

É importante notar que em todas as semanas houve balanças automáticas que obtiveram resultados numéricos muito semelhantes aos obtidos manualmente. No entanto conforme as semanas de criação foram avançando essas diferenças numéricas máximas foram crescendo de forma importante e podem ter impacto nas decisões práticas comerciais com relação ao lote.

Chedad et al. (2003) encontraram diferenças significativas entre a pesagem manual e automática para 2 galpões avaliados aos 42 dias de idade. As diferenças foram -14% e -5% em cada um dos galpões estudados. Os autores relataram que a partir dos 36 dias de idade houve diferença significativa na área de superfície bidimensional das aves que estavam em cima da plataforma de pesagem e as que estavam em volta, o que justificaria essa diferença de peso encontrada entre os dois métodos de pesagem.

Ao se discutir os valores de correção ideais para a balança automática, simulou-se baseando-se nos dados da Tabela 29, a inserção de correções de 5%, 6%, 7%, 8% e 9%. Verifica-se pela Tabela 30, que os valores que mais se aproximam da pesagem manual variam de acordo com a semana de criação das aves.

Tabela 30 – Comparação de pesos médios obtidos no experimento e nas simulações

Idade (semanas)	Peso manual (kg)	Peso Automático (kg)	Simulação de correções para balança automática (%)						Sugestão de correção (%)
			0	5	6	7	8	9	
1	0,040	0,044	0,041	0,043	0,044	0,044	0,044	0,045	S/ correção
2	0,174	0,169	0,158	0,166	0,167	0,169	0,171	0,172	9
3	0,454	0,447	0,418	0,439	0,443	0,447	0,451	0,455	9
4	0,867	0,880	0,822	0,864	0,872	0,880	0,888	0,896	5
5	1,419	1,419	1,326	1,392	1,406	1,419	1,432	1,446	7
6	2,072	2,054	1,920	2,016	2,035	2,054	2,073	2,092	8
7	2,582	2,531	2,365	2,484	2,507	2,531	2,555	2,578	9

De acordo com os resultados dessa simulação, verifica-se que uma das possibilidades de melhorar a eficiência dos resultados de pesagem da balança automática em relação a pesagem manual é a inserção de correções diferenciadas para cada semana de criação.

Deve-se destacar nesses resultados que as médias das pesagens da 1ª a 3ª semana foram realizadas por uma única balança por galpão, pois os animais estavam no pinteiro. A partir da 4ª semana, os valores médios são oriundos de 4 balanças distribuídas ao longo do galpão.

Em função desses resultados sugere-se novos estudos, porém recomenda-se que as correções sejam revisadas e que possam ser modificadas semanalmente.

O comportamento de diferenças estatísticas entre as formas de pesagem variou de acordo com os lotes estudados. Essa variabilidade entre as pesagens nos diferentes lotes estudados, e nas diferentes semanas do desenvolvimento das aves pode ser observado na Figura 20. Novamente por meio desses dados nota-se a importância de uma reavaliação nas curvas de correção de pesos.

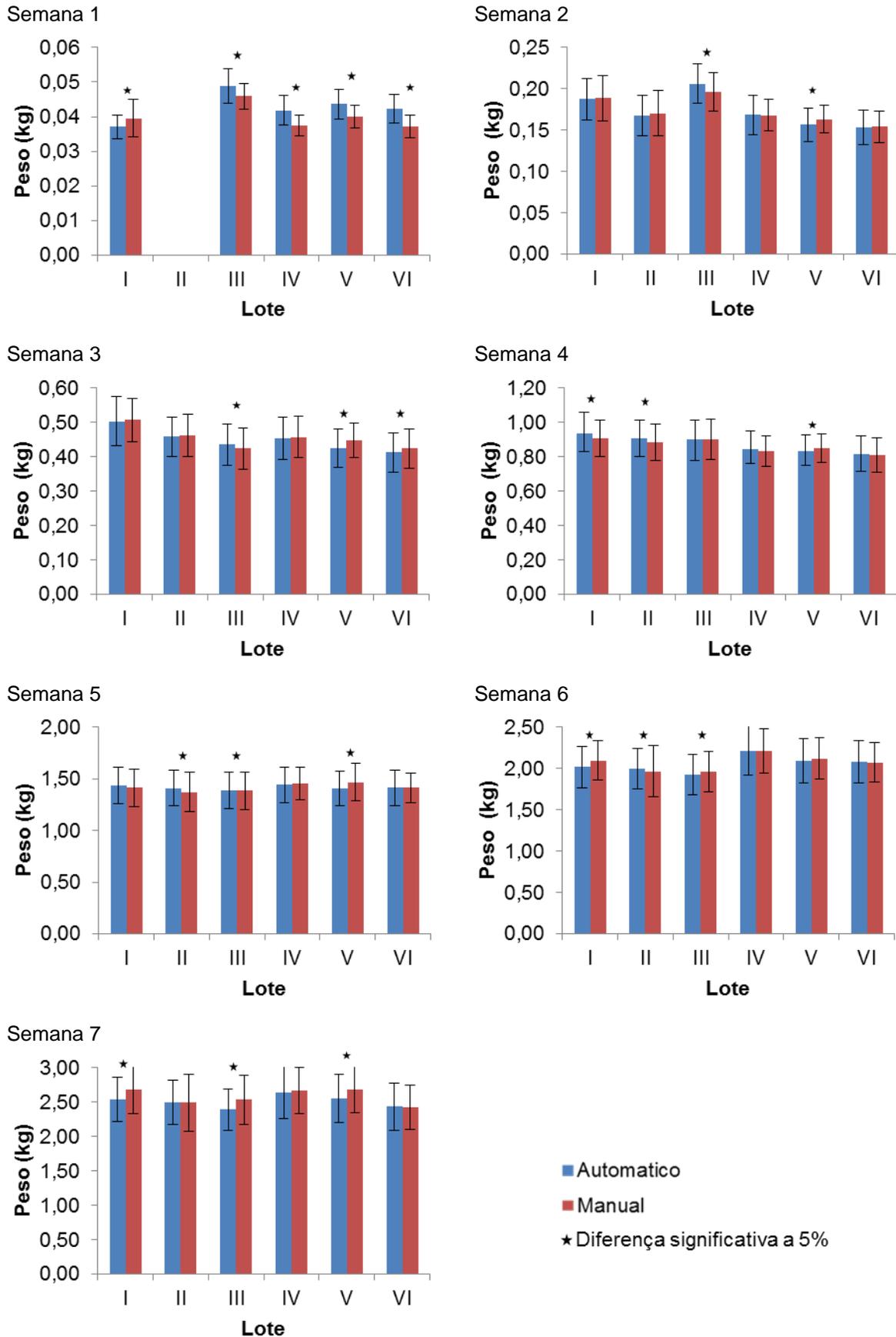


Figura 20 – Peso médio (kg) e desvio padrão em cada semana para as pesagens manuais e automática em todos os lotes

Como os equipamentos foram os mesmos em todos os seis lotes os desvios de resultados entre um experimento e outro podem ser explicados por diferenças comportamentais entre um lote e outro com relação ao uso da plataforma de pesagem. Devido a variação entre os lotes não é possível afirmar que é plausível utilizar sempre o mesmo fator de correção para todas as situações. Resultados semelhantes foram obtidos por Blokhuis et al. (1988) quando avaliaram quatro lotes e relataram que os pesos automáticos foram de 1,5% a 5% menores que os pesos obtidos manualmente, atribuindo essas diferenças na variação dos resultados ao comportamento das aves frente a plataforma de pesagem.

#### 4.3.4. Conclusões Parciais

De acordo com os resultados apresentados nesta pesquisa pode-se concluir que:

- Em condições reais de produção nas situações avaliadas, foi rejeitada a hipótese  $H_0$ , ou seja, houve diferenças estatísticas entre a pesagem manual e automática. Os valores médios da pesagem automática foram 1% inferiores aos valores médios da pesagem manual.
- Foram encontradas diferenças de peso entre as regiões dos galpões para a pesagem automática, o que demonstra que é necessária a utilização de uma balança automática por divisão. Para as pesagens manuais, as diferenças foram encontradas somente na última semana de criação, sugerindo que ao longo do ciclo, as pesagens podem ser realizadas em um único quadrante representando o galpão.
- A correção de 5% preconizada pelo fabricante não é suficiente e deve-se considerar a correção diferenciada a cada semana.

#### Referências

- BLOKHUIS, H.J.; VAN DER HAAR, J.W.; FUCHS, J.M.M. Do weighing figures represent the flock average? **Poultry Misset International**, London, v. 4, n.5, p. 17-19, 1988.
- DAMASCENO, F.A.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R.; GOMES, R.C.C.; MORAES, S.R.P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.34, 2010.

- DOYLE, I.; LEESON, S. Automatic weighing of poultry reared on a litter floor. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.69, p.1075-1081, 1989.
- FATTORI, T.R.; WILSON, H.R.; MATHER, F.B.; BOOTWALLA, S.M. Strategies for weighing broilers, broiler breeder pullets and broiler breeder hens: 2. Scale type, weighing time and in-house location. **The Journal of Applied Poultry Research**, Amsterdam, v.1, p.95-103, 1992b.
- FEIGHNER, S.D.; GODOWSKY, E.F.; MILLER, B.M. Portable microcomputer-based weighing systems: applications in poultry science. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p.868-873, 1986.
- FURTADO, D.A.; AZEVEDO, P.V.; TINÔCO, I.F.F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p.559-564, 2003.
- HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. The use of perches by broilers in floor pens. **British Poultry Science**, London, 18, p. 715-722, 1977.
- MENEGALI, I.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R.; GUIMARÃES, M. C.C.; CORDEIRO, M.B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, Campina Grande, 2009.
- MEIJERHOF, R. Automatic weighing system gives advantages. **Pluimveehouderij**, Doetinchem, v.19, p.12-13, 1989.
- MIRAGLIOTTA, M.Y.; NÄÄS, I.A.; MANZIONE, R.L.; NASCIMENTO, F.F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.63, p. 426 - 432, 2006.
- NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; PEREIRA, D.F.; NEVES, D.P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, p.658-663, 2014.
- NASCIMENTO, S.T.; SILVA, I.J.O.; MAIA, A.S.C.; CASTRO, A.C.; VIEIRA, F. M. C. Mean surface temperature prediction models for broiler chickens-a study of sensible heat flow. **International Journal of Biometeorology**, Heidelberg, v.1, p.1-7, 2013.
- NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; CRISTIANE GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, p.13-22, 2009.
- NEWBERRY, R.C.; HUNT, J.R.; GARRINER, E.E. Behaviour of roaster chickens towards an automatic weighing perch. **British Poultry Science**, London, v.26, p.229-237, 1985.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R. G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, 2006.

SUK, Y.O.; WASHBURN, K.W. Effects of environmental on growth, efficiency of feed utilization, carcass fatness, and their association. **Poultry Science**, Champaign, v.74, p.285-296, 1995.

TURNER, M.J.B.; GURNEY, P.; BELYAVIN, C.G. Automatic weighing of layer-replacement pullets housed on litter or in cages. **British Poultry Science**, London, v.24, p.33-45, 1983.

TURNER, M.J.B.; GURNEY, P.; CROWTHER, V.S.W.; SHARP, J.W. An automatic weighing system for poultry. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.29, p.17-24, 1984.

VRANKEN, E.; CHEDAD, A.; AERTS, J.M.; BERCKMANS, D. Improving the accuracy of automatic broiler weighing by image analysis. 2<sup>nd</sup> European Conference of Precision Livestock Farming, **Proceedings...** Uppsala, p.265-271, 2005.

WOLTERINK, K.H.; MEIJERHOF, R. Dierweegsysteem geschikt voor opfok. **Pluimveehouderij**, Doetinchem, v.19, p.16 -17, 1989.



## 5. CONCLUSÕES FINAIS

Baseando-se nas condições que essa pesquisa foi realizada conclui-se que:

- As aves utilizam igualmente a plataforma de pesagem, porém as aves mais novas e as fêmeas utilizam com maior frequência.
- Nas condições experimentais com 59 aves, não houve diferenças estatísticas entre a pesagem manual e automática, porém em escala comercial essas diferenças foram significativas. Os valores médios da pesagem automática no experimento em condições comerciais foram 1% inferiores aos valores médios da pesagem manual.
- Foram encontradas diferenças de peso entre as regiões dos galpões para a pesagem automática, o que demonstra que é necessária a utilização de uma balança automática por divisão. Para as pesagens manuais, as diferenças foram encontradas somente na última semana de criação, sugerindo que ao longo do ciclo, as pesagens podem ser realizadas em um único quadrante representando o galpão.
- A correção de 5% preconizada pelo fabricante não é suficiente em condições comerciais e deve-se considerar a correção diferenciada a cada semana.

## ANEXO A – Parecer da comissão de ética no uso de animais para o experimento realizado em condições controladas



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"



Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA  
Fone: (19) 3429-4400  
www4.esalq.usp.br

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto "Avaliação do uso de sistemas de pesagem automática por frangos de corte, padrões comportamentais de vocalização e biomecânica do crescimento de bico e unhas em 42 dias de produção", protocolo nº 2016-05 sob a responsabilidade do Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA, e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) da Escola de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, em reunião de 24/02/2016.

Vigência do Projeto	29/02/2016 a 31/03/2016
Espécie/Linhagem	Ave/ COOB, Hubbard
Nº de animais	60
Peso/Idade	50g – 3Kg/ 0-42 dias
Sexo	30 Machos e 30 Fêmeas
Origem	As aves serão obtidas de um Incubatório comercial

### CERTIFICATE

This is to certify that the study "Evaluation of automatic weighing systems, behavioral patterns of vocalization, growth biomechanical of beak and nails in broilers with 42 days old", protocol number 2016-05, under the responsibility of Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva (Principal Investigator) has been approved by the Institutional Animal Care and Use Committee, College of Agriculture "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, Brazil, University of São Paulo.

Piracicaba, 24 de fevereiro de 2016

Prof. Dr. Gerson Barreto Mourão  
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais

**ANEXO B – Parecer da comissão de ética no uso de animais para o experimento realizado em condições comerciais**



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"



**Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA**  
Fone: (19) 3429-4400  
www4.esalq.usp.br

**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA**

PROTOCOLO N. 2015-12

**PARECER**

O projeto "Eficiência de sistemas de pesagem em galpões de frangos de corte" que tem como responsável o Prof. Iran José Oliveira da Silva foi examinado pela CEUA desta Escola em reunião de 27 de abril de 2015.

Com base no protocolo experimental apresentado, a CEUA entende que os procedimentos serão realizados de forma a não ferir os princípios éticos na experimentação com animais.

Piracicaba, 28 de abril de 2015.

Prof. Dr. José Fernando Machado Mentis  
Coordenador  
Comissão de Ética no Uso de Animais  
CEUA - ESALQ/USP