

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

NILTON ROHLOFF JUNIOR

CRITÉRIOS PARA AMOSTRAGEM DE FRANGOS DE CORTE NA AVALIAÇÃO  
DO RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2022

NILTON ROHLOFF JUNIOR

CRITÉRIOS PARA AMOSTRAGEM DE FRANGOS DE CORTE NA AVALIAÇÃO  
DO RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes  
Coorientador: Dr. Gene Michael Pesti

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2022

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Rohloff Junior, Nilton  
CRITÉRIOS PARA AMOSTRAGEM DE FRANGOS DE CORTE NA AVALIAÇÃO  
DO RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES / Nilton Rohloff Junior;  
orientador Ricardo Vianna Nunes; coorientador Gene Michael  
Pesti . -- Marechal Cândido Rondon, 2022.  
95 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) --  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências  
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2022.

1. Avicultura. 2. Pesquisa. 3. Estatística. I. Nunes,  
Ricardo Vianna, orient. II. Pesti , Gene Michael , coorient.  
III. Título.

## **NILTON ROHLOFF JUNIOR**

### **Critérios para amostragem de frangos de corte na avaliação do rendimento de carcaça e cortes**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Não-Ruminantes”, APROVADO pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador / Presidente – Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon

Membro – Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cinthia Eyng  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon

Membro – Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Membro – Prof. Dr. Bruno Serpa Vieira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT) –  
*Campus* Alta Floresta

Membro – Prof. Dr. Alexandre Leseur dos Santos  
Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina

Marechal Cândido Rondon, 28 de outubro de 2021.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

### DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. RICARDO VIANNA NUNES**, declaro como **ORIENTADOR** que presidi os trabalhos de defesa à **distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Tese do candidato **Nilton Rohloff Junior**, aluno de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, a apresentação e a arguição dos membros da Banca Examinadora, **formalizo como Orientador**, para fins de registro, por meio desta declaração, a decisão da Banca Examinadora de que o candidato foi considerado **APROVADO** na banca realizada em 28/10/2021, com o trabalho intitulado **“Avaliação amostral do rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte”**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Houve mudança do título para **“Critérios para amostragem de frangos de corte na avaliação do rendimento de carcaça e cortes”**

**Prof. Dr. RICARDO VIANNA NUNES** – ORIENTADOR/PRESIDENTE

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / *Campus* de Mal. Cândido Rondon

*Modelo 2 – Para orientador(a) da Banca Examinadora de Programa de Pós-graduação da UNIOESTE*



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

### DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cinthia Eyng**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Tese do candidato **Nilton Rohloff Junior**, aluno de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Interno**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado APROVADO na banca realizada em 28/10/2021, com o trabalho intitulado "**Avaliação amostral do rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

O título do trabalho foi modificado pela banca examinadora. O título será informado pelo orientador.

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cinthia Eyng**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / *Campus* de Mal. Cândido Rondon  
Centro de Ciências Agrárias



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

### DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Tese do candidato **Nilton Rohloff Junior**, aluno de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Externo**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado **APROVADO** na banca realizada em 28/10/2021, com o trabalho intitulado **"Avaliação amostral do rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte"**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

A banca decidiu pela mudança do título que será informado pelo orientador

**Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza**  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

### DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Bruno Serpa Vieira**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Tese do candidato **Nilton Rohloff Junior**, aluno de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Externo**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado APROVADO na banca realizada em 28/10/2021, com o trabalho intitulado "**Avaliação amostral do rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

A banca recomendou alteração de título, que será informado pelo orientador.

**Prof. Dr. Bruno Serpa Vieira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) -  
Campus Alta Floresta

*Modelo 1 – Para membros de Banca Examinadora de Programa de Pós-graduação da UNIOESTE*



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

### DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Alexandre Leseur dos Santos**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Tese do candidato **Nilton Rohloff Junior**, aluno de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Externo**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado APROVADO na banca realizada em 28/10/2021, com o trabalho intitulado "**Avaliação amostral do rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

O título foi alterado pela banca, o qual será informado pelo orientador.

**Prof. Dr. Alexandre Leseur dos Santos**  
Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina

## DEDICATÓRIA

*A meus pais Nilton e Adriana e aos meus avós Alfredo  
e Iracema, por sempre estarem ao meu lado apoiando,  
incentivando e ensinando!*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Nilton e Adriana e aos meus avós Alfredo e Iracema por todo apoio, compreensão, amor, dedicação e ensinamentos, obrigado por tudo!

Ao meu orientador e professor Dr. Ricardo Vianna Nunes, por todo apoio, conhecimento passado, paciência, conselhos e dedicação.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial ao programa de pós-graduação em Zootecnia pelo espaço e disponibilidade para realização do projeto.

A Coordenação de aperfeiçoamento pessoal de nível superior (CAPES) pelo apoio durante o doutorado.

A professora Dra. Cinthia Eyng pelas parcerias, conselhos, ensinamentos e por permitir a participação no experimento que deu origem aos dados da presente tese.

Ao Dr. Geni Michael Pesti por aceitar ser o coorientador deste trabalho e ser um dos idealistas do tema, além das contribuições prestadas no decorrer do desenvolvimento do trabalho.

Ao Paulo Henrique Morsch, secretário do programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Unioeste, por toda a ajuda, dedicação, paciência e disponibilidade, a qual sempre nos auxilia nas horas de maior dificuldade.

Ao professor Newton Tavares Escocard de Oliveira, por me ensinar muito sobre matemática e estatística, sempre estar disposto a ajudar com ideias, sugestões e conselhos.

Aos amigos, Edinan, Tânia, Guilherme, Cleison, Lucas, André, Karine, Vaneila, Gabriela, Jomara, Emanuelle e Patrícia pela ajuda nos momentos difíceis, apoio, compreensão, momentos de diversão, enfim pela oportunidade de compartilhar com vocês momentos muito importantes nesses anos de doutorado.

Aos funcionários da fazenda experimental da linha guará, em especial ao zootecnista Emerson Schimidt, que está sempre disposto a nos ajudar no que for preciso.

Ao colegas do grupo de pesquisa GEMADA, que sempre auxiliaram nas atividades, presentes nos momentos bons e ruins e que mesmo em momentos de estresse, cansaço e esgotamento, trabalham para que a pesquisa não pare, vocês são incríveis.

Aos amigos Fernando, Josias, Maichel e Dieisson por todo companheirismo nos últimos anos, churrascos, diversão, mas acima de tudo amizade, conselhos e apoio.

A Katiane Pimenta de Oliveira, pelo apoio, conselhos, dedicação e por estar presente em momentos marcantes e importantes da minha vida. Você mudou a minha

vida e sem dúvida é um dos principais motivos de eu conseguir alcançar mais esta etapa em minha vida, meu muito obrigado!

A todos os meus professores, desde a escola, graduação e pós-graduação, que me ensinaram e me estimularam a crescer e sempre procurar mais conhecimento, vocês são parte indispensável para que eu chegasse até aqui, muito obrigado!

A todos que passaram em minha vida e que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui, meus sinceros agradecimentos.

*“Nunca se esqueça de quem você é, porque é certo que o mundo não se lembrará. Faça disso sua força. Assim, não poderá ser nunca a sua fraqueza. Arme-se com esta lembrança, e ela nunca poderá ser usada para lhe magoar”.*

*(Tyrion Lannister)*

## CRITÉRIOS PARA AMOSTRAGEM DE FRANGOS DE CORTE NA AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES

**RESUMO:** A partir de dados de rendimento de carça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade estimou-se o número de repetições necessário em um experimento e a melhor forma de selecionar as aves para o abate e a qualidade dos dados quanto a presença de dados discrepantes (outliers). Em um primeiro experimento foram coletadas 236 amostras de forma aleatória e 236 amostras baseadas no peso médio da unidade experimental, em que aos 42 dias de idade cada ave da unidade experimental foi pesada para obtenção do peso médio e seleção de 4 aves com o peso variando em 2.5% para mais e para menos em relação à média da unidade experimental. Foram também selecionadas 4 aves de forma aleatória por unidade experimental. Para o segundo experimento foram selecionadas 480 aves para obtenção dos rendimentos de carça e cortes. A partir das estatísticas descritivas, análise de variância e auxílio do programa EPGP.xls foi estimado o número necessário de repetições para obter diferenças entre médias para diversas magnitudes. Os resultados obtidos no primeiro experimento indicaram que a forma como as aves foram selecionadas não afetou as características de carça ( $P>0,05$ ), tanto com como sem a presença de outliers. A seleção de aves de forma aleatória se mostrou eficaz para produção de dados confiáveis na estimação de rendimentos de carça e cortes, principalmente após a retirada de dados discrepantes. No segundo experimento os CV encontrados apresentaram-se estáveis. As diferenças entre CV e desvio padrão encontrado, fizeram com que o número de repetições necessário para obter diferença entre médias fosse diferente para cada variável. A menor variação dos dados permite encontrar menores diferenças entre médias com menor número de repetições. O planejamento experimental deve ser usado como uma ferramenta indispensável, e o conhecimento prévio de possíveis resultados, assim como possíveis adequações de dados, através de transformações ou retirada de dados discrepantes, permitem obtenção de resultados mais adequados e precisos, tornando as pesquisas mais relevantes e confiáveis.

**Palavras-chave:** amostra aleatória, número de repetições, planejamento experimental, poder do teste

## CRITERIA FOR SAMPLING OF BROILERS IN THE EVALUATION OF CARCASS YIELD AND CUTS

**ABSTRACT:** From chicken carcass yield and broiler chicken cuts, data value were obtained from chicken at the aged of 42 days to estimate the number of repetitions needed in an experiment, as well as to evaluate the best way to select the chicken for slaughter and the quality of data regarding the presence of discrepant data (outliers). In a first experiment, 236 samples were collected at random, and 236 samples based on the average weight of the experimental unit, in which at 42 days of age each poultry in the experimental unit was weighed to obtain the average weight and selection of 4 poultry with varying weight by 2.5% more and less in relation to the average of the experimental unit. Four poultry were randomly selected per experimental unit. For the second experiment, 480 poultry were selected to obtain carcass and cut yields. From descriptive statistics, analysis of variance and the help of the EPGP.xls program, the necessary number of repetitions to obtain differences between means for different magnitudes was estimated. The results obtained in the first experiment indicated that the way the poultry were selected did not affect carcass characteristics ( $P>0.05$ ), both with and without the presence of outliers. The random selection of poultry proved to be effective for producing reliable data in the estimation of carcass and cut yields, especially after the removal of outliers. In the second experiment, the VC found were stable. The differences between CV and standard deviation found made the number of repetitions necessary to obtain a difference between means to be different for each variable. The smaller data variation allows finding smaller differences between means with fewer repetitions. Experimental planning should be used as an indispensable tool, and prior knowledge of possible results, as well as possible data adjustments, through transformations or removal of discrepant data, which allow obtaining more adequate and accurate results, making research more relevant and reliable.

**Keywords:** random sample, number of tests, experimental design, test power

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> SIMULAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA E DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL DO RENDIMENTO DE CARÇA FRIA DE FRANGOS DE CORTE SELECIONADOS DE FORMA ALEATÓRIA, COM OS DADOS ORIGINAIS SEM RETIRADA DE <i>OUTLIERS</i> (A), TRANSFORMAÇÃO DESTES USANDO $1 / x^2$ (B) E DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO NORMAL APÓS A RETIRADA DE <i>OUTLIERS</i> (C) E SUA TRANSFORMAÇÃO COM $\ln[x/(1-x)]$ (D). .....	66
<b>FIGURA 2.</b> SIMULAÇÃO DAS CURVAS DE PODER DO RENDIMENTO DE CARÇA QUENTE DE FRANGOS DE CORTE (MÉDIA = 71,00 E DP = 1,67). .....	84
<b>FIGURA 3.</b> SIMULAÇÃO DAS CURVAS DE PODER DO RENDIMENTO DE CARÇA FRIA DE FRANGOS DE CORTE (MÉDIA = 72,68 E DP = 1,73). .....	84
<b>FIGURA 4.</b> SIMULAÇÃO DAS CURVAS DE PODER DO RENDIMENTO DE <i>FILLET</i> DE PEITO DE FRANGOS DE CORTE (MÉDIA = 27,89 E DP = 1,74). .....	85
<b>FIGURA 5.</b> SIMULAÇÃO DAS CURVAS DE PODER DO RENDIMENTO DE SASSAMI DE FRANGOS DE CORTE (MÉDIA = 5,62 E DP = 0,64). .....	85
<b>FIGURA 6.</b> SIMULAÇÃO DAS CURVAS DE PODER DO RENDIMENTO DE ASAS DE FRANGOS DE CORTE (MÉDIA = 9,81 E DP = 0,76). .....	86
<b>FIGURA 7.</b> SIMULAÇÃO DAS CURVAS DE PODER DO RENDIMENTO DE PERNAS DE FRANGOS DE CORTE (MÉDIA = 32,67 E DP = 1,40). .....	86

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> ESTATÍSTICA DESCRITIVA, RESULTADO DA ANOVA E PODER DO TESTE DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE SELECIONADOS PARA O ABATE COM BASE EM SEUS PESOS E SEM A RETIRADA DE <i>OUTIERS</i> . .....	60
<b>TABELA 2.</b> ESTATÍSTICA DESCRITIVA, RESULTADO DA ANOVA E PODER DO TESTE DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE SELECIONADOS PARA O ABATE COM BASE EM SEUS PESOS APÓS A RETIRADA DE <i>OUTIERS</i> . .....	61
<b>TABELA 3.</b> UMA SIMULAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ) DE VÁRIAS TRANSFORMAÇÕES DE MEDIDAS DE RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES DE FRANGOS DE CORTE SEM A RETIRADA DE DADOS DISCREPANTES. ....	64
<b>TABELA 4.</b> UMA SIMULAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ) DE VÁRIAS TRANSFORMAÇÕES DE MEDIDAS DE RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES DE FRANGOS DE CORTE APÓS A RETIRADA DE <i>OUTLIERS</i> . ....	65
<b>TABELA 5.</b> ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DADOS DE RENDIMENTO CARÇA E CORTES DE FRANGOS DE CORTE ABATIDOS AOS 42 DIAS.....	79
<b>TABELA 6.</b> PROPORÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA ENCONTRAR $P < 0,05$ COM DIVERSAS DIFERENÇAS VERDADEIRAS ENTRE MÉDIAS E DIFERENTES NÚMERO DE REPETIÇÕES. ....	81

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
3.1 PESQUISA NA AVICULTURA .....	21
3.2 CARNE DE FRANGO .....	22
3.2.1 Mercado consumidor .....	22
3.2.2 Rendimento de carcaça.....	23
3.2.3 Cortes.....	25
3.2.4 Fatores que afetam no rendimento de carcaça e corte .....	27
3.3 ESTATÍSTICA NA PESQUISA AVÍCOLA.....	30
3.3.1 Hipóteses.....	31
3.3.2 Erro experimental.....	32
3.3.3 Medidas de dispersão .....	32
3.3.4 Análise de variância (ANOVA).....	34
3.3.5 Poder do teste .....	34
3.3.6 Número de repetições .....	37
3.3.7 Tamanho do efeito .....	39
3.3.8 Aleatoriedade dos dados.....	40
3.3.9 Dados discrepantes (Outliers).....	40
3.4 PESAGEM DAS AVES .....	42
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
<b>4. RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES EM FRANGOS SELECIONADOS PARA O ABATE DE FORMA ALEATÓRIA OU COM BASE NOS PESOS MÉDIOS.....</b>	<b>53</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	55
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
4.3 RESULTADOS .....	59
4.4 DISCUSSÃO .....	62
4.5 CONCLUSÃO.....	69

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
<b>5. ESCOLHA DE TAMANHOS DE AMOSTRA PARA RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES DE FRANGOS DE CORTE.....</b>	<b>73</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	75
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	76
5.3 RESULTADOS .....	79
5.4 DISCUSSÃO .....	87
5.5 CONCLUSÃO.....	90
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O frango tem servido como fonte alimentar desde sua domesticação, no entanto, recentemente é que a carne de frango alcançou expressivo domínio cultural e culinário. Nas últimas décadas, o frango tem contribuído muito para a ciência, gerando grandes avanços em pesquisa genética, ambiência, nutricional e sanitária, assim como tornou-se um alimento presente na alimentação básica da população, principalmente por atender a todas as classes sociais (Siegel et al., 2006; Schmidt et al., 2009; Siegel, 2014).

O mercado consumidor da carne de frango tem se modificado ao longo dos anos, aumentando a preferência nos cortes ao invés do frango inteiro, muito provavelmente pela facilidade e tempo necessário para sua preparação (Magdelaine et al., 2008; Barbut, 2015). Para atender este mercado, pesquisas têm sido realizadas buscando aperfeiçoamento na produção de cortes, melhorando a genética e nutrição das aves (Zuidhof, 2005), assim como nas técnicas de abate, que proporcionem um melhor rendimento de carne (Barbut, 2015).

Com o contínuo aumento na demanda pela carne de frango e a necessidade por tecnologias que garantam a alta produtividade, pesquisas e ensaios científicos são cada vez mais importantes, descobrindo e consolidando novas tecnologias (Diaz-Sanchez et al., 2013). Para melhor confiabilidade das pesquisas, diversos fatores devem ser considerados, destacando-se a coleta de dados e a análise estatística. Estes fatores são importantes pois geram os resultados e as inferências científicas, assim como os pontos de comparação com outras pesquisas, servindo como indicativo de qualidade do ensaio experimental (Kaps e Lamberson, 2017).

A qualidade dos dados obtidos em um ensaio experimental indica o grau de confiabilidade do mesmo, sendo possível mensurar esta qualidade por meio da dispersão dos dados (Seltman, 2015). As medidas de dispersão, como o coeficiente de variação, o desvio padrão, o erro padrão da média, entre outras, servem de indicativo do erro experimental, em que valores elevados de dispersão estão relacionados a um maior erro experimental, o qual altera o resultado e a confiabilidade do experimento (Kaps e Lamberson, 2017).

O método de seleção das aves na unidade experimental com base no peso das aves pode ter efeito sobre a dispersão dos dados de rendimento de carcaça. As aves podem ser

selecionadas de forma aleatória ou dentro de um padrão de peso médio, em que no caso os pesos podem ser discrepantes, aumentando a dispersão dos dados. Entretanto, selecionar as aves representativas do peso médio do tratamento pode subestimar ou superestimar a média real, o que também afeta os resultados tornando-os tendenciosos (Cox, 2009).

Uma das formas de reduzir os valores de dispersão nos ensaios experimentais é a retirada de dados discrepantes, os chamados *outliers*. Esta técnica está baseada em apresentar quais dados possuem um provável erro, podendo ser natural ou não, e que os tornam não compatíveis com os demais dados experimentais (Han et al., 2011; Angiulli et al., 2020). A exclusão destes valores reduz a variação dos dados, tornando as médias obtidas mais precisas, e os resultados passam a ser de maior confiabilidade (Kaps e Lamberson, 2017).

O número de repetições em um experimento também pode interferir na dispersão dos dados. Um aumento no número de repetições tende a diminuir a dispersão, porém pode acarretar em gastos desnecessários, enquanto a diminuição no número de repetições pode elevar a variação dos dados, diminuindo a confiabilidade dos resultados (Dean et al., 2017).

A melhor forma de se planejar um experimento e estimar a quantidade necessária de repetições é com o uso do poder do teste (Berndtson, 1991). Além dele permitir estimar a quantidade de repetições necessárias, ele serve como um valor que representa quão confiável é o resultado ao final de um experimento, sendo adotado como valores altamente desejáveis, poderes de teste acima de 80% (Cohen, 1962, 1988; Patino e Ferreira, 2016).

Os cuidados com o planejamento de um experimento, assim como com os dados obtidos ao final, devem ser tidos como fatores indispensáveis nas pesquisas, pois problemas nestas etapas podem acarretar prejuízos econômicos, científicos, entre outros. Em adição, uma pesquisa bem planejada e executada, gera respostas corretas e confiáveis, proporcionando maior credibilidade aos experimentos realizados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Avaliar o uso de ferramentas estatísticas para maximizar a confiabilidade dos resultados de experimentos de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar o efeito da escolha das aves dentro da unidade experimental pelo peso médio e aleatório sobre o rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Avaliar a quantidade e efeito de *outliers* em dados de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Estimar a influência do poder do teste estatístico na detecção de diferenças significativas entre tratamentos para as características de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Estimar o número de aves a serem abatidas visando respostas estatísticas de qualidade e maior poder de teste.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Pesquisa na avicultura**

A atividade avícola tem acelerado seu desenvolvimento no último século, em que as produções artesanais e precárias tem dado lugar a atividade industrial, altamente tecnológica e produtiva (Lamon, 1916). Para que esse progresso seja eficiente pesquisas são necessárias, auxiliando na descoberta de novos conhecimentos em tecnologia, nutrição, genética, ambiência, manejo e entre tantos outros fatores que fazem da avicultura um dos principais setores no fornecimento de proteína animal mundial.

No início do século passado, Atwood (1908) já indicava alguns dos principais caminhos a serem adotados na pesquisa avícola, como a preocupação entre a qualidade dos ovos incubados e a qualidade da incubação, a sanidade do ambiente e das aves, a importância da nutrição e novos métodos alimentares para o melhor desenvolvimento destes animais.

A pesquisa avícola tem avançado tanto nos últimos anos, que muitos ficam incrédulos com a diferença entre as aves de décadas passadas com os atuais frangos de corte, porém vários trabalhos têm demonstrado a eficiência da pesquisa na melhoria da produtividade destas aves. Trabalhos de desempenho realizados por Havenstein et al., 2003a e Zuidhof et al., 2014 demonstram a evolução destas aves. Os frangos de corte atuais apresentam um desempenho 400% superior as aves da década de 50, sendo isto possível tanto devido a genética das aves como pela melhora na nutrição das mesmas.

A evolução na produtividade tem produzido modificações na carcaça do frango de corte, além das atuais linhagens de frangos de corte ganharem mais peso consumindo menos ração, estas possuem maior deposição muscular, aumentando consideravelmente o rendimento de carcaça e de cortes nobres, especialmente a carne de peito, produto hoje de maior interesse na avicultura (Havenstein et al., 2003b; Zuidhof et al., 2014). Segundo Havenstein et al. (2003b) os frangos de corte de 2001 apresentam ganho de até 18% no rendimento de carcaça e até 72% no rendimento de peito comparado as aves de 1957, sendo estes índices atribuídos a eficiência nas pesquisas, especialmente no âmbito da genética e nutrição animal.

Além das características relatadas, outras áreas da avicultura têm sido estudadas visando melhoria não só na produtividade, mas também no bem-estar dos animais, nas preocupações ambientais e produções autossustentáveis. Pelletier et al. (2014) demonstraram que aves de postura em 2010 foram mais produtivas do que as aves na década de 60, descartando menos poluentes no ambiente e economizando mais de 30% em energia, sendo isto possível devido a eficiência das aves em consumir menos ração e ainda assim produzir mais ovos.

Pesquisas em nutrição e ambiência são recorrentes em avicultura, sendo o futuro direcionado para o desenvolvimento de novas tecnologias, aplicação de genética molecular, avaliação precisa de informações e dados (uso aplicado de novas estatísticas) e sanidade (Diaz-Sanchez et al., 2013). Essas formas de pesquisa ainda são recentes, mas existe uma perspectiva de evolução na avicultura, o que tornará indispensável a realização de mais trabalhos, e por consequente torna demasiadamente importante a presença de mais pesquisadores na área de avicultura.

## **3.2 Carne de frango**

### **3.2.1 Mercado consumidor**

As aves, em especial os frangos, têm sido de suma importância no desenvolvimento da humanidade, servindo de fonte importante de alimento em diversas culturas pelo mundo, sendo as demandas de carne de frango aumentadas conforme a população mundial evolui (Uijttenboogaart, 1999). No último século, o frango inspirou inúmeras contribuições para a ciência e se tornou um alimento básico onipresente, graças à falta de limites sociais e avanços no conhecimento da genética e da pecuária (Siegel et al., 2006; Schmidt et al., 2009; Siegel, 2014).

A preferência cada vez maior do consumidor por carne de frango se deve a uma combinação de fatores, incluindo menor custo, maior conveniência e facilidade de preparação, bem como maior consciência do consumidor sobre fatores de saúde, como a menor concentração de colesterol em carne de aves em comparação a carne vermelha (Haley, 2001; Resurreccion, 2004; Michel et al., 2011).

A tendência de venda e consumo de carne de frangos inteiros tem diminuído nos últimos anos, sendo substituída pela preferência em cortes, especialmente o peito e

pernas. Isso provavelmente se deve ao maior tempo necessário para preparar aves inteiras, com os consumidores preferindo a facilidade e a velocidade de cozinhar as partes individuais das aves (Magdelaine et al., 2008; Barbut, 2015).

Para atender a estas mudanças no mercado consumidor da carne de frango as pesquisas têm se voltado em buscar maneiras de otimizar o crescimento do músculo do peito, visto que economicamente esta é a parte mais lucrativa, produzindo assim aves cada vez maiores e com maior proporcionalidade de carne de peito, que representa mais de 20% da carcaça do frango (Siegel, 2014).

### 3.2.2 Rendimento de carcaça

O conhecimento do processo de desenvolvimento e crescimento muscular é importante para a avicultura, uma vez que o músculo esquelético representa mais de 30% do peso vivo de uma ave (Pearson e Young, 1989), sendo estes processos iniciados no momento da fecundação e contínuos até a maturidade do animal (Vieira et al., 2017).

Os tecidos possuem basicamente dois processos de crescimento, aquele que ocorre com a multiplicação das células (hiperplasia), o qual acontece principalmente na fase pré-natal, e o processo de aumento de tamanho das células (hipertrofia), que ocorre após o nascimento e tem seu potencial aumentado até a maturidade do animal, em que se observa redução considerável do crescimento (Vieira et al., 2017).

Na atual produção avícola intensiva, a idade do abate depende das aves atingirem o peso corporal desejado, uma vez que os frangos devem ser abatidos imediatamente após as aves atingirem a taxa máxima de ganho de peso (Poltowicz e Doktor, 2012). Normalmente, frangos de corte são abatidos entre 42 e 45 dias de idade, o que está associado à obtenção de peso corporal ideal, alto rendimento de abate, alto conteúdo de músculos do peito e aliado a uma conversão alimentar eficiente. No entanto, dependendo das necessidades do mercado, as aves podem ser processadas antes dos 42 dias de idade (Marcu et al., 2014).

Um exemplo de abate precoce seria para produção dos frangos tipo *griller*, abatidos aos 28 dias para serem vendidos inteiros ao mercado mundial. Existe ainda diferenças quanto as culturas asiáticas e ocidentais, na qual consumidores de países como a China preferem carnes mais escuras (pernas) à carne branca (peito), além de interesse nos pés das aves, o que vai em contradição aos consumidores americanos e europeus, que preferem a carne branca (Barbut, 2015; Wideman et al., 2016)

A transformação do músculo em carne é um processo importante, que afeta tanto o rendimento da carcaça quanto a qualidade da carne (Wideman et al., 2016). Após a ave ser abatida, os tecidos musculares ficam privados de oxigênio (anoxia) devido a interrupção da circulação sanguínea causada pela sangria. Nesta situação, o músculo continua suas atividades metabólicas, produzindo e consumindo ATP, porém apenas através de mecanismos anaeróbicos, que consistem no gasto das reservas de glicogênio, que darão origem ao ácido láctico, responsável pela queda do pH de aproximadamente 7 para próximo de 5,5 (Pearson e Young, 1989; Warner, 2015).

Quando a produção de ATP cai drasticamente, devido ao pH baixo cessar a glicólise, a dissociação entre actina e miosina é cancelada, permanecendo complexadas na forma de actiomiosina, ficando o músculo mais rígido, sem poder relaxar, é quando então se estabelece o *rigor mortis* (Pearson e Young, 1989; Sams, 1999; Warner, 2015).

Animais que possuem maior quantidade de carne branca (fibras musculares glicolíticas), como as aves, desenvolvem o *rigor mortis* mais rápido do que as espécies de carne vermelha (fibras oxidativas), como bovinos. Em média, um dia se faz necessário para a carne bovina entrar em *rigor mortis*, enquanto a carne suína leva cerca de 4 horas e a carne do peito do frango leva cerca de 1 hora (Dransfield e Sosnicki, 1999; Warner, 2015).

Portanto, a carcaça de um frango poderia ser descrita como um cadáver de uma ave que foi abatida para fins de produção de carne, sendo que na carcaça também estão presentes além dos músculos, outros tecidos como a gordura, pele e ossos (Sams, 1999). O rendimento da carcaça é parte que representa a quantidade total de uma ave após o processamento de abate para fins comerciais, sendo seu cálculo baseado na relação entre o peso da carcaça e o peso vivo da ave, expresso em porcentagem (Pollock, 1997).

McNally e Spicknall (1955) foram um dos primeiros pesquisadores a investigar o rendimento da carcaça como uma estimativa das tendências e relações entre os diferentes mercados comerciais de aves. Le Bihan-Duval et al. (1999) afirmam que o sucesso da indústria avícola depende principalmente da possibilidade de aumentar as partes mais relevantes da carcaça, como a carne de peito, e reduzir a gordura abdominal. Nesse sentido a genética tem contribuído para o aumento do rendimento de carcaça e cortes, seguindo os avanços juntamente com a nutrição das aves (Bilgili, 1999; Thaler, 1999; Tankson et al., 2001; Havenstein et al., 2003b; Gregory, 2005).

O rendimento de carcaça pode variar devido a diversos fatores, como sexo, linhagem, estado nutricional, processamento de abate e entre outros, sendo que os valores

concentram-se entre 64 e 70% no final do século XX, mas estes valores tendem a aumentar ao longo do tempo (Pollock, 1997).

Como o rendimento de carcaça é um fator importante para a avicultura moderna, esforços têm sido realizados para estabelecer padrões de qualidade e uniformidade da carcaça (USDA, 1998; Barbut, 2015). Diversos estudos têm sido realizados para estabelecer o que pode influenciar no rendimento e como podem ser previstos ou mensurados esses fatores, facilitando assim o avanço no aumento do rendimento de carcaça (Zerehdaran et al., 2004; Zuidhof, 2005). Portanto, pesquisas voltadas para o rendimento de cortes tornam-se cada vez mais importantes para que possa se estabelecer padrões de rendimento e qualidade da carne, aumentando a viabilidade econômica da produção de carne de frango.

### 3.2.3 Cortes

Informações sobre rendimento de carne de frango e os fatores que podem afetá-lo se tornam cada vez mais importantes, principalmente em locais em que o rendimento é um agregador de valor ao final da produção (Swanson et al., 1964). Esta evolução no interesse pelos cortes da carne de frango tem início com a expansão da indústria do “*food service*”, em que houve aumento da comercialização de carcaças processadas (cortes de peito, coxas, asas, entre outros), que facilitam o preparo dos alimentos (Hayse e Marion, 1973; Hudspeth et al., 1973).

Os cortes são partes de interesse comercial retirados de uma carcaça inteira, podendo ser realizados em porções de cortes, como um frango cortado ao meio (separado a parte dianteira da traseira) e cortes individuais, como peito, sassami, coxa, entre outros (USDA, 1998; Barbut, 2015)

O peito e as pernas são os cortes que apresentam maior rendimento nos frangos de corte e, conseqüentemente, são os que possuem maior valor comercial (Swanson et al., 1964; Zuidhof, 2005). Por esses motivos, estes cortes são os padrões que influenciam a eficiência da produção e processamento de carnes de frango (Khosravinia et al., 2006). Baeza e Leclercq (1998) relataram que nos Estados Unidos muitos produtores consideravam a produção de peito mais importante que as taxas de crescimento e eficiência alimentar.

A expansão da comercialização dos cortes de carcaças de frangos fez aumentar a necessidade de informações sobre estes cortes, como suas características físicas e

químicas, porcentagem de rendimento, além dos fatores que podem influenciar no rendimento, sendo frequentemente avaliados em ensaios experimentais (Swanson et al., 1964; Lyon et al., 1973). Por mais que se realizem pesquisas com fatores que possam influenciar a qualidade e o rendimento dos cortes de frangos, as comparações entre resultados é difícil. A maioria das pesquisas focam nos fatores pré e pós abate e cortes, porém estas não descrevem precisamente como estes cortes são realizados, o que gera uma grande diferença entre os resultados encontrados (Swanson et al., 1964; Hayse e Marion, 1973).

A padronização de cortes é, portanto, importante não somente do ponto de vista experimental, mas também para indústria, a qual cada vez mais está automatizada e precisa de padrões para ser operada, assim como também o mercado consumidor exige padronização nas peças em que se tem interesse econômico. Devido a isso, seguem os principais cortes utilizados tanto na pesquisa quanto na indústria e que foram padronizados por Swanson et al. (1964), Hudspeth et al. (1973), Lyon et al. (1973), USDA (1998) e Barbut (2015):

**Carcaça inteira:** carcaças de aves inteiras, em que foram removidas as penas, a cabeça (com ou sem pescoço), os pés nas articulações do tarso e as vísceras.

**Meia carcaça:** o corte da carcaça inteira deve ocorrer ao longo da linha mediana, passando pelas vértebras torácicas (coluna vertebral), pelve e o osso esterno (quilha), formando 2 lados iguais, lado direito e esquerdo. Deve-se excluir o pescoço.

**Quarto dianteiro/traseiro:** a carcaça inteira é dividida ao meio, separando a parte do peito (dianteira) das pernas (traseira). O corte deve ocorrer diretamente no ponto atrás do esterno, atravessando a coluna vertebral nas junções torácica (sétima vértebra) e lombossacral.

**Asas:** obtida pelo corte da articulação do ombro (articulação entre a clavícula, coracóide e úmero). As asas ainda podem ser divididas em duas partes, cortando a articulação do cotovelo (articulação entre úmero e rádio/ulna). A parte proximal ao peito recebe o nome de coxinha da asa (em inglês, *wing drumette*) e a parte distal recebe o nome de tulipa ou meio da asa (em inglês, *winglet*). Em todos os casos a ponta da asa pode ser retirada, mas esta deve ser informada por alteração no peso.

**Pernas:** obtida pelo corte na articulação do quadril (articulação entre o fêmur e a pelve). Inclui a coxa e a sobrecoxa articuladas ou desconexas e pode incluir a carne pélvica. Deve-se excluir ossos pélvicos, pele dorsal, pele abdominal e excesso de gordura.

A sobrecoxa é a porção proximal da perna que pode ser separada da coxa (parte distal) através de um corte na articulação entre o fêmur e a tíbia.

Peito: é a porção da ave que é separada da asa cortando a articulação do ombro, do pescoço cortando aproximadamente o décimo segundo osso do pescoço (vértebra cervical), das costas cortando as costelas na junção das costelas vertebrais com o dorso e o quarto posterior, cortando imediatamente atrás (posterior) da caixa torácica (sétima costela e esterno). A pele pode ou não ser removida, devendo ser mencionado para correção de rendimento do corte.

Peito sem osso (*fillet de peito*): todos os músculos do peito são removidos por corte desde a junção das costelas vertebrais e esternais até a ponta da quilha. A clavícula ou osso da sorte é removido do peito com o corte começando na extremidade anterior do esterno e estendendo-se dorsalmente ao longo do coracóide. O músculo pode ser removido em uma ou duas partes, mas deve ser relatado como uma. A pele normalmente é removida.

Sassami (*Tenderloin*): músculo fusiforme arredondado e alongado localizado no peitoral interno em cada lado do esterno. Sua remoção ocorre com corte rente ao esterno, podendo ser mantido ou não os tendões.

### 3.2.4 Fatores que afetam no rendimento de carcaça e corte

Entender os fatores que podem influenciar no processo de transformação do músculo em carne são importantes, pois alterações fisiológicas e ambientais atuam diretamente no animal, afetando seu potencial de rendimento de carcaça e cortes (Pearson e Young, 1989).

A maioria dos fatores que podem afetar o rendimento de carcaça e cortes ocorrem antes do processo de abate, desde a seleção do animal (genética) para criação, alimentação, ambiente, manejo, sexo e entre outros fatores. A seguir seguem algumas pesquisas que foram realizadas destacando a interferência ou não destes fatores sobre as características de carcaça e cortes de frangos de corte.

Sexo: segundo Fernandes et al. (2013), o sexo das aves é o fator mais relevante sobre o rendimento de carcaça, enquanto a linhagem é mais relevante para os cortes. Trabalhos realizados por López et al. (2011), Hussein et al. (2019) e Khan et al. (2019) verificaram um maior rendimento de carcaça em frangos machos quando comparado as fêmeas, enquanto Mendonça Júnior et al. (1975), Raji et al. (2010) e Silva et al. (2017)

não encontraram diferença. Este conflito entre resultados também é observado quando se trata dos cortes, Marcu et al. (2015) encontraram maior rendimento de peito para machos enquanto López et al. (2011) e Nogueira et al. (2019) observaram maior rendimento de peito e sassami para fêmeas. Para rendimento de pernas, Raji et al. (2010), Khan et al. (2019) e Nogueira et al. (2019) observaram maior rendimento para os machos enquanto Marcu et al. (2015) encontraram resposta contrária. Essas respostas divergentes podem estar relacionadas a outros fatores que não o sexo das aves, como a idade em que as aves são abatidas, ou até mesmo a linhagem usada, se é voltada para produção de carne, reprodução ou aves de crescimento lento.

**Linhagem:** no mercado avícola atual, existem diferentes raças e linhagens de frango, com características e objetivos de criação diferentes, como frangos de rápido desempenho para peso e carne, frangos caipiras, aves para reprodução, entre outras. Quando se compara linhagens com mesmas características e objetivos, como as linhagens de rápido desempenho, é difícil observar diferenças quanto ao rendimento de carcaça e cortes (Antunes et al., 2012; Udeh et al., 2015). No entanto, quando compara-se aves com genética e objetivos diferentes o efeito sobre os cortes e carcaça fica evidenciado (Mendonça Júnior et al., 1975; Dal Bosco et al., 2014; Silva et al., 2017; Reddy et al., 2018). As maiores diferenças entre as raças e linhagens são observadas quanto ao rendimento de peito e pernas em comparação ao rendimento de carcaça total, visto que as aves de genética aperfeiçoada para desempenho e carne (linhagens de crescimento rápido) apresentam maior rendimento de peito do que aves de crescimento lento ou aves caipiras, porém estas apresentam maior rendimento de pernas (Berri et al., 2005; López et al., 2011; Siegel, 2014; Dal Bosco et al., 2014; Batkowska et al., 2015; Marcu et al., 2015; Muth e Valle Zárate, 2017; Reddy et al., 2018; Hussein et al., 2019; Khan et al., 2019; Nassar et al., 2019; Nogueira et al., 2019). Estas informações são importantes para que sejam tomadas decisões quanto a escolha do material genético que se quer trabalhar, pensando sempre no mercado para que estas aves serão direcionadas, otimizando a lucratividade. Enfatiza-se que nem sempre a ave que produz o maior rendimento é a que apresenta maior rentabilidade (Shim et al., 2012).

**Idade ao abate:** o crescimento e a conformação corporal das aves estão diretamente relacionados com a idade. Desta forma, é importante traçar curvas de crescimento para as aves, para que se possa estimar em qual idade o animal possui a melhor conformação para máximo rendimento de carcaça e cortes.

Em frango de crescimento rápido o pico de produção de carne pode variar entre linhagens, porém em média, as aves atingem seu maior potencial de deposição de proteína entre 38 e 50 dias de idade. A partir desta idade a deposição de gordura aumenta, reduzindo assim o rendimento de carcaça e cortes (Chen et al., 1987; Young et al., 2001; Sakomura et al., 2011; Fernandes et al., 2013; Coban et al., 2014; El-waseif, 2017).

Quando se trabalha com linhagens mais rústicas ou de crescimento lento ou em produções extensivas, as idades de abate são mais elevadas, visto que estes animais levam mais tempo para atingirem sua maturidade produtiva (Faria et al., 2010; Baéza et al., 2012; Poltowicz e Doktor, 2012). Além de se estimar a idade ideal para o abate, segundo Ikusika et al. (2020) é importante que as aves atinjam no mínimo 2 kg para serem abatidas, visto que para valores inferiores o rendimento de carne não é eficiente.

Nutrição: a alimentação é uma das áreas mais importantes na produção avícola e, portanto, inúmeras são as pesquisas que buscam melhorias, novas técnicas e novos produtos, os quais geralmente estão focados no desempenho dos animais, podendo refletir no rendimento de carcaça e cortes (Marcu et al., 2014). Trabalhos testando níveis de energia e/ou proteína têm obtidos resultados conflitantes, em que alguns pesquisadores verificaram que níveis de energia e proteína da dieta afetam o rendimento de carcaça e cortes (Marcu et al., 2014; Silva et al., 2017) e outros que indiferente nos níveis dietéticos testados não observaram efeitos (Antunes et al., 2012; Hussein et al., 2020). Em adição, o uso de probióticos, pré-bióticos e enzimas exógenas tem sido avaliado, porém estes não têm apresentado efeito sobre as características de carcaça de frangos de corte (Pelicano et al., 2005; Domingues et al., 2014; Habib et al., 2016). Por outro lado, trabalhos que testam a inclusão de outros ingredientes na dieta, como resíduos da indústria, frutas, outros tipos de grãos, além do milho e soja, têm demonstrado efeito sobre os rendimentos de carcaça e cortes (Masoudi et al., 2011; Carolino et al., 2014).

Sistema de criação: a forma como as aves são criadas pode interferir no rendimento de carcaça e corte, pelo fato de alterarem a taxa de crescimento das aves. Trabalhos comparando frangos criados em aviários convencionais, sistema caipira e em gaiolas, verificaram que aves criadas em gaiola apresentaram pior rendimento de peito e de carcaça, porém um maior rendimento de pernas, sendo esta diferença atribuída principalmente ao aumento na gordura abdominal e maior força realizada nas pernas para as aves se manterem confortáveis, respectivamente (Zhao et al., 2015; Li et al., 2017). Thomas et al. (2004) testaram a densidade de aves variando de 5 a 20 aves m<sup>2</sup> não sendo observados diferenças quanto ao rendimento de carcaça e cortes.

Abate: os procedimentos que ocorrem antes e após o abate podem interferir diretamente no rendimento de carcaça e cortes (Swanson et al., 1964). O tempo em que as aves ficam em jejum pré-abate pode influenciar no rendimento, visto que quanto mais tempo a ave fica em jejum, mais peso ela perde (Santos et al., 2010). O tipo de escalda realizada também pode afetar as características de carcaça, deve-se atentar para que a temperatura da água e o tempo de escalda não sejam excessivos, piorando o rendimento e a qualidade da carne (Faria et al., 2010; Buhr et al., 2014). O procedimento de resfriamento da carcaça também pode afetar o rendimento. Cortes realizados com a carcaça quente (sem resfriamento) ou resfriados com ar apresentaram piores rendimentos do que as carcaças que foram resfriadas em água e gelo, visto a absorção de água pela carcaça neste último método (Benoff et al., 1984; Buhr et al., 2014). O tempo que se leva para fazer os cortes após o abate pode interferir no rendimento dos cortes, em que segundo Young et al. (2001) os maiores rendimentos são obtidos até 2 horas após o abate.

### **3.3 Estatística na pesquisa avícola**

Experimentos e pesquisas sempre foram um importante mecanismo para a evolução, e na avicultura isto é evidente. Melhorias na genética, nutrição, sanidade e ambiência ocorreram devido a inúmeras pesquisas, que tornaram a avicultura um referencial de tecnologia e produtividade. Neste contexto, as pesquisas devem ser conduzidas de forma precisa e correta, evitando ao máximo a ocorrência de erros sistemáticos e minimizando os erros aleatórios, para que as respostas encontradas possam realmente servir de base para a melhoria da avicultura.

Um experimento ou pesquisa poderia ser definido como um trabalho planejado e conduzido para se obter novos fatos ou para confirmar ou refutar os resultados de experimentos anteriores. Um experimento ajuda a obter respostas para determinadas perguntas permitindo realizar uma inferência sobre algum fenômeno. De maneira geral, observar, coletar ou medir dados pode ser considerado uma pesquisa. Em um sentido restrito, um experimento é conduzido em um ambiente controlado para estudar os efeitos de uma ou mais variáveis categóricas ou contínuas nas observações (Kaps e Lamberson, 2017).

Do ponto de vista estatístico, um projeto experimental é um conjunto de regras, definidas pelo pesquisador, que deve definir tratamentos, tamanho da amostragem, unidades experimentais, unidades amostrais (observações), repetições e nível de significância. A definição de uma população (geralmente algum tratamento) deve ser tal que os resultados do experimento sejam aplicáveis e replicáveis. A partir das populações definidas, devem ser retiradas amostras aleatórias e representativas (Kaps e Lamberson, 2017).

Mesmo com o máximo controle e cuidado durante um experimento, não existe técnica estatística infalível que possa evitar dúvidas e diferentes interpretações sobre os resultados obtidos, contudo podem indicar boas evidências que evitem a má interpretação (Kalinowski e Fidler, 2010). Neste sentido, é importante conhecer os conceitos básicos da experimentação que podem influenciar os resultados e interpretações.

### 3.3.1 Hipóteses

A base da pesquisa experimental envolve o teste de hipóteses, sendo que existem dois tipos: hipótese de pesquisa e de estatística. Hipótese de pesquisa é estimada pelo pesquisador com base em investigações anteriores, literatura ou experiência. A hipótese estatística, que geralmente segue a de pesquisa, descreve formalmente as alternativas estatísticas que podem resultar da avaliação experimental (Kaps e Lamberson, 2017).

Na hipótese estatística sempre haverá duas opções, a hipótese nula ( $H_0$ ) e a alternativa ( $H_1$ ). A hipótese nula é geralmente uma suposição de estado inalterado, uma igualdade, que de forma prática denota que os tratamentos são iguais, não há diferença. Já a alternativa,  $H_1$ , descreve um estado alterado ou existência de uma diferença (Kaps e Lamberson, 2017; Ferreira, 2018).

Ao final de um experimento deve-se concluir com base nestas hipóteses, havendo duas opções: a decisão de rejeitar  $H_0$  (houve diferença entre os tratamentos) ou a decisão de não se rejeitar  $H_0$  (os tratamentos são iguais). As hipóteses nula e alternativa, sempre se excluem, ou seja, quando  $H_0$  é rejeitado,  $H_1$  é considerado verdadeiro, ou vice e versa. No entanto, provar  $H_0$  como sendo verdadeira é difícil, portanto, seria melhor neste caso dizer que  $H_0$  não foi rejeitada. Isto ocorre, pois podem haver erros experimentais que não permitiram encontrar diferença entre os tratamentos, mesmo que esta deveria ser encontrada (Kaps e Lamberson, 2017; Ferreira, 2018).

### 3.3.2 Erro experimental

O erro experimental consiste em variações que não são controladas pelo pesquisador e que ocorrem de forma aleatória entre as parcelas que recebem o mesmo tratamento. Ele é estimado pela subtração dos demais efeitos que formam o modelo estatístico (Ferreira, 2018). Sua estimativa é fundamental para avaliar os testes de hipótese, havendo 2 tipos de erros básicos a serem considerados.

O erro tipo 1 ou também chamado de erro  $\alpha$  ocorre quando rejeitamos  $H_0$ , porém deveríamos ter aceitado, ou seja, foi encontrada diferença entre tratamentos, porém isso não deveria ter ocorrido. O erro tipo 2 ou erro  $\beta$ , ocorre quando aceitamos  $H_0$  mas deveríamos ter rejeitado, ou seja, não obteve-se diferença entre os tratamentos mas deveria ter sido encontrada diferença (Kaps e Lamberson, 2017).

A probabilidade de ocorrer um erro do tipo 1 geralmente é conhecida ou facilmente calculada, pois é estabelecida pelo pesquisador como o nível de significância. Por outro lado, é difícil calcular a probabilidade de um erro do tipo 2 ou seu análogo, conhecido como poder de teste ( $1 - \beta$ ), pois este depende de algumas informações que muitas vezes são desconhecidas no momento do cálculo (Kaps e Lamberson, 2017).

A magnitude destes erros afeta diretamente o sucesso de um experimento, em que se busca sempre o menor erro possível, pois nestes casos até mesmo pequenas diferenças entre tratamentos podem ser verificadas, tornando o experimento mais eficiente. Para verificar se um experimento está ocorrendo com baixo ou elevado erro, utiliza-se normalmente medidas de dispersão (variância, desvio padrão, coeficiente de variação, erro padrão da média, entre outros) como forma de avaliação, em que entende-se que quanto menor forem esses valores de dispersão, menor o erro experimental (Dean et al., 2017).

### 3.3.3 Medidas de dispersão

Em um conjunto de dados é comum comparar os valores com uma média, para verificar se os dados estão muito ou pouco distantes da mesma, o que chamamos de dispersão dos dados. Quanto maior a distância entre os dados, maior será a dispersão e vice-versa. Seguem abaixo algumas formas de dispersão usadas para avaliação de dados:

Amplitude: é calculada pela diferença entre a maior e a menor observação, servindo como um indicativo de variabilidade. Facilmente calculada e compreendida,

normalmente é usada para se conhecer os valores extremos obtidos. Por utilizar somente dois valores para ser determinada, geralmente é pouco utilizada em estatísticas experimentais.

**Desvio padrão e variância:** a variância pode ser definida como a soma dos quadrados dos desvios, dividida pelo tamanho da amostra ( $n$ ) menos 1 ( $n - 1$ ). Já o desvio padrão é definido como a raiz quadrada da variância e representa a variabilidade dos dados em torno da média. Quanto menor forem os valores de desvio padrão, mais uniformes são os dados, e caso o valor seja zero, indicará que os dados são todos idênticos a média, ou seja, são constantes. O desvio padrão tem a vantagem frente a variância pelo fato de ser expresso na mesma unidade de medida da variável, enquanto a variância é expressa na unidade ao quadrado, o que gera maiores dificuldades na interpretação dos resultados (Seltman, 2015).

**Coefficiente de variação (CV):** é uma medida relativa de variabilidade em que o desvio padrão é expresso em porcentagem da média. Frequentemente, é mais fácil entender a importância da variabilidade se for expressa como uma porcentagem. Isso é especialmente verdadeiro quando a variabilidade é comparada entre conjuntos de dados que possuem unidades diferentes. Por exemplo, se o CV para peso e altura é 40% e 20%, respectivamente, podemos concluir que o peso é mais variável do que a altura (Kaps e Lamberson, 2017). Devido a isso, pesquisadores têm comparado resultados de diferentes experimentos com base nos CV's encontrados, sendo que alguns autores até estimam quais valores de CV são considerados baixos, médios ou elevados (Pimentel-Gomes, 1985; Sakomura e Rostagno, 2016). Quanto menor for o CV, maior será a precisão do experimento, com isso menores diferenças entre as médias poderão ser estatisticamente diferentes.

**Erro padrão da média:** é obtido pela relação entre o desvio padrão da amostra e a raiz quadrada do tamanho da amostra. Medida importante na pesquisa científica, uma vez que indica quanto uma média pode variar em função do acaso. Quanto menos variável (menor desvio padrão) for uma medida e quanto maior for a amostra, melhor podemos definir a média da população usando uma amostra, o que torna o experimento mais confiável e representativo (Seltman, 2015).

### 3.3.4 Análise de variância (ANOVA)

A análise de variância é o método comum utilizado para testar diferenças entre dois ou mais grupos ou tratamentos, dentro de um nível de significância pré-estabelecido. Toda ANOVA em um experimento implica em um modelo matemático (delineamentos inteiramente casualizado, em blocos, quadrado latino, entre outros) e a aceitação ou rejeição de uma hipótese básica (Pimentel-Gomes, 1985).

Nesta análise ocorre o fracionamento de toda variância experimental, podendo-se quantificar quanto desta variação é devido aos fatores conhecidos e quanto é ocasionado pelo erro experimental. Seu resultado é obtido da comparação entre a variabilidade explicável (controlada) de um grupo (efeito dos tratamentos) com a variabilidade inexplicável (erro experimental) dos grupos experimentais (Seltman, 2015; Dean et al., 2017; Kaps e Lamberson, 2017).

Se a variabilidade do tratamento for maior que a variabilidade do erro experimental (valor de P inferior a significância pré-estabelecida), pode-se pressupor que os tratamentos influenciam a característica, em outras palavras, existe diferença entre os tratamentos. Nesta situação, deve-se prosseguir com outro teste que compare as médias entre si, para verificar qual média diferencia da outra. Podem ser usados testes que comparem apenas 2 médias (teste F, que é a própria resposta da ANOVA) ou testes que comparem várias médias ao mesmo tempo (Tukey, Student Newman Keuls, Duncan, entre outros). Caso a diferença entre a variabilidade dos tratamentos e do erro não for grande (valor de P maior que a significância pré-estabelecida), pressupomos que não há efeito dos tratamentos ou que os tratamentos são iguais (Seltman, 2015; Dean et al., 2017; Kaps e Lamberson, 2017).

### 3.3.5 Poder do teste

Um resultado é considerado significativo se o valor P produzido a partir da ANOVA estiver abaixo de um certo valor  $\alpha$ , tradicionalmente 0,05 ou 0,01. Erro alfa é um valor de probabilidade, especificamente a probabilidade de se rejeitar incorretamente a hipótese nula quando de fato é verdadeira (erro tipo 1 ou  $\alpha$ ), definido como a probabilidade de um "falso positivo". Muitas vezes em que a  $H_0$  é aceita, os tratamentos apresentam diferenças, só não foram detectadas pelos métodos estatísticos escolhidos, o que neste caso chamamos de erro tipo 2 ou  $\beta$ , considerado como um falso negativo, em que aceitamos a hipótese nula, mas deveríamos rejeitá-la. Embora mantenhamos

tradicionalmente a taxa de erro falso positivo em 0,05 ou 0,01, as taxas de erro falso-negativo historicamente não são medidas (Kalinowski e Fidler, 2010).

Um dos principais objetivos de um experimento é examinar se os tratamentos têm ou não algum efeito na variável resposta. Os efeitos dos tratamentos quase nunca são exatamente iguais e, mesmo que fossem, a variabilidade nos dados experimentais (desvio padrão) mascararia esse fato. Em qualquer caso, se os diferentes níveis produzem uma diferença pequena na variável resposta, o pesquisador pode não perceber esse fato, mas pode ser de interesse dele que esta diferença seja detectada (Dean et al., 2017).

Estas pequenas diferenças, que podem não ser detectadas, são importantes para a avicultura moderna, visto que os animais estão cada vez mais padronizados. Por exemplo, ao se testar produtos, pesquisas mais antigas encontravam diferença de 4 a 5% no ganho de peso final das aves, enquanto hoje estas taxas podem estar entre 1 e 2%, o que dificulta ser percebido muitas vezes nos ensaios experimentais. Esta diferença, que poderia ser despercebida em um teste estatístico, é muito grande se for colocada em larga escala na indústria, por isso a importância de se verificar se pequenas diferenças são realmente significativas (Demétrio et al., 2013).

A melhor forma de garantir que os resultados sejam confiáveis é através da avaliação do poder do teste ( $1 - \beta$ ). Ele é a probabilidade de quando o resultado for estatisticamente significativo, este seja realmente verdadeiro (Patino e Ferreira, 2016), além disso evita ou diminui que o efeito de um tratamento passe despercebido (Berndtson, 1991).

O poder do teste vai depender do nível de significância usado para o teste ( $\alpha$ ), a magnitude do efeito de interesse (diferença real esperada entre os tratamentos) na população, a variância dos dados e o tamanho da amostra ( $n$ ) usado para detectar o efeito (Seltman, 2015). Quanto maior é a diferença (efeito) entre os tratamentos, menor é a necessidade do tamanho amostral para se obter um mesmo poder de teste. Quando o efeito entre tratamentos é pequeno são necessárias mais repetições ( $j$ ) para obter o mesmo poder do teste. No caso da variabilidade dos dados, quanto maior a dispersão dos dados, maior deverá ser o número de repetições para se alcançar um maior poder de teste (Cohen, 1962, 1988; Patino e Ferreira, 2016).

O poder de um teste deve ser estimado antes do início de um experimento com base em informações na literatura, dados de experimentos anteriores e outras fontes que possam auxiliar na projeção do poder do teste, que conseqüentemente auxiliará no planejamento experimental, especificamente, determinando o número de repetições a

serem utilizadas (Seltman, 2015). Apesar disso, pouco são os casos em que isso é aplicado, visto que a maior parte dos pesquisadores escolhem arbitrariamente o número de repetições com base no custo, disponibilidade de espaço, conveniência ou tradição, buscando-se atender um mínimo de 10 graus de liberdade no resíduo da ANOVA (Berndtson, 1991).

Pesquisadores têm definido como poder de teste ideal o valor de 80%, ou seja, o erro tipo 2 estaria estimado em apenas 20% (Cohen, 1962, 1988; Patino e Ferreira, 2016). Isto poderia ser explicado pelo fato de valores abaixo de 80% serem um risco muito alto de ocorrer um erro  $\beta$ , enquanto valores acima requerem uma demanda para  $n$  (tamanho amostral) que pode exceder a capacidade estrutural da pesquisa.

Cohen (1988) avaliando diversos trabalhos estabeleceu algumas tabelas práticas para demonstrar o efeito do poder do teste, da diferença entre tratamentos e número de repetições sobre os experimentos. Ele avalia estas informações também separadamente em diferentes testes e média, como teste F e qui-quadrado. Fica evidente como o planejamento e o uso desta ferramenta (poder de teste) podem impactar nos ensaios experimentais.

Na área de ciência médica, Bezeau e Graves (2001) avaliaram 66 trabalhos publicados e verificaram que apenas 3% apresentavam o uso do poder do teste, 9% apresentavam o tamanho do efeito e 18% corrigiam o valor de  $\alpha$ . Eles ainda afirmaram que realizando o poder do teste nestes experimentos, a maioria apresentava valores baixos, porém devido à natureza dos experimentos, que apresentam grande tamanho de efeito, as respostas puderam ser mais satisfatórias do que o esperado pelo baixo poder de teste. Ainda na área da medicina, Loureiro e Gameiro (2011) demonstraram que o aumento no número de repetições de 30 para 70 melhorou o poder do teste de 46 para 99,5%.

Em relação a produção animal, destaca-se o trabalho de Berndtson, 1991, que estimou métodos simples, descritos em três tabelas, para estimar o número de repetições necessárias com base no CV e na diferença esperada entre os tratamentos. Ele ainda estimou estes valores para os poderes de teste de 80, 90 e 95%, onde fica claro que quanto maior o CV e menor a diferença esperada entre os tratamentos e quanto mais rigoroso o poder do teste, maior deverá ser o número de repetições.

Demétrio et al. (2013) testaram o poder do teste no peso de frangos de corte, avaliando a interferência do número de repetições e desvio da média. Os autores concluíram que para atingir um poder de teste de 80%, com uma diferença mínima entre

tratamentos de 50g, são necessárias cerca de 20 repetições, sendo que menos repetições implica em uma menor chance de encontrar diferenças de 50g, possivelmente só encontrando resultados significativos caso as diferenças fossem maiores.

Outros trabalhos como de Nunes et al. (2018), que não avaliaram diretamente o poder do teste, ainda assim demonstraram que com aumento no poder de teste, de 80 para 90%, a diferença entre as médias dos tratamentos e o número de repetições deve ser aumentado.

Roush e Tozer (2004) avaliaram 37 trabalhos comparando a bioequivalência de alimentos para frangos e constataram que além da maioria das pesquisas não apresentarem informações a respeito do poder de teste, caso este fosse calculado a maioria se encontra abaixo de 50%. No caso de rendimentos de carcaça e de cortes, o rendimento de asa foi que apresentou maior poder (43%), mas ainda considerado baixo. Isso indica que os experimentos podem não ser planejados de modo a minimizar as chances do erro tipo II, o que demonstra que os resultados deixam de ser confiáveis ou desejáveis.

### 3.3.6 Número de repetições

Uma das perguntas básicas feitas em um planejamento experimental é: quantas repetições são necessárias? Fatores como condição econômica, espaço e material disponíveis, entre outros, podem ser limitadores na quantidade de repetições que serão utilizadas, o que pode interferir na resposta final desejada (Aaron e Hays, 2004). Aves, especialmente frangos, possuem algumas vantagens em relação a outras espécies animais de interesse zootécnico nesse quesito. Elas possuem tamanho pequeno (menor espaço necessário), são relativamente dóceis, estão disponíveis em grande número e seu ciclo de produção é curto (Roush e Tozer, 2004).

Alguns cuidados devem ser levados em consideração na projeção do número de repetições e animais utilizados nos ensaios experimentais. Elevado número de repetições pode acarretar um gasto financeiro desnecessário, além de aumentar a chance de ocorrer o erro do tipo I, enquanto o número baixo de animais e repetições permitem que fatores individuais influenciem a média, ocasionando o erro do tipo II. Euclides e Rostagno (2002) avaliaram que para ganho de peso e conversão alimentar, 9 repetições com 20 aves por repetição é desejável, enquanto para características de carcaça devem ser usadas mais de 100 aves por repetição para se obter 1% de diferença verdadeira entre tratamentos.

Outra questão importante nos dias atuais é relacionada ao bem-estar animal e comitês de ética, os quais propõem a redução no uso de animais em pesquisas (Ibrahim, 2006; Meluzzi e Sirri, 2009). Apesar de bem-intencionada, a redução de animais em pesquisa pode prejudicar o sucesso do experimento, desperdiçando recursos, tanto animal, quanto financeiro (Demétrio et al., 2013).

A melhor forma de justificar a quantidade de animais para os comitês de ética e assim, diminuir custos desnecessários com experimentos, é planejar adequadamente quantos animais e repetições deverão ser utilizados. Para isso, podem ser usadas as técnicas de poder de teste, informações na literatura ou até mesmo padrões já observados em experimentos passados (Berndtson, 1991).

Na literatura, alguns autores disponibilizam informações que podem auxiliar no planejamento da quantidade de repetições que serão necessárias. Berndtson (1991) propôs três tabelas que podem ser usadas de forma geral, indiferente da espécie e característica, pois leva em conta apenas o CV, diferença entre médias e poder de teste (de 80, 90 e 95%). Neste contexto, baseando-se em experimentos antigos ou dados de outros pesquisadores para estimar a diferença e o CV, pode-se estimar o número de repetições necessárias para um determinado experimento.

Para experimentos com nutrição de suínos, Aaron e Hays (2004) estabeleceram tabelas como referência para determinação do número de repetições necessárias para melhores resultados, sendo que para estas tabelas o poder de teste foi de 80%. Para parâmetros bioquímicos do sangue de frangos de corte, Nunes et al. (2018) estimam a quantidade de repetições necessárias considerando diversas diferenças verdadeiras entre tratamentos, além de estimar sob essas condições, qual a probabilidade dos experimentos apresentarem resultado significativo.

O planejamento e a organização cuidadosa antes do início de um experimento podem maximizar as informações obtidas. No entanto, os pesquisadores devem lembrar que todos os cálculos são baseados em valores estimados. Assim, o número calculado de repetições também deve ser considerado uma estimativa. Além disso, os cálculos informam a um investigador quantas repetições são necessárias no final do experimento. Se perdas por morte ou outros problemas experimentais forem previstos um maior número de repetições será necessária (Aaron e Hays, 2004).

### 3.3.7 Tamanho do efeito

Os pesquisadores têm baseado suas conclusões no valor de P e na significância estatística, porém estas informações nem sempre são adequadas. Muitas vezes o resultado de P pode não ser significativo, mas a diferença entre as médias pode ser alta, a ponto de ser importante na prática. Estas diferenças normalmente não recebem a atenção devida, pelo fato do resultado de P não ser significativo, mas se fossem utilizadas como uma forma de comparação, poderiam ser relevantes pois forneceriam informações sobre o impacto de um tratamento no resultado de interesse (Cumming, 2012).

Para isso, pesquisadores têm adotado uma forma de descrever estas diferenças entre resultados, o chamado tamanho do efeito (TDE). Este indicador, ao contrário do valor de P, não depende do tamanho da amostra e possibilita a comparação entre resultados de diversos estudos, sendo útil para os estudos de meta-análise ou mera comparação dos resultados entre experimentos (Berben et al., 2012; Cumming., 2012),

Cumming (2012) define o TDE como a quantidade de algo que pode ser interessante, e que estimar o seu valor é um dos principais objetivos da ciência empírica. As medidas de TDE podem ser simples diferenças entre médias, coeficientes de variação, uma porcentagem, uma correlação, ou até mesmo valores padronizados, que neste caso podem ser pré-estabelecidos na literatura, baseado em outros autores ou até mesmo criados pelo pesquisador (Cumming, 2012; Ialongo, 2016).

O TDE está diretamente relacionado com o poder de teste e o número de repetições necessárias em uma pesquisa. Quanto maior o efeito, maior será o poder do teste e menor a necessidade de repetições (Berben et al., 2012; Cumming., 2012; Patino e Ferreira, 2016). No planejamento de um experimento o TDE é estimado, neste caso, deve-se tomar cuidado para não ser muito otimista (baixo valor de TDE), pois corre-se o risco do número de repetições ser insuficiente, e ao contrário, sendo pessimista (alto valor de TDE), o elevado número de repetições necessárias poderá inviabilizar a pesquisa (Patino e Ferreira, 2016).

Quando expresso nos resultados ou como forma de conclusão, o TDE deve ser expresso preferencialmente em unidades de medidas da mesma variável, o que facilita o entendimento e explicação. Além disso, o pesquisador deve julgar se a explicação desta diferença entre as médias é ou não importante, e, sendo importante, ele deve explicar e discutir o TDE e não os valores absolutos dos tratamentos, o que facilita para que outros pesquisadores também possam comparar as mesmas variáveis com base neste TDE (Cumming, 2012)

### 3.3.8 Aleatoriedade dos dados

A randomização como método de controle experimental tem sido amplamente utilizada em pesquisas ao longo dos anos. Ela evita o viés de seleção e protege contra o viés acidental. Além disso, permite o uso da teoria da probabilidade para expressar a probabilidade do acaso como uma fonte para a diferença do resultado final (Suresh, 2011).

O objetivo da randomização é evitar que fontes de variações sistemáticas e pessoais sejam introduzidas no experimento. Uma atribuição aleatória às unidades experimentais, garante que as observações que são favorecidas ou adversamente afetadas por fontes desconhecidas de variação são observações selecionadas na sorte do sorteio e não sistematicamente selecionadas (Dean et al., 2017).

Quando se trata de amostragens, a ideia é estimar uma média que represente um todo, porém uma amostra sempre está sujeita a erros não esperados e muitas vezes não mensuráveis. Caso a coleta de amostras não seja realizada de forma aleatória, ou seja, feita de forma sistemática, a média estimada pode não representar os reais valores de um todo, pois a possibilidade do acaso é descartada nestas situações, fazendo com que os dados sejam tendenciosos à escolha do pesquisador (Cox, 2009).

Um bom experimento visa sempre diminuir a variabilidade dos dados, mas o simples fato de não selecionar ao acaso uma amostra, pode implicar em erro na avaliação da variabilidade dos dados. Dados selecionados sistematicamente diminuirão a variabilidade, porém podem mascarar a real distribuição do tratamento, fazendo com que os resultados não sejam representativos (Dean et al., 2017).

A randomização garante que cada elemento de um grupo de dados tenha uma chance igual de ser selecionado. Ela também fornece uma base para os métodos estatísticos comumente usados, eliminando o viés de seleção, equilibrando os tratamentos em relação a uma mesma variável. Em geral, a aleatoriedade em um experimento é uma ferramenta essencial para testar a eficácia dos tratamentos (Buruch e Wothke, 1985; Suresh, 2011).

### 3.3.9 Dados discrepantes (*Outliers*)

Os dados são o material mais importante de um experimento e é com base nos dados que são formulados os resultados e as conclusões das pesquisas. Eles são registros de medidas, contagens e até mesmo observações. Exemplos de dados são peso vivo de um grupo de aves aos 42 dias, produção de ovos em uma determinada época, sexo (macho

ou fêmea), entre outros. Um conjunto destes dados sobre um determinado personagem ou grupo é denominado variável (Kaps e Lamberson, 2017).

Os dados obtidos em um experimento não devem ser considerados como valores absolutamente confiáveis, pois podem ser afetados por diferentes erros ou variabilidades. Por este motivo, uma das principais etapas de qualquer análise estatística de dados é estudar a qualidade das observações. Caso os erros existentes não forem detectados e corrigidos, os procedimentos estatísticos aplicados podem levar a conclusões inexatas (Muñoz-Garcia et al., 1990).

Esses dados ou valores que não estão de acordo com o comportamento médio dos dados, ou seja, estão fora de um padrão esperado, são chamados de *outliers* (Han et al., 2011; Angiulli et al., 2020). Os *outliers* podem ser detectados usando testes estatísticos, que assumem uma distribuição ou modelo de probabilidade para os dados, ou medidas de distância, em que objetos que estão remotos de uma média, serão considerados *outliers* (Han et al., 2011; Aggarwal, 2016).

Para a detecção de *outliers* de forma objetiva pode-se usar análises gráficas, em que dados discrepantes são facilmente identificados pela sua localização. Em adição, pode-se utilizar escores padronizados, em que através da terminação de um valor Z e com base na diferença entre o objeto e a média da população dividido pelo desvio padrão da população, define a presença ou não do objeto como *outlier* (Cateni et al., 2008; Aggarwal, 2016). Outra forma muito utilizada para detecção de dados discrepantes é através da diferença devido ao intervalo interquartil (IQR). Este procedimento consiste em se determinar o IQR, que é obtido pela diferença do 3 quartil (Q3) e do primeiro quartil (Q1). Após a determinação do IQR determina-se qual a variação a ser adotada para se determinar a faixa de normalidade. Geralmente, adota-se valores de 1,5 a 3 vezes o IQR. Portanto, se adotado o valor de 1,5, todos os valores acima do  $Q3 + IQR * 1,5$  e aqueles abaixo do  $Q1 - IQR * 1,5$  serão considerados *outliers* (Aggarwal, 2016; SAS University Edition, 2020).

Após a determinação destes dados discrepantes, cabe ao pesquisador tomar a decisão se deve ou não manter estes valores no banco de dados. Essa decisão pode ser de descartar qualquer valor, mesmo que seja pequena a discrepância encontrada, ou manter todos os dados mesmo quando há discrepâncias elevadas. Enfim, são inúmeros os critérios que o pesquisador poderá adotar, porém estes devem ser os mesmos para todos os dados e variáveis, para não manipular os resultados finais (Barbato et al., 2011; Han et al., 2011; Aggarwal, 2016).

Apesar da decisão de exclusão ou não dos *outliers* ser do pesquisador, este deve levar alguns fatos em consideração, além da sua própria experiência com este tipo e valores de informação. Considerando um banco de dados pequeno, a retirada de um valor discrepante irá alterar demasiadamente a média e suas variações, sendo muitas vezes necessário manter este dado (Barbato et al., 2011). É importante também saber como esses dados foram coletados e o que pode ter ocasionado essa discrepância, se foi erro ao acaso, formas imprecisas de coleta de informações, se estes dados foram coletados de forma aleatória, entre outros (Fattori et al., 1992).

Erros nas coletas de dados, erros na interpretação dos *outliers*, não aleatoriedade nas coletas, entre outros fatores, podem criar os chamados pseudo-*outliers*, que em um primeiro momento parecem ser dados discrepantes, mas que na verdade foram frutos da má condução dos dados. A exclusão deste tipo de dado poderá acarretar em resultados errados ou pouco confiáveis (Dorfman et al., 1993).

### **3.4 Pesagem das aves**

A pesagem das aves é uma atividades rotineira, tanto na produção comercial quanto em pesquisas, visto que o peso do animal é um dos principais parâmetros de desempenho. O peso da ave também é importante quando se trata de rendimento de carcaça e cortes, visto que o peso da ave viva tem relação direta com a estimativa dos valores.

O procedimento tradicional para mensurar o peso das aves e dos animais, em geral, é o método manual, que requer a captura do animal, para este ser alocado em uma balança. Este procedimento geralmente é demorado e exaustivo para quem realiza o processo, aumentando a chance de erros nas pesagens, assim como gera um estresse ao animal, que pode afetar as características de carcaça (Doyle e Leeson, 1989; Mortensen et al., 2016)

Alguns cuidados devem ser levados em consideração no momento da pesagem das aves. Deve-se utilizar uma balança confiável, com variações mínimas, quando as aves são colocadas sobre a balança deve-se esperar o valor estabilizar (aves geralmente se movimentam por um tempo até se acalmarem) e os valores devem ser anotados de forma prática e confiável.

As aves podem ser pesadas individualmente ou em grupos, porém a pesagem em grupo é mais rápida e menos estressante. De acordo com Harms et al. (1984) e Fattori et al. (1992) a pesagem em grupo produz resultados tão satisfatórios quanto as pesagens individuais.

No momento de selecionar as aves para o abate, pode-se escolher uma ave de forma aleatória ou então pesar as aves para que se encontre uma ave dentro do peso médio do lote, box ou tratamento. Esta segunda opção demanda maior mão de obra e possivelmente maior estresse ao animal, podendo afetar os resultados do abate. Conforme Fattori et al. (1992), a seleção de aves de forma aleatória não prejudica a média geral, principalmente devido ao padrão das aves atuais, sendo que em sua pesquisa as aves que aparentavam ser *outliers* não se confirmaram como tal. Neste caso, o descarte destas aves e a seleção de aves dentro do peso médio, pode superestimar o peso do tratamento e, por consequência, afetar os resultados de forma negativa.

### 3.5 Referências bibliográficas

- Aaron, D. K., e V. W. Hays. 2004. How many pigs? Statistical power considerations in swine nutrition experiments. *J. Anim. Sci.* 82 E-Suppl:245–254.
- Aggarwal, C. C. 2016. *Outlier analysis*. 2º ed Springer, Cham, Switzerland.
- Angiulli, F., S. Basta, S. Lodi, e C. Sartori. 2020. Reducing distance computations for distance-based outliers. *Expert Syst. Appl.* 147:113215 Available at <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113215>.
- Antunes, M. M., J. Paulo, R. Bueno, M. C. Assunção, D. B. Soares, I. Lourenço, e C. M. Caires. 2012. Rendimento de carcaça e cortes em frangos de corte fêmeas de duas linhagens submetidas a diferentes níveis nutricionais. *Veterinária Notícias* 2:100–104.
- Atwood, H. 1908. The Field of Research in Poultry Husbandry. *J. Am. Assoc. Instr. Investig. Poult. Husb.* 1:27–29 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0010027>.
- Baéza, E., C. Arnould, M. Jlali, P. Chartrin, V. Gigaud, F. Mercierand, C. Durand, K. Méteau, E. le Bihan-Duval, e C. Berri. 2012. Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results. *J. Anim. Sci.* 90:2003–2013.

- Baeza, E., e B. Leclercq. 1998. Use of industrial amino acids to allow low protein concentrations in finishing diets for growing Muscovy ducks. *Br. Poult. Sci.* 39:90–96.
- Barbato, G., E. M. Barini, G. Genta, e R. Levi. 2011. Features and performance of some outlier detection methods. *J. Appl. Stat.* 38:2133–2149.
- Barbut, S. 2015. *The Science of Poultry and Meat Processing*. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Batkowska, J., A. Brodacki, G. Zięba, J. O. Horbańczuk, e M. Łukaszewicz. 2015. Growth performance, Carcass traits and physical properties of chicken meat as affected by genotype and production system. *Arch. Tierzucht* 58:325–333.
- Benoff, F. H., D. Hamm, J. P. Hudspeth, e C. E. Lyon. 1984. Meat Yield Comparisons of Hot Cut-Up, Noneviscerated Versus Eviscerated Immersion-Chilled Broilers. *Poult. Sci.* 63:507–509 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0630507>.
- Berben, L., S. M. Sereika, e S. Engberg. 2012. Effect size estimation: Methods and examples. *Int. J. Nurs. Stud.* 49:1039–1047 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.01.015>.
- Berndtson, W. E. 1991. A simple, rapid and reliable method for selecting or assessing the number of replicates for animal experiments. *J. Anim. Sci.* 69:67–76.
- Berri, C., E. Le Bihan-Duval, E. Baéza, P. Chartrin, L. Picgirard, N. Jehl, M. Quentin, M. Picard, e M. J. Duclos. 2005. Further processing characteristics of breast and leg meat from fast-, medium- and slow-growing commercial chickens. *Anim. Res.* 54:123–134.
- Bezeau, S., e R. Graves. 2001. Statistical power and effect sizes of clinical neuropsychology research. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 23:399–406.
- Le Bihan-Duval, E., N. Millet, e H. Remignon. 1999. Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poult. Sci.* 78:822–826 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/78.6.822>.
- Bilgili, S. F. 1999. Recent advances in electrical stunning. *Poult. Sci.* 78:282–286 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/78.2.282>.
- Buhr, R. J., J. M. Walker, D. V. Bourassa, A. B. Caudill, B. H. Kiepper, e H. Zhuang. 2014. Impact of broiler processing scalding and chilling profiles on carcass and breast meat yield. *Poult. Sci.* 93:1534–1541 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03535>.
- Burch, R. F., e W. Wothke. 1985. Seven Kinds of Randomization Plans for Designing

- Field Experiments. *Am. J. Eval.*:95–113.
- Carolino, A. C. X. G., M. C. A. Silva, F. H. Litz, N. S. Fagundes, e E. de A. Fernandes. 2014. Rendimento e composição de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo sorgo grão inteiro. *Biosci. J.* 30:1139–1148.
- Cateni, S., V. Colla, e M. Vannucci. 2008. Outlier Detection Methods for Industrial Applications. *Adv. Robot. Autom. Control*.
- Chen, T. C., S. Omar, D. Sshultz, B. C. Dilworth, e E. J. Day. 1987. Processing, Parts, and Deboning Yields of Four Ages of Broilers. *Poult. Sci.* 66:1334–1340 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0661334>.
- Coban, O., E. Lacin, M. I. Aksu, A. Kara, e N. Sabuncuoglu. 2014. The impact of slaughter age on performance, carcass traits, properties of cut- up pieces of carcasses, and muscle development in broiler chickens. *Eur. Poult. Sci.* 78:1–10.
- Cohen, J. 1962. The statistical power of abnormal-social psychological research: A review. *J. Abnorm. Soc. Psychol.* 65:145–153.
- Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2<sup>o</sup> ed Lawrence Erlbaum Associates, New York.
- Cox, D. R. 2009. Randomization in the design of experiments. *Int. Stat. Rev.* 77:415–429.
- Cumming., G. 2012. *Understanding The New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis*. 1<sup>o</sup> ed Routledge, New York.
- Dal Bosco, A., C. Mugnai, M. G. Amato, L. Piottoli, A. Cartoni, e C. Castellini. 2014. Effect of slaughtering age in different commercial chicken genotypes reared according to the organic system: 1. Welfare, carcass and meat traits. *Ital. J. Anim. Sci.* 13:467–472.
- Dean, A., D. Voss, e D. Draguljić. 2017. *Design and Analysis of Experiments*. 2<sup>o</sup> ed Springer, Cham, Switzerland.
- Demétrio, C. G. B., J. F. M. Menten, R. A. Leandro, e C. Brien. 2013. Experimental power considerations-Justifying replication for animal care and use committees. *Poult. Sci.* 92:2490–2497.
- Diaz-Sanchez, S., I. Hanning, S. Pendleton, e D. D’Souza. 2013. Next-generation sequencing: The future of molecular genetics in poultry production and food safety. *Poult. Sci.* 92:562–572 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02741>.
- Domingues, C. H. de F., E. T. Santos, D. M. C. Castiblanco, T. C. O. de Quadros, T. G. Petrolli, K. F. Duarte, e O. M. Junqueira. 2014. Avaliação do desempenho e

- rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo probiótico nas diferentes fases de criação. *Rev. Agrocientífica* 1:7–16.
- Dorfman, J. H., G. M. Pesti, e D. L. Fletcher. 1993. Searching for Significance: The Perils of Excluding Pseudo-Outliers. *Poult. Sci.* 72:37–41 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0720037>.
- Doyle, I., e S. Leeson. 1989. Automatic Weighing of Poultry Reared on a Litter Floor. *Can. J. Anim. Sci.* 69:1075–1081.
- Dransfield, E., e A. A. Sosnicki. 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poult. Sci.* 78:743–746 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/78.5.743>.
- El-waseif, M. 2017. Carcass Traits, Cuts Yield, Raw Meat Quality and Burger Quality Characteristics of Different Marketing Ages and Sex Broiler Chickens. *Egypt J. Food Sci.* 45:1–13.
- Euclides, R. F., e H. S. Rostagno. 2002. Planejamento experimental em avicultura e interpretação de resultados. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Anais... Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 117–133.
- Faria, P. B., M. C. Bressan, X. R. de Souza, L. V. Rossato, L. M. G. Botega, e L. T. da Gama. 2010. Carcass and parts yield of broilers reared under a semi-extensive system. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 12:153–159.
- Fattori, T. R., H. R. Wilson, F. B. Mather, e S. M. Bootwalla. 1992. Strategies for Weighing Broilers, Broiler Breeder Pullets and Broiler Breeder Hens: 1. Sample Size and Individual vs. Group Weighings. *J. Appl. Poult. Res.* 1:88–94.
- Fernandes, J. I. M., C. Bortoluzzi, G. E. Triques, A. F. G. Neto, e D. C. Peiter. 2013. Effect of strain, sex and age on carcass parameters of broilers. *Acta Sci.* 35:99–105.
- Ferreira, P. V. 2018. Estatística Experimental Aplicada às Ciências Agrárias. 1º ed UFV, Viçosa, MG.
- Gregory, N. G. 2005. Recent concerns about stunning and slaughter. *Meat Sci.* 70:481–491.
- Habib, A., A. Mohamed, A. Eltrifi, E. Abu-Shullukh, e A. Abubaker. 2016. Effect of feed Supplemented with Xylam Enzyme on Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Broiler Chicks. *J. Appl. Vet. Sci.* 1:15–20.
- Haley, M. M. 2001. Changing consumer demand for meat: the US example, 1970-2000. *Chang. Struct. Glob. Food Consum. Trade* 1:41–48.

- Han, J., M. Kamber, e J. Pei. 2011. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3<sup>o</sup> ed Morgan Kaufmann, Waltham, MA.
- Harms, R. H., F. B. Ma, C. R. DOUGLAS, e S. M. FREE. 1984. A Method for Weighing Pullets During the Growing Period. *Poult. Sci.* 63:443–446 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0630443>.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, e M. A. Qureshi. 2003a. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.* 82:1500–1508 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/82.10.1500>.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, e M. A. Qureshi. 2003b. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.* 82:1509–1518 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/82.10.1509>.
- Hayse, P. L., e W. W. Marion. 1973. Eviscerated Yield, Component Parts, and Meat, Skin and Bone Ratios in the Chicken Broiler. *Poult. Sci.* 52:718–722.
- Hudspeth, J. P., C. E. Lyon, B. G. Lyon, e A. J. Mercuri. 1973. Weights of Broiler Parts As Related To Carcass Weights and Type of Cut. *J. Food Sci.* 38:145–150.
- Hussein, E. O. S., G. M. Suliman, A. N. Al-Owaimer, S. H. Ahmed, A. M. Abudabos, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, I. M. Saadeldin, e A. A. Swelum. 2019. Effects of stock, sex, and muscle type on carcass characteristics and meat quality attributes of parent broiler breeders and broiler chickens. *Poult. Sci.* 98:6586–6592.
- Hussein, E. O. S., G. M. Suliman, A. N. Alowaimer, S. H. Ahmed, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, e A. A. Swelum. 2020. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poult. Sci.* 99:1988–1994 Available at <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.09.007>.
- Ialongo, C. 2016. Comprender el tamaño del efecto y sus medidas TRADUCIDO Understanding the effect size and its measures. *Biochem. Medica* 26:150–163 Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4910276/>.
- Ibrahim, D. 2006. Reduce, Refine, Replace: The Failure of the Three R's and the Future of Animal Experimentation. *Univ. Chic. Leg. Forum* 2006:7.
- Ikusika, O. O., A. B. Falowo, C. T. Mpendulo, T. J. Zindove, e A. I. Okoh. 2020. Effect of strain, sex and slaughter weight on growth performance, carcass yield and quality of broiler meat. *Open Agric.* 5:607–616.
- Kalinowski, P., e F. Fidler. 2010. *Interpreting Significance: The Differences Between Statistical Significance, Effect Size, and Practical Importance*. Newborn Infant Nurs.

- Rev. 10:50–54 Available at <http://dx.doi.org/10.1053/j.nainr.2009.12.007>.
- Kaps, M., e W. R. Lamberson. 2017. *Biostatistics for Animal Science*. 3rd ed CABI, Boston, MA, USA.
- Khan, U., J. Hussain, A. Mahmud, A. Khalique, S. Mehmood, I. Badar, M. Usman, M. Jaspal, e S. Ahmad. 2019. Comparative Study on Carcass Traits, Meat Quality and Taste in Broiler, Broiler Breeder and Aseel Chickens. *Brazilian J. Poult. Sci.* 21:1–10.
- Khosravinia, H., H. N. N. Murthy, e M. G. Govindaiah. 2006. Imposing Restriction in Selection for Disproportionate Cut-Up Carcass Yield in an Experimental Flock of Broiler Chicken. *J. Poult. Sci.* 43:109–119.
- Lamon, H. M. 1916. The Poultry Industry, Its Importance in Agricultural Development. *J. Am. Assoc. Instr. Investig. Poult. Husb.* 2:41–42 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0020041>.
- Li, Y., C. Luo, J. Wang, e F. Guo. 2017. Effects of different raising systems on growth performance, carcass, and meat quality of medium-growing chickens. *J. Appl. Anim. Res.* 45:326–330.
- López, K. P., M. W. Schilling, e A. Corzo. 2011. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poult. Sci.* 90:1105–1111.
- Loureiro, L., e M. Gameiro. 2011. Interpretação crítica dos resultados estatísticos: para lá da significância estatística. *Rev. Enferm. Ref. III Série*:151–162.
- Lyon, C. E., B. G. Lyon, e J. P. Hudspeth. 1973. The Effect of Different Cutting Procedures on the Cooked Yield and Tenderness of Cut-Up Broiler Parts. *Poult. Sci.* 52:1103–1111 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0521103>.
- Magdelaine, P., M. P. Spiess, e E. Valceschini. 2008. Poultry meat consumption trends in Europe. *Worlds. Poult. Sci. J.* 64:53–63.
- Marcu, A., G. Dumitrescu, Ş Lavinia, L. Petculescu, I. Pe, D. Dronca, S. Baul, e A. Marcu. 2014. The Influence of Nutrition, Sex and Slaughter Age on Characteristics of Pectoralis Major Muscle at Broiler Chickens Ross-308. *Anim. Sci. Biotechnol.* 47:306–312.
- Marcu, A., I. Vacaru-opri, A. Marcu, D. Lucia, D. Dronca, e B. Kelciov. 2015. the Influence of Genotype and Sex on Carcass Characteristics At Broiler Chickens. *Lucr. Ştiinţifice-Seria Zooteh.* 59:16–21.
- Masoudi, A., M. Chaji, M. Bojarpour, e K. H. Mirzadeh. 2011. Effects of different levels of date pits on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler

- chickens. *J. Appl. Anim. Res.* 39:399–405.
- McNally, E. H., e N. H. Spicknall. 1955. Meat Yield from Live, Dressed, and Eviscerated Rhode Island Red Chickens During Growth and at Maturity. *Poult. Sci.* 34:145–148 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0340145>.
- Meluzzi, A., e F. Sirri. 2009. Welfare of broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:161–173.
- Mendonça Júnior, C. X. de, F. Andreasi, F. Prada, J. S. M. Veiga, e S. M. A. Mendonça. 1975. Peso e rendimento da carcaça em duas linhagens de aves para corte. *Rev. da Fac. Med. Veterinária e Zootec. da Univ. São Paulo* 12:149.
- Michel, L. M., P. H. Punter, e W. V. Wismer. 2011. Perceptual attributes of poultry and other meat products: A repertory grid application. *Meat Sci.* 87:349–355 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.11.010>.
- Mortensen, A. K., P. Lisouski, e P. Ahrendt. 2016. Weight prediction of broiler chickens using 3D computer vision. *Comput. Electron. Agric.* 123:319–326 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.03.011>.
- Muñoz-García, J., J. L. Moreno-Rebollo, e A. Pascual-Acosta. 1990. Outliers: A Formal Approach. *Int. Stat. Rev.* 58:215–226.
- Muth, P. C., e A. Valle Zárate. 2017. Breast meat quality of chickens with divergent growth rates and its relation to growth curve parameters. *Arch. Anim. Breed.* 60:427–437.
- Nassar, F. S., H. R. Elsherif, E. M. EL-Komy, e F. K. R. Stino. 2019. Growth Performance, Carcass Yield, and Humoral Immune Response in Three Broiler Crosses Article. *Biosci. Res.* 16:54–65.
- Nogueira, B. R. F., M. P. Reis, A. C. Carvalho, E. A. C. Mendoza, B. L. Oliveira, V. A. Silva, e A. G. Bertechini. 2019. Performance, growth curves and carcass yield of four strains of broiler chicken. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 21:1–8.
- Nunes, R. V., J. Broch, L. Wachholz, C. De Souza, J. L. Damasceno, J. H. Oxford, D. J. Bloxham, L. Billard, e G. M. Pesti. 2018. Choosing sample sizes for various blood parameters of broiler chickens with normal and non-normal observations. *Poult. Sci.* 97:3746–3754.
- Patino, C. M., e J. C. Ferreira. 2016. Qual a importância do cálculo do tamanho amostral? *J. Bras. Pneumol.* 42:162–162.
- Pearson, A., e R. Young. 1989. *Muscle and Meat Biochemistry*. Academic Press, San Diego, Califórnia.
- Pelicano, E., P. Souza, H. Souza, A. Oba, M. Boiago, N. Zeola, A. Scatolini, V. Bertanha,

- e T. Lima. 2005. Carcass and cut yields and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 7:169–175.
- Pelletier, N., M. Ibarburu, e H. Xin. 2014. Comparison of the environmental footprint of the egg industry in the United States in 1960 and 2010. *Poult. Sci.* 93:241–255 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03390>.
- Pimentel-Gomes, F. 1985. *Curso de Estatística Experimental*. 13<sup>o</sup> ed Livraria Nobel, Piracicaba, SP.
- Pollock, D. L. 1997. Maximizing yield. *Poult. Sci.* 76:1131–1133 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/76.8.1131>.
- Poltowicz, K., e J. Doktor. 2012. Effect of slaughter age on performance and meat Quality of slow-growing broiler chickens. *Ann. Anim. Sci.* 12:621–631.
- Raji, A. O., J. U. Igwebuike, e I. D. Kwari. 2010. Regression models for estimating breast, thigh and fat weight and yield of broilers from non invasive body measurements. *Agric. Biol. J. N. Am* 1:469–475.
- Reddy, N. A., M. S. Kumar, K. K. Reddy, V. V Kulkarni, K. Rao, N. Krishnaiah, M. N. K. Reddy, e K. Santhosh. 2018. Studies on comparison of carcass composition of spent broiler breeders and commercial broilers. *7:770–772*.
- Resurreccion, A. V. A. 2004. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Sci.* 66:11–20.
- Roush, W. B., e P. R. Tozer. 2004. The power of tests for bioequivalence in feed experiments with poultry. *J. Anim. Sci.* 82 E-Suppl:110–118.
- Sakomura, N. K., R. M. Gous, S. M. Marcato, e J. B. K. Fernandes. 2011. A description of the growth of the major body components of 2 broiler chicken strains. *Poult. Sci.* 90:2888–2896 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01602>.
- Sakomura, N. K., e H. S. Rostagno. 2016. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástrico*. 2<sup>o</sup> ed Funep, Jaboticabal.
- Sams, A. R. 1999. Meat quality during processing. *Poult. Sci.* 78:798–803 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/78.5.798>.
- Santos, A. C. R. dos, L. A. Pereira, e C. A. A. Gonçalves. 2010. Investigação de fatores que afetam a qualidade e o rendimento de carcaças de frango. *Norte Científico* 5:1–11.
- SAS University Edition. 2020. *SAS/STAT: User’s Guide*. SAS Institute Inc, Cary, NY.
- Schmidt, C. J., M. E. Persia, E. Feierstein, B. Kingham, e W. W. Saylor. 2009. Comparison of a modern broiler line and a heritage line unselected since the 1950s.

- Poult. Sci. 88:2610–2619 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00055>.
- Seltman, H. J. 2015. *Experimental Design and Analysis*. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Shim, M. Y., M. Tahir, A. B. Karnuah, M. Miller, T. D. Pringle, S. E. Aggrey, e G. M. Pesti. 2012. Strain and sex effects on growth performance and carcass traits of contemporary commercial broiler crosses. *Poult. Sci.* 91:2942–2948 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02414>.
- Siegel, P. B. 2014. Evolution of the modern broiler and feed efficiency. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2:375–385.
- Siegel, P. B., J. B. Dodgson, e L. Andersson. 2006. Progress from chicken genetics to the chicken genome. *Poult. Sci.* 85:2050–2060 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/85.12.2050>.
- Silva, M. T. P., R. C. Veloso, A. V. Pires, R. A. T. Filho, S. R. F. Pinheiro, L. K. Winkelstroter, F. J. M. Barros, e J. A. B. Senna. 2017. Desempenho e características de carcaça de três genótipos comerciais de frangos de corte alimentados com diferentes dietas. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 69:1311–1318.
- Suresh, K. 2011. An overview of randomization techniques: An unbiased assessment of outcome in clinical research. *J. Hum. Reprod. Sci.* 4:8–11.
- Swanson, M. H., C. W. Carlson, e J. L. Fry. 1964. Factors Affecting Poultry Meat Yields. *North Cent. Reg. Res.* 476:3–36.
- Tankson, J. D., Y. Vizzier-Thaxton, J. P. Thaxton, J. D. May, e J. A. Cameron. 2001. Stress and nutritional quality of broilers. *Poult. Sci.* 80:1384–1389.
- Thaler, A. M. 1999. The United States perspective towards poultry slaughter. *Poult. Sci.* 78:298–301 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/78.2.298>.
- Thomas, D. G., V. Ravindran, D. V. Thomas, B. J. Camden, Y. H. Cottam, P. C. H. Morel, e C. J. Cook. 2004. Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics and selected welfare indicators of broiler chickens. *N. Z. Vet. J.* 52:76–81.
- Udeh, I., P. N. Ezebor, e P. O. Akporahuarho. 2015. Growth Performance and Carcass Yield of Three Commercial Strains of Broiler Chickens raised in a Tropical Environment. *J. Biol. Agric. Healthc.* 5:62–67.
- Uijttenboogaart, T. G. 1999. European perspective on poultry slaughter technology. *Poult. Sci.* 78:295–297 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/78.2.295>.
- USDA. 1998. *Poultry-Grading Manual*. Agriculture Handbook. 1998<sup>o</sup> ed USDA

- Agricultural Marketing Service, Washington, DC.
- Vieira, B. S., A. L. F. Lima, A. Weber, C. E. S. Soares, e D. F. 2017. Crescimento Muscular. Páginas 532–593 in *Fisiologia Das Aves Comerciais*. Macari, M., Maiorka, A., orgs. 2. Ed. FUNEP – FAPESP – FACTA, Jaboticabal.
- Warner, R. 2015. Meat: Conversion of Muscle into Meat. Páginas 677–684 in *Encyclopedia of Food and Health*. CABALLERO, B., FINGLAS, P.M., TOLDRÁ, F., orgs. 1 ed. Elsevier, Parkville.
- Wideman, N., C. A. O'Bryan, e P. G. Crandall. 2016. Factors affecting poultry meat colour and consumer preferences - A review. *Worlds. Poult. Sci. J.* 72:353–366.
- Young, L. L., J. K. Northcutt, R. J. Buhr, C. E. Lyon, e G. O. Ware. 2001. Effects of age, sex, and duration of postmortem aging on percentage yield of parts from broiler chicken carcasses. *Poult. Sci.* 80:376–379 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/80.3.376>.
- Zerehdaran, S., A. L. J. Vereijken, J. A. M. Van Arendonk, e E. H. Van Der Waaij. 2004. Estimation of genetic parameters for fat deposition and carcass traits in broilers. *Poult. Sci.* 83:521–525.
- Zhao, X., W. Ren, P. B. Siegel, J. Li, H. Yin, Y. Liu, Y. Wang, Y. Zhang, C. F. Honaker, e Q. Zhu. 2015. Housing systems interacting with sex and genetic line affect broiler growth and carcass traits. *Poult. Sci.* 94:1711–1717.
- Zuidhof, M. J. 2005. Mathematical characterization of broiler carcass yield dynamics. *Poult. Sci.* 84:1108–1122.
- Zuidhof, M. J., B. L. Schneider, V. L. Carney, D. R. Korver, e F. E. Robinson. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poult. Sci.* 93:2970–2982 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2014-04291>.

#### **4. RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES EMFRANGOS SELECIONADOS PARA O ABATE DE FORMA ALEATÓRIA OU COM BASE NOS PESOS MÉDIOS**

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a forma de seleção das aves para o abate, com base em pesos médios ou de forma aleatória, sobre o rendimento de carcaça e cortes. Foram coletadas 236 amostras de forma aleatória e 236 amostras baseadas no peso médio, de um estudo que avaliou o efeito da inclusão de óleo da polpa de bocaiúva na dieta de frangos de corte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 60 unidades experimentais, com 24 aves por unidade experimental. Aos 42 dias de idade, todas as aves de cada unidade experimental foram pesadas para obtenção do peso médio e seleção de 4 aves com o peso variando 2.5% para mais e para menos na média da unidade experimental. Em adição, foram selecionadas 4 aves de forma aleatória por unidade experimental. Estas aves, após jejum, foram sacrificadas por eletronarcole, sangradas, depenadas e evisceradas, para então ser realizada a pesagem da carcaça quente. Estas foram resfriadas em água com gelo para obtenção da carcaça fria, sendo ambas carcaças, quente e frias, usadas para determinação do rendimento de carcaça. A carcaça fria foi então dividida em 4 cortes comerciais, fillet de peito, sassami, pernas e asas, os quais foram pesados separadamente para obtenção do rendimento. Após a coleta de dados, estes foram submetidos à avaliação de normalidade, com testes de transformação de dados, análise de variância, avaliação do poder experimental e presença ou não de outliers. A forma como as aves foram selecionadas não afetou as características de carcaça ( $P>0,05$ ), tanto com como sem a presença de outliers. Os valores de dispersão, como desvio padrão e coeficientes de variação foram baixos, para todas as características avaliadas. A transformação não se mostrou necessária, visto que os dados apresentaram distribuição normal, apesar de que o rendimento de carcaça fria sem a retirada de outlier, poderia ser transformado pela equação  $1/x^2$ , para melhor apresentação dos dados. A seleção de aves de forma aleatória se mostra eficaz para produção de dados confiáveis para se estimar os rendimentos de carcaça e cortes, principalmente após a retirada de dados discrepantes.

**Palavras-chave:** estatística, randomização, variação

## CARCASS YIELD AND CUTS IN CHICKENS SELECTED FOR RANDOM SLAUGHTER OR BASED ON AVERAGE WEIGHTS

**ABSTRACT:** The purpose of this work was to evaluate the form of selection of poultry for slaughter, based on average weights or randomly, on carcass and cuts yield. 236 samples were collected at random, and 236 samples based on average weight, from a study that evaluated the effect of including bocaiuva pulp oil in the diet of broiler chickens. The experimental design used was completely randomized with 7 treatments and 60 experimental units, with 24 poultry per experimental unit. At 42 days of age, all poultry of each experimental unit were weighed to obtain the average weight and selection of 4 ones with weight varying from 2.5% for more and less in the average of the experimental unit. Four poultry were randomly selected per experimental unit. These ones, after fasting, were sacrificed by electronarcosis, bled, plucked and eviscerated, and the hot carcass was then weighed. These were cooled in ice water to obtain the cold carcass, both hot and cold carcasses being used to determine the carcass yield. The cold carcass was then divided into 4 commercial cuts, breast fillet, tenderloins, legs and wings, which were weighed separately to obtain the carcass yield. From the data collection, these were collected to assess normality, with data transformation tests, analysis of variance, evaluation of experimental power and presence or absence of an outlier. The way the poultry were selected did not affect carcass characteristics ( $P>0.05$ ), both with and without the presence of outliers. Dispersion values, such as standard deviation and coefficients of variation, were low for all evaluated characteristics. The transformation was not necessary, since the data presented normal distribution, although the cold carcass yield without the outlier removal could be transformed by the equation  $1/x^2$ , for better data presentation. The random selection of poultry proves to be effective in producing reliable data to estimate carcass and cut yields, especially after removing outliers.

**Keywords:** statistics, randomization, variation

## 4.1 Introdução

O consumidor de carne de frango vem mudando suas preferências, trocando o frango inteiro por seus cortes, devido a facilidade de preparo e principalmente pelo menor tempo necessário no cozimento de partes individuais (Magdelaine et al., 2008; Barbut, 2015). Este aumento na demanda por cortes fez com que a avicultura moderna investisse em pesquisas que melhorassem o rendimento dos cortes, assim como a qualidade e uniformidade (Barbut, 2015).

Diversos fatores podem afetar o rendimento de carcaça e dos cortes em frangos, como sexo, linhagem (Fernandes et al., 2013), nutrição (Marcu et al., 2014), sistema de criação (Zhao et al., 2015; Li et al., 2017), tipo de escalda no abate, forma de resfriamento da carcaça, entre outros (Buhr et al., 2014). Na experimentação, outro fator que pode afetar os resultados de rendimento de carcaça e cortes é a forma como as aves são selecionadas para o abate, ao acaso, de forma aleatória, ou se seguem um padrão, uma média de peso pré-estabelecida.

A randomização é um conceito amplamente utilizado nas pesquisas científicas, buscando evitar tratamentos preferenciais ou algum tipo de subjetividade (Suresh, 2011). O objetivo de selecionar dados aleatórios é garantir que todos os valores representem todas as probabilidades em que os tratamentos estão sujeitos, sem adicionar nenhum favorecimento a algum caso específico (Dean et al., 2017). No caso da seleção com base em uma média pode-se reduzir a dispersão dos dados, porém, pode subestimar ou superestimar as médias, indicando que os valores resultantes podem não ser realistas (Cox, 2009).

Em experimentos, o objetivo de uma amostra é sempre representar um todo, uma população (Cox, 2009). No entanto, esta amostra está sujeita a interferências, o que chamamos de erro experimental, podendo acarretar variações nas médias dos tratamentos (Kaps e Lamberson, 2017). Estas variações são mensuradas através de cálculos de dispersão, como o coeficiente de variação e desvio padrão, fornecendo informações quanto à qualidade em que o experimento foi realizado. Quanto menor as variações, maiores foram os controles dos erros e mais preciso e confiável será o resultado experimental (Kaps e Lamberson, 2017).

Amostras com dados muito discrepantes podem estar sujeitas à presença de *outliers*, que são dados que destoam dos demais dados amostrais, e que podem interferir

de forma negativa nos resultados (Han et al., 2011; Aggarwal, 2016; Angiulli et al., 2020). A retirada de *outliers* é uma das maneiras de se reduzir o erro experimental e a variação dos dados, tornado os resultados mais coerentes e confiáveis (Han et al., 2011; Aggarwal, 2016).

Assim, o objetivo do trabalho foi verificar se a forma como as aves foram selecionadas para o abate, com base em seus pesos médios e de forma aleatória, interfere no valor estimado de rendimento de carcaça e cortes.

## 4.2 Material e métodos

As amostras de carcaça e cortes utilizadas neste trabalho foram coletadas de frangos de corte Cobb 500, machos, de 42 dias de idade. As aves foram oriundas de um experimento testando a inclusão de óleo de polpa de bacaiuva na dieta. Este experimento foi conduzido na estação experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no município de Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

Todos os procedimentos de abate e sacrifício das aves seguiram as normas da resolução CFMV nº 1000/2012 (CFMV, 2012), Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000 da DSA/MAPA (BRASIL, 2000) e a Resolução Normativa nº 37 de 15 de fevereiro de 2018 do CONCEA (CONCEA, 2018), que estabelecem as Diretrizes da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal e os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário.

Foram utilizados 60 boxes com piso revestido com maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros tipo nipple. A temperatura e a umidade foram controladas segundo as recomendações para cada fase, com auxílio de campânulas elétricas, exaustores e placas evaporativas. O programa de luz seguiu as recomendações da linhagem, sendo controlada por um timer.

Foram utilizados 1440 frangos de corte, machos com 1 dia de idade, que foram criados até 42 dias de idade. As aves receberam água e ração *ad libitum*, sendo as dietas experimentais, isonutritivas e isocalóricas, formuladas à base de milho e farelo de soja, que atenderam as exigências nutricionais utilizadas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017) para frangos machos de desempenho médio-regular.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos, 10 repetições para os tratamentos basais (controles) e 8 repetições para os demais tratamentos, sendo cada unidade experimental (UE) com 24 aves. Os tratamentos consistiram em uma ração controle positiva (ração basal com uso de avilamicina, uma ração controle negativo (ração basal sem uso de antibiótico) e 5 rações com adição crescente de extrato de bocaiuva na ração controle negativo (100, 200, 300, 400 e 500 ppm).

Ao final do período experimental (42 dias) cada UE foi pesada em balança digital (modelo ADAM, série CPWplus M, precisão de 0,1 kg) para obtenção do peso médio de cada unidade, relacionando o peso total do box pelo número de aves da UE. Em seguida, 4 aves por UE foram selecionadas de forma aleatória. Com base no peso médio de cada UE, calculou-se uma variação de 2,5% para mais e 2,5% para menos em relação às médias, para seleção de mais 4 aves dentro desta faixa de peso, para serem abatidas, totalizando 8 aves abatidas por UE.

As aves pesadas para seleção de peso médio, assim como a pesagem pré-abate foi realizada em uma balança de gancho digital (modelo Feedback Sport, precisão de 0,01 kg). As aves selecionadas para o abate ficaram em jejum alimentar de 8 horas, posteriormente foram pesadas e sacrificadas por eletronarcose, seguido de sangria, escaldagem a 55 °C, depena mecânica e evisceração manual. Na evisceração foram retiradas todas as vísceras, pés e pescoço, para obtenção da carcaça quente.

A carcaça quente foi pesada e resfriada em um tanque com água e gelo por 60 minutos com posterior gotejamento por 10 minutos, para retirada do excesso de líquido. As carcaças, quente e frias, foram pesadas em balança digital de bancada (modelo Toledo 3 kg, precisão de 0,001 kg), para determinação do peso da carcaça e obtenção do rendimento de carcaça quente e fria, respectivamente. Os valores obtidos de rendimento de carcaça quente e fria se deu pela divisão do peso da carcaça pelo peso vivo da ave, multiplicando-se o resultado por 100.

Após a pesagem das carcaças frias, estas foram direcionadas à mesa de corte, a qual se utilizou um cone de corte para facilitar a obtenção dos cortes do *fillet* de peito, asa, salsami e pernas. Para obtenção das asas foi realizado um corte na articulação do ombro (entre clavícula, coracoide e úmero). As pernas foram obtidas através do corte na articulação do quadril (entre o fêmur e a pelve), que resultou na inclusão da coxa, da sobrecoxa e da pele, porém sem a gordura abdominal. O peito, sem osso e sem pele (*fillet* de peito), foi obtido pela remoção de todo músculo *Pectoralis major* ligado ao esterno até

a ponta da quilha. A clavícula também foi removida do peito com um corte do esterno e estendeu-se ao longo do coracoide. A obtenção do sassami se deu pela retirada de todo músculo *Pectoralis minor*, obtido a partir de um corte rente ao esterno.

Cada corte foi pesado separadamente em uma balança digital de bancada (modelo ADAM série LBK, precisão de 0,001 kg), para posterior análise de rendimento dos cortes. Para o cálculo de rendimento dos cortes, foi realizado a divisão do peso do corte pelo peso da carcaça fria, sendo o resultado multiplicado por 100.

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, e seguidamente para cada variável foram realizadas as transformações sugeridas por Barlett (1947) para obtenção dos valores de  $R^2$ . As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SAS (SAS University Edition, 2020), em que para obtenção das análises de variância (ANOVA) foi utilizado o PROC GLM, para as análises descritivas foi utilizado o PROC UNIVARIATE e para obtenção dos poderes de teste foi utilizado o PROC POWER.

O modelo estatístico utilizado na ANOVA foi composto pelos efeitos de um fatorial 7 x 2, sendo 7 dietas (dieta controle positivo, controle negativo, e inclusão de 100, 200, 300, 400 e 500 ppm de óleo da polpa de bocaiuva por kg de ração) e 2 formas de seleção das aves com base nos pesos (seleção forma aleatória ou considerando o peso médio da UE).

A ANOVA foi realizada para obtenção dos valores de erro quadrático médio,  $R^2$ , valor de P e coeficiente de variação. Os efeitos isolados das dietas, assim como possíveis interações não foram consideradas em análises subsequentes e nem discutidas. Todos os procedimentos foram realizados tanto com os dados completos (sem retirada de *outliers*), como com os dados após a retirada de *outliers*, utilizando-se 5% de significância.

Para a determinação dos *outliers* foi utilizado o critério de intervalos interquartil (IQR). Para tanto, foi estimado os valores do terceiro quartil (Q3) e primeiro quartil (Q1). Em seguida, foi obtido o valor do IQR através da diferença entre os dois quartis (Q3-Q1). Para determinar os dados discrepantes, multiplicou-se o IQR por 1,5 (valor padronizado pelo pesquisador), obtendo os limites aceitáveis dos dados. Os valores que se encontraram abaixo de  $Q1 - IQR * 1,5$  e acima de  $Q3 + IQR * 1,5$  foram considerados *outliers*.

A estimativa do número de repetições necessária para obtenção do poder do teste T, para duas amostras na ANOVA, de 80% com uma diferença entre médias de 1% (NPDT) foi realizada através do PROC POWER, segundo o seguinte comando:

Proc Power;  
onesamplemeans  
Nullmean= média da variável\*0,01+média da variável  
Mean = média da variável  
Ntotal= . (número a ser estimado)  
stddev = DP da variável  
Power=0,8;

O erro relativo (ER) foi calculado através da diferença entre as médias das aves do peso médio pelos pesos das aves selecionadas aleatoriamente, sendo este valor dividido pela média dos pesos das aves selecionadas dentro do peso médio e o valor multiplicado por 100, para ser expresso em porcentagem.

A estimativa do poder de teste (PDT) para a forma como as aves foram selecionadas em função do peso da unidade experimental foi realizada pelo poder do teste T para duas amostras em uma ANOVA com delineamento inteiramente casualizado, considerando somente a forma como as aves foram selecionadas, sem levar em conta a influência das dietas.

### 4.3 Resultados

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre as dietas utilizadas e a forma como as aves foram selecionadas para o abate em nenhuma característica avaliada (Tabela 1). A forma como as aves foram selecionadas para o abate com base em seus pesos, não causou efeito ( $P > 0,05$ ) nas características de carcaça quando se utilizou os dados brutos, sem a exclusão de *outliers*. Os maiores CV foram obtidos nos dados de sassami (12,06% para aves selecionadas aleatoriamente e 10,74% para aves selecionadas dentro do peso médio), enquanto os menores valores foram encontrados para rendimento de carcaça quente (RQC), valor de 2,40% para aves selecionadas dentro do peso médio e 2,42% para aves selecionadas de forma aleatória.

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas, resultados da ANOVA e poder do teste F da ANOVA de características de carcaça de frangos de corte selecionados para o abate com base em seus pesos e sem a retirada de *outliers*.

	RCQ (%)	RCF (%)	RF (%)	RS (%)	RA (%)	RP (%)
Peso médio						
N	236	236	236	236	236	236
Média	70,92	72,61	27,84	5,65	9,84	32,59
DP	1,70	1,79	1,87	0,61	0,72	1,35
CV (%)	2,40	2,47	6,70	10,74	7,35	4,16
EPM	0,11	0,12	0,12	0,04	0,05	0,09
NPDT <sup>1</sup>	47	50	353	814	409	134
Peso aleatório						
N	236	236	236	236	236	236
Média	71,11	72,83	27,90	5,58	9,76	32,50
DP	1,72	2,08	1,71	0,67	0,81	1,57
CV (%)	2,42	2,76	6,15	12,06	8,34	4,83
EPM	0,11	0,14	0,11	0,04	0,05	0,10
NPDT	49	66	295	981	517	180
ANOVA						
Peso	0,274	0,138	0,729	0,226	0,280	0,413
Dieta	0,011	0,060	0,122	0,541	0,118	0,585
Peso*Dieta	0,887	0,839	0,262	0,641	0,170	0,876
CV (%)	2,39	2,77	6,38	11,43	7,79	4,52
ER <sup>2</sup> (%)	0,27	0,30	0,22	1,24	0,81	0,28
PDT <sup>3</sup> (%)	0,68	0,66	0,11	0,66	0,63	0,26

N = número de observações; RQC = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça fria; RF = rendimento de *fillet* de peito; RS = rendimento de sassami; RA = rendimento de asas; RP = rendimento de pernas; EPM = erro padrão da média; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

<sup>1</sup>NPDT = número de repetições necessárias para um poder de teste de 80% e diferença entre médias de 1%.

<sup>2</sup>ER = erro relativo entre médias segundo a fórmula  $ER = [(m\acute{e}dia\ do\ peso\ m\acute{e}dio - m\acute{e}dia\ do\ peso\ aleat\acute{o}rio) * 100] / m\acute{e}dia\ do\ peso\ m\acute{e}dio$ .

<sup>3</sup>PDT = poder do teste para o peso das aves.

O erro relativo entre as médias variou de 0,22% a 1,24%, enquanto o poder do teste variou de 11% a 68%. O número de repetições necessárias para se alcançar efeito ( $P < 0,05$ ) com 1% de diferença entre as médias e um poder de teste de 80%, foi menor para os dados das aves selecionadas dentro do peso médio, exceto para a característica rendimento de *fillet* de peito (RF).

Não foram obtidas diferenças ( $P > 0,05$ ) no rendimento de carcaça e cortes mesmo após o ajuste dos dados com a retirada de *outliers* (Tabela 2). O número de *outliers* encontrados foi maior para o rendimento de asas (RA, 13 dados discrepantes) para as aves selecionadas de forma aleatória. Para as aves selecionadas dentro do peso médio, o maior

número de dados discrepantes foi obtido para rendimento de perna (RP, 2 dados discrepantes).

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas, resultado da ANOVA e poder do teste F da ANOVA de características de carcaça de frangos de corte selecionados para o abate com base em seus pesos, após a retirada de *outliers*.

	RCQ (%)	RCF (%)	RF (%)	RS (%)	RA (%)	RP (%)
Peso médio						
N	236	235	235	236	235	234
Média	70,92	72,63	27,82	5,65	9,85	32,59
DP	1,70	1,77	1,83	0,61	0,71	1,31
CV (%)	2,40	2,43	6,58	10,74	7,21	4,03
EPM	0,11	0,12	0,12	0,04	0,05	0,09
NPDT <sup>1</sup>	47	49	338	814	398	126
Peso aleatório						
N	235	235	233	235	223	235
Média	71,07	72,75	27,93	5,57	9,87	32,54
DP	1,64	1,67	1,55	0,66	0,69	1,44
CV (%)	2,31	2,30	5,56	11,83	6,97	4,44
EPM	0,11	0,11	0,10	0,04	0,05	0,09
NPDT	44	44	243	952	376	152
ANOVA						
Peso	0,305	0,429	0,425	0,210	0,728	0,598
Dieta	0,007	0,060	0,192	0,675	0,095	0,675
Peso*Dieta	0,927	0,871	0,098	0,564	0,446	0,749
CV (%)	2,33	2,36	6,12	11,24	7,33	4,32
ER <sup>2</sup> (%)	0,21	0,17	0,40	1,42	0,20	0,15
PDT <sup>3</sup> (%)	0,50	0,33	0,28	0,79	0,09	0,12

N = número de observações; RQC = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça fria; RF = rendimento de *fillet* de peito; RS = rendimento de sassami; RA = rendimento de asas; RP = rendimento de pernas; EPM = erro padrão da média; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

<sup>1</sup>NPDT = número de repetições necessárias para um poder de teste de 80% e diferença entre médias de 1%.

<sup>2</sup>ER = erro relativo entre médias segundo a fórmula  $ER = [(m\acute{e}dia\ peso\ m\acute{e}dio - m\acute{e}dia\ peso\ aleat\acute{o}rio) * 100] / m\acute{e}dia\ peso\ m\acute{e}dio$ .

<sup>3</sup>PDT = poder do teste para o peso das aves

Os menores valores de CV foram obtidos para RCQ e RCF das aves selecionadas de forma aleatória, enquanto os maiores CV foram obtidos nos dados de RA, para ambas as formas de seleção. O poder de teste para a forma como as aves foram selecionadas para o abate variou de 9% a 79%, enquanto a diferença entre as médias dos rendimentos de carcaça e cortes variou de 0,15% a 1,42%.

O número de repetições necessárias para encontrar diferenças ( $P < 0,05$ ) com um poder de teste de 80% e uma diferença entre médias de 1% foi menor para os dados de RCQ, RCF, RF e RA para as aves selecionadas de forma aleatória. Para as aves selecionadas dentro do peso médio, o número de repetições foi menor para rendimento de sassami (RS) e RP.

Quando os dados foram submetidos a transformações, verificou-se que quando não há retirada de dados discrepantes, as variáveis de rendimento de carcaça e cortes apresentaram um coeficiente de determinação acima de 90%, independentemente da forma de seleção (Tabela 3). Isto só não ocorreu para os dados de RCF das aves selecionadas de forma aleatória, em que os dados normais apresentaram um coeficiente de determinação de 79,92% e quando transformados pela equação  $1/x^2$  apresentaram um  $R^2$  de 90,17%, o que gerou uma melhora de 13,74%.

Houve aumento nos coeficientes de determinação para todas as variáveis que tiveram a retirada de *outliers*, sendo que todas apresentaram  $R^2$  acima de 90% (Tabela 4). Os coeficientes de determinação dos dados originais, em que as aves foram selecionadas dentro do peso médio, foram maiores que os das aves selecionadas aleatoriamente para as características de RCQ, RCF, RA e RP.

O comportamento dos dados de RCF das aves selecionadas de forma aleatória, com e sem a retirada de *outliers*, assim como com a transformação dos dados sem retirada de *outliers* (equação  $1/x^2$ ) e após a retirada de valores discrepantes (equação  $\ln[x/(1-x)]$ ), podem ser observados na Figura 1.

#### 4.4 Discussão

Os resultados apresentados demonstram a importância das análises estatísticas em um experimento, e que a forma como os dados são obtidos e trabalhados podem influenciar os resultados de uma pesquisa. O máximo cuidado com possíveis variações experimentais não evita a ocorrência de erros, mas darão indicativos de bons resultados e evitam más interpretações (Kalinowski e Fidler, 2010).

As características de carcaça estão sujeitas à influência de diversos fatores, como sexo das aves (López et al., 2011; Fernandes et al., 2013; Hussein et al., 2019; Khan et al., 2019), linhagem (Antunes et al., 2012; Udeh et al., 2015), idade (Chen et al., 1987; Young et al., 2001; Sakomura et al., 2011; Fernandes et al., 2013; Coban et al., 2014; El-

waseif, 2017), fatores nutricionais (Antunes et al., 2012; Hussein et al., 2020), diferenças nas técnicas de abate (Santos et al., 2010) e entre outros, os quais podem interferir na dispersão dos dados amostrados.

As medidas de dispersão calculadas neste trabalho, como DP, CV e EPM, são consideradas baixas (Sakomura e Rostagno, 2016), o que também nos dá indicações de que dados de carcaça podem ser considerados estáveis. Baixas variações facilitam encontrar diferenças significativas com menores diferenças entre as médias dos tratamentos e um menor número de repetições (Nunes et al., 2018). Conforme relatado, dados de RCQ e RCF apresentaram menores variações, necessitando de menor número de repetições para se encontrar 1% de diferença entre as médias, ao contrário dos rendimentos de cortes, especialmente o RS, que com sua maior variação necessitou de um número maior de repetições.

Um dos objetivos da amostragem é estimar a média de uma população em função de um grupo reduzido. Alterações na forma como os dados são coletados podem fazer com que as médias estimadas não representem a população. A amostragem de forma randomizada é uma das alternativas mais aceitas por eliminar o viés de seleção e a influência do pesquisador (Suresh, 2011). A seleção padronizada, ou seja, de elementos dentro de uma faixa média pré-determinada pode mascarar a real estimativa da média populacional, visto que descarta possíveis interações com o ambiente e a possibilidade da aleatoriedade em que a população está susceptível (Cox, 2009).

A estreita margem de variação utilizada para a seleção das aves, com base no peso médio da UE, diminuiu as variações das características de carcaça. No entanto, para as aves que foram selecionadas de forma aleatória, essas variações também não foram expressivas. Neste contexto, após a retirada dos *outliers*, o RCQ, RCF, RF e RA apresentaram menores variações nos dados para as aves selecionadas aleatoriamente.

**Tabela 3.** Simulação dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de várias transformações de medidas de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte sem a retirada de dados discrepantes.

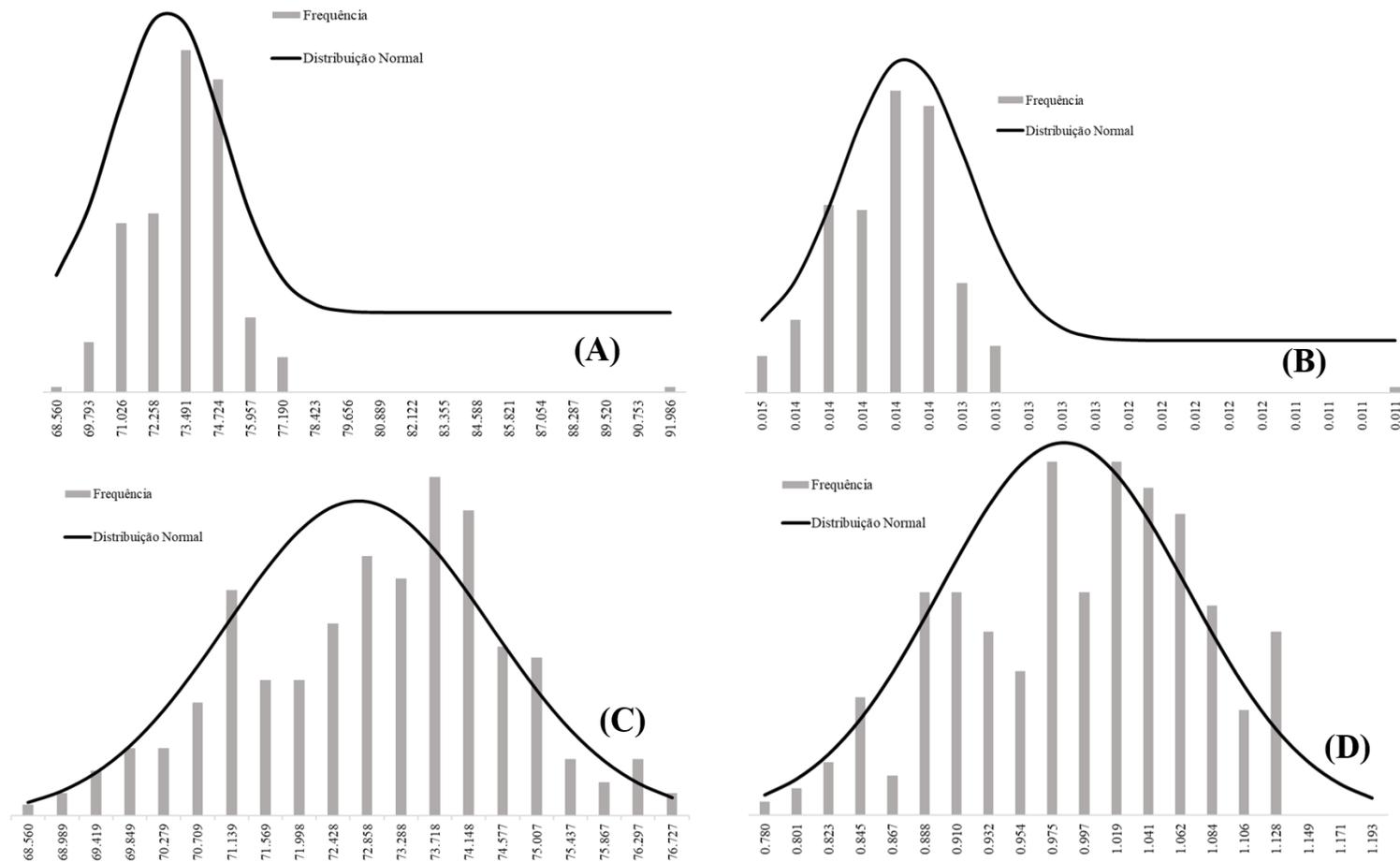
Transformações	Peso Médio						Peso Aleatório					
	RCQ (%)	RCF (%)	RF (%)	RS (%)	RA (%)	RP (%)	RCQ (%)	RCF (%)	RF (%)	RS (%)	RA (%)	RP (%)
Dados originais	<b>0,997</b>	0,995	0,991	0,992	0,980	0,997	0,910	0,799	0,960	0,996	0,952	0,949
Log10(x)	0,996	0,994	<b>0,993</b>	<b>0,995</b>	0,966	<b>0,998</b>	0,926	0,841	0,932	0,995	0,932	0,919
Log10(x +1)	0,996	0,994	<b>0,993</b>	<b>0,995</b>	0,967	<b>0,998</b>	0,926	0,841	0,933	0,996	0,934	0,920
Ln(x)	0,996	0,994	<b>0,993</b>	0,995	0,966	<b>0,998</b>	0,926	0,841	0,932	0,995	0,932	0,919
Raiz quadrada (x)	0,996	0,994	0,992	<b>0,995</b>	0,973	<b>0,998</b>	0,919	0,821	0,948	<b>0,997</b>	0,942	0,936
Quadrado (x)	<b>0,997</b>	<b>0,996</b>	0,985	0,982	<b>0,989</b>	0,995	0,890	0,750	<b>0,973</b>	0,983	<b>0,968</b>	<b>0,969</b>
Arcsin(Raiz(x)) em graus	<b>0,997</b>	<b>0,996</b>	0,992	0,992	0,974	0,997	0,889	0,819	0,952	0,995	0,943	0,942
Raiz quadrada (x+0,5)	0,996	0,994	0,992	<b>0,995</b>	0,974	<b>0,998</b>	0,918	0,821	0,948	<b>0,997</b>	0,943	0,936
Ln (x+1)	0,996	0,994	<b>0,993</b>	<b>0,995</b>	0,967	<b>0,998</b>	0,926	0,841	0,933	0,996	0,934	0,920
ArcSin(Raiz(x)) em radianos	0,996	0,995	0,991	<b>0,995</b>	0,975	0,997	0,917	0,818	0,957	<b>0,997</b>	0,944	0,950
ln[x/(1-x)]	<b>0,997</b>	<b>0,996</b>	<b>0,993</b>	0,990	0,968	<b>0,998</b>	0,864	0,622	0,943	0,992	0,934	0,933
0,5ln [(1+x)/(1-x)]	0,996	<b>0,996</b>	0,990	0,983	0,980	0,997	0,849	0,799	0,962	0,981	0,952	0,954
Raiz cúbica (x)	0,996	0,994	<b>0,993</b>	<b>0,995</b>	0,971	<b>0,998</b>	0,921	0,828	0,943	<b>0,997</b>	0,939	0,930
1 / x <sup>2</sup>	0,994	0,990	0,989	0,974	0,925	0,994	<b>0,950</b>	<b>0,902</b>	0,807	0,953	0,879	0,815
1 / x	0,995	0,992	<b>0,993</b>	0,989	0,948	0,996	0,939	0,875	0,882	0,981	0,907	0,875
(1/lambda)*asinh(lambda*Raiz(x+0,5))	0,996	0,994	<b>0,993</b>	<b>0,995</b>	0,967	<b>0,998</b>	0,926	0,841	0,933	0,996	0,933	0,920
(1/lambda)*asinh(lambda*Raiz(x))	0,996	0,994	<b>0,993</b>	<b>0,995</b>	0,966	<b>0,998</b>	0,926	0,841	0,932	0,995	0,932	0,919
Máximo aumento	0,000	0,001	0,003	0,003	0,009	0,001	0,040	0,107	0,013	0,001	0,016	0,019
Máximo aumento (%)	0,000	0,109	0,270	0,272	0,959	0,050	4,355	13,741	1,310	0,140	1,666	2,048

RQC = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça fria; RF = rendimento de *fillet* de peito; RS = rendimento de sassami; RA = rendimento de asas; RP = rendimento de pernas;

**Tabela 4.** Simulação dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de várias transformações de medidas de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte após a retirada de *outliers*.

Transformações	Peso Médio						Peso Aleatório					
	RCQ (%)	RCF (%)	RF (%)	RS (%)	RA (%)	RP (%)	RCQ (%)	RCF (%)	RF (%)	RS (%)	RA (%)	RP (%)
Dados originais	<b>0,997</b>	0,994	0,989	0,992	0,981	0,997	0,988	0,989	0,991	<b>0,997</b>	0,963	<b>0,993</b>
Log10(x)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,969	<b>0,998</b>	0,986	0,987	0,995	0,993	0,948	0,992
Log10(x +1)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,971	<b>0,998</b>	0,986	0,987	0,994	0,995	0,949	0,992
Ln(x)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,969	<b>0,998</b>	0,986	0,987	0,995	0,993	0,948	0,992
Raiz quadrada (x)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,976	<b>0,998</b>	0,987	0,988	0,993	0,997	0,956	<b>0,993</b>
Quadrado (x)	<b>0,997</b>	<b>0,995</b>	0,985	0,982	<b>0,989</b>	0,995	0,990	0,990	0,984	0,989	<b>0,975</b>	0,992
Arcsin(Raiz(x)) em graus	<b>0,997</b>	<b>0,995</b>	<b>0,990</b>	0,992	0,976	0,997	0,989	0,990	0,992	<b>0,997</b>	0,957	<b>0,993</b>
Raiz quadrada (x+0,5)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,976	<b>0,998</b>	0,987	0,988	0,993	<b>0,997</b>	0,956	<b>0,993</b>
Ln (x+1)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,971	<b>0,998</b>	0,986	0,987	0,994	0,995	0,949	0,992
ArcSin(Raiz(x)) em radianos	0,996	0,994	0,989	<b>0,995</b>	0,977	0,997	0,987	0,988	0,991	<b>0,997</b>	0,957	<b>0,993</b>
ln[x/(1-x)]	<b>0,997</b>	<b>0,995</b>	<b>0,990</b>	0,990	0,971	<b>0,998</b>	<b>0,991</b>	<b>0,991</b>	0,993	0,996	0,950	<b>0,993</b>
0,5ln [(1+x)/(1-x)]	0,996	<b>0,995</b>	0,988	0,983	0,981	0,997	<b>0,991</b>	0,990	0,990	0,990	0,963	<b>0,993</b>
Raiz cúbica (x)	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,974	<b>0,998</b>	0,987	0,987	0,993	0,996	0,953	0,992
1 / x <sup>2</sup>	0,994	0,991	0,985	0,974	0,935	0,994	0,981	0,982	0,994	0,949	0,908	0,987
1 / x	0,995	0,992	0,989	0,989	0,954	0,996	0,983	0,985	<b>0,996</b>	0,977	0,929	0,990
(1/lambda)*asinh(lambda*Raiz(x+0,5))	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,970	<b>0,998</b>	0,986	0,987	0,994	0,994	0,949	0,992
(1/lambda)*asinh(lambda*Raiz(x))	0,996	0,994	<b>0,990</b>	<b>0,995</b>	0,969	<b>0,998</b>	0,986	0,987	0,994	0,994	0,948	0,992
Máximo aumento	0,000	0,001	0,002	0,003	0,008	0,001	0,003	0,003	0,005	0,000	0,012	0,000
Máximo aumento (%)	0,000	0,053	0,154	0,272	0,817	0,050	0,343	0,280	0,523	0,000	1,220	0,000

RQC = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça fria; RF = rendimento de *fillet* de peito; RS = rendimento de sassami; RA = rendimento de asas; RP = rendimento de pernas;



**Figura 1.** Simulação da distribuição de frequência e da distribuição normal do rendimento de carcaça fria de frangos de corte selecionados de forma aleatória, com os dados originais sem retirada de *outliers* (A), transformação destes usando  $1/x^2$  (B) e distribuição de frequência e distribuição normal após a retirada de *outliers* (C) e sua transformação com  $\ln[x/(1-x)]$  (D).

Outro fator importante a se considerar na forma em que selecionamos os animais é o bem-estar, tanto do animal quanto das pessoas envolvidas no protocolo experimental, sendo cada vez mais preconizado pelos comitês de ética na pesquisa animal (Ibrahim, 2006; Meluzzi e Sirri, 2009). A seleção das aves com base no peso médio demanda maior tempo para pesagem, gerando maior estresse para as aves e pessoas envolvidas na atividade, podendo ocasionar problemas nas características de carcaça, assim como erros de pesagem, anotações e tabulação dos dados, devido ao cansaço físico e mental (Doyle e Leeson, 1989; Mortensen et al., 2016). A seleção de forma aleatória é mais rápida, prática e eficiente, causando mínimo desconforto possível nas aves e humanos, evitando a seleção predefinida da amostra.

Coleta de dados é um processo importante para a confiabilidade das pesquisas e erros podem acarretar problemas significativos nos resultados. Quando se verificam erros nos dados, ou algum dado não corresponde com o padrão adotado pela maioria, dizemos que são discrepantes ou *outliers* (Han et al., 2011; Angiulli et al., 2020). Quando detectado *outliers*, os mesmos podem ser removidos do banco de dados, melhorando a distribuição dos dados. Este efeito pode ser verificado nas Tabelas 2 e 4, onde os índices de variação e coeficiente de determinação melhoraram após a retirada dos dados discrepantes.

Cabe ao pesquisador a retirada de dados discrepantes, sendo que a retirada reduz a dispersão dos dados e impacta diretamente nos demais parâmetros avaliados estatisticamente. Ocorre uma redução no DP e CV, o que nos indica que as amostras representam a média de forma mais precisa, e menores valores de variação nos permitem ter poderes de teste maiores, o que valida a precisão experimental. Em adição, a correção dos *outliers* permite que os dados apresentem uma distribuição mais apropriada, como percebemos no RCF que antes da retirada dos *outliers* a distribuição normal dos dados possuía um  $R^2$  de 79,92% (Tabela 3) e após a retirada de apenas 1 dado discrepante, este valor foi alterado para 98,90% (Tabela 4), o que demonstra excelente distribuição normal dos dados, podendo utilizar os dados na sua forma original, sem transformação, para realização dos testes estatísticos.

A verificação da normalidade é outro fator que pode auxiliar na melhora da qualidade dos dados, visto que dados não normais apresentam variações elevadas e prejudicam as análises estatísticas mais usuais. Nestes casos, a transformação de dados pode ser uma solução fácil e prática, melhorando a forma como os dados são distribuídos. Nota-se que os dados de carcaça apresentam uma ótima aderência à distribuição normal,

com base no coeficiente de determinação, com valores acima de 90% (Tabela 3), o que indica que transformações podem não ser efetivas. Entretanto, verificou-se que a não retirada de dados discrepantes prejudicou a distribuição e, neste caso, a transformação é uma alternativa para melhoria da qualidade dos dados. Após a retirada de *outliers* o coeficiente de determinação aumentou ao ponto de não necessitar de transformações, ou caso realizada, seja pouco efetiva (Figura 1).

Outro indicativo de qualidade experimental, o poder do teste, nos auxilia tanto no planejamento experimental, como na obtenção da qualidade do resultado, em que se deseja sempre um poder do teste elevado (Seltman, 2015). Para isso, os dados devem apresentar a menor variação possível, uma diferença entre médias acessível e um número de repetições ideal. As características de carcaça apresentam valores de dispersão baixo (Tabela 1 e 2), o que melhora o poder do teste, porém devido aos baixos valores de média, a diferença entre as médias é pequena, o que resulta no poder do teste mais baixo. Para aumentar o poder do teste, seria necessário aumentar o número de repetições, o que gera custo experimental, ou reduzir ainda mais a variação dos dados ou elevar a probabilidade do alfa.

Com base em uma mesma diferença entre médias, por exemplo 1%, a variação do poder experimental será definida pela variação dos dados e o número de repetições. Neste caso, verificamos que quando as aves são selecionadas com base no peso médio, inicialmente apresentam uma menor dispersão dos dados e número de repetições necessárias para se alcançar a diferença  $P < 0,05$ . Entretanto, com a retirada de *outliers*, os dados de carcaça das aves selecionadas ao acaso apresentaram uma menor dispersão, exceto RP e RS, o que proporcionou uma necessidade menor de repetições para se encontrar a diferença  $P < 0,05$ . Esta informação é útil na preparação de pesquisas, em que a redução no número de repetições necessárias para se alcançar os resultados esperados é cada vez mais solicitada, tanto pelas exigências dos comitês de ética, como pela redução de custos experimentais (Ibrahim, 2006; Meluzzi e Sirri, 2009).

Como já mencionado, uma amostra deve representar a população da forma mais precisa possível, e para isso estas amostras devem estar sujeitas a todos os efeitos possíveis (Kaps e Lamberson, 2017). Portanto, a retirada de amostras com base em um peso médio pode mascarar alguns efeitos que a população está sujeita. Devido as amostras recolhidas de forma aleatória apresentarem resultados semelhantes, em alguns casos melhores do que os apresentados para as aves selecionadas na média, pode-se esperar que a seleção de forma aleatória, represente a população com alta confiabilidade e pode ser

usada em pesquisa para obtenção de rendimento de carcaça e cortes, sem causar prejuízos estatísticos.

#### 4.5 Conclusão

A seleção de aves, na unidade experimental, para abate e rendimento de carcaça e cortes em frangos de corte pode ser realizada de forma aleatória, especialmente após a retirada de dados discrepantes, por resultar em baixas variações, facilidade de realização, menor tempo e menor estresse.

#### 4.6 Referências bibliográficas

- Aggarwal, C. C. 2016. *Outlier analysis*. 2o ed Springer, Cham, Switzerland.
- Angiulli, F., S. Basta, S. Lodi, e C. Sartori. 2020. Reducing distance computations for distance-based *outliers*. *Expert Syst. Appl.* 147:113215 Available at <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113215>.
- Antunes, M. M., J. Paulo, R. Bueno, M. C. Assunção, D. B. Soares, I. Lourenço, e C. M. Caires. 2012. Rendimento de carcaça e cortes em frangos de corte fêmeas de duas linhagens submetidas a diferentes níveis nutricionais. *Veterinária Notícias* 2:100–104.
- Barbut, S. 2015. *The Science of Poultry and Meat Processing*. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Bartlett, M. S. 1947. The Use of Transformations. *Biometrics* 3:39–52.
- Brasil. Instrução Normativa Nº 3, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Brasília, DF, 2000.
- Buhr, R. J., J. M. Walker, D. V. Bourassa, A. B. Caudill, B. H. Kiepper, e H. Zhuang. 2014. Impact of broiler processing scalding and chilling profiles on carcass and breast meat yield. *Poult. Sci.* 93:1534–1541 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03535>.

- CFMV - Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução Nº 1000, de 11 de maio de 2012. Procedimentos e métodos de eutanásia em animais e outras providências. Brasília, DF, 2012.
- Chen, T. C., S. Omar, D. Sshultz, B. C. Dilworth, e J. Day. 1987. Processing, Parts, and Deboning Yields of Four Ages of Broilers. *Poult. Sci.* 66:1334–1340 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0661334>.
- Coban, O., E. Lacin, M. I. Aksu, A. Kara, e N. The impact of slaughter age on performance, carcass traits, properties of cut- up pieces of carcasses, and muscle development in broiler chickens. *Eur. Poult. Sci.* 78:1–10.
- CONCEA – Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Resolução Normativa Nº 37, de 15 de fevereiro de 2018. Diretriz da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Brasília, DF, 2018.
- Cox, D. R. 2009. Randomization in the design of experiments. *Int. Stat. Rev.* 77:415–429.
- Dean, A., D. Voss, e D. Draguljić. 2017. *Design and Analysis of Experiments*. 2o ed Springer, Cham, Switzerland.
- Doyle, I., e S. Leeson. 1989. Automatic Weighing of Poultry Reared on a Litter Floor. *Can. J. Anim. Sci.* 69:1075–1081.
- El-waseif, M. 2017. Carcass Traits, Cuts Yield, Raw Meat Quality and Burger Quality Characteristics of Different Marketing Ages and Sex Broiler Chickens. *Egypt J. Food Sci.* 45:1–13.
- Fernandes, J. I. M., C. Bortoluzzi, G. E. Triques, A. F. G. Neto, e D. C. Peiter. 2013. Effect of strain, sex and age on carcass parameters of broilers. *Acta Sci.* 35:99–105.
- Han, J., M. Kamber, e J. Pei. 2011. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3o ed Morgan Kaufmann, Waltham, MA.
- Hussein, E. O. S., G. M. Suliman, A. N. Al-Owaimer, S. H. Ahmed, A. M. Abudabos, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, I. M. Saadeldin, e A. A. Swelum. 2019. Effects of stock, sex, and muscle type on carcass characteristics and meat quality attributes of parent broiler breeders and broiler chickens. *Poult. Sci.* 98:6586–6592.
- Hussein, E. O. S., G. M. Suliman, A. N. Alowaimer, S. H. Ahmed, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, e A. A. Swelum. 2020. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme

- preparation. *Poult. Sci.* 99:1988–1994 Available at <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.09.007>.
- Ibrahim, D. 2006. Reduce, Refine, Replace: The Failure of the Three R's and the Future of Animal Experimentation. *Univ. Chic. Leg. Forum* 2006:7.
- Kalinowski, P., e F. Fidler. 2010. Interpreting Significance: The Differences Between Statistical Significance, Effect Size, and Practical Importance. *Newborn Infant Nurs. Rev.* 10:50–54 Available at <http://dx.doi.org/10.1053/j.nainr.2009.12.007>.
- Kaps, M., e W. R. Lamberson. 2017. *Biostatistics for Animal Science*. 3rd ed CABI, Boston, MA, USA.
- Khan, U., J. Hussain, A. Mahmud, A. Khalique, S. Mehmood, I. Badar, M. Usman, M. Jaspal, e S. Ahmad. 2019. Comparative Study on Carcass Traits, Meat Quality and Taste in Broiler, Broiler Breeder and Aseel Chickens. *Brazilian J. Poult. Sci.* 21:1–10.
- Li, Y., C. Luo, J. Wang, e F. Guo. 2017. Effects of different raising systems on growth performance, carcass, and meat quality of medium-growing chickens. *J. Appl. Anim. Res.* 45:326–330.
- López, K. P., M. W. Schilling, e A. Corzo. 2011. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poult. Sci.* 90:1105–1111.
- Magdelaine, P., M. P. Spiess, e Valceschini. 2008. Poultry meat consumption trends in Europe. *Worlds. Poult. Sci. J.* 64:53–63.
- Marcu, A., G. Dumitrescu, Ş Lavinia, L. Petculescu, I. Pe, D. Dronca, S. Baul, e A. Marcu. 2014. The Influence of Nutrition, Sex and Slaughter Age on Characteristics of Pectoralis Major Muscle at Broiler Chickens Ross-308. *Anim. Sci. Biotechnol.* 47:306–312.
- Meluzzi, A., e F. Sirri. 2009. Welfare of broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:161–173.
- Mortensen, A. K., P. Lisouski, e P. Ahrendt. 2016. Weight prediction of broiler chickens using 3D computer vision. *Comput. Electron. Agric.* 123:319–326 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.03.011>.
- Nunes, R. V., J. Broch, L. Wachholz, C. De Souza, J. L. Damasceno, J. H. Oxford, D. J. Bloxham, L. Billard, e G. M. Pesti. 2018. Choosing sample sizes for various blood parameters of broiler chickens with normal and non-normal observations. *Poult. Sci.* 97:3746–3754.
- Patino, C. M., e J. C. Ferreira. 2016. Qual a importância do cálculo do tamanho amostral? *J. Bras. Pneumol.* 42:162–162.

- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, M. I. Hannas, J. L. Donzele, N. K. Sakomura, F. G. Perazzo, A. Saraiva, M. L. Teixeira, P. B. Rodrigues, R. F. de Oliveira, S. L. de T. Barreto, e C. O. Brito. 2017. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (HS Rostagno, Org.). 4o ed UFV, Viçosa.
- Sakomura, N. K., R. M. Gous, S. M. Marcato, e J. B. K. Fernandes. 2011. A description of the growth of the major body components of 2 broiler chicken strains. *Poult. Sci.* 90:2888–2896 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01602>.
- Sakomura, N. K., e H. S. Rostagno. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástrico. 2o ed Funep, Jaboticabal.
- Santos, A. C. R. dos, L. A. Pereira, e C. A. A. Gonçalves. 2010. Investigação de fatores que afetam a qualidade e o rendimento de carcaças de frango. *Norte Científico* 5:1–11.
- SAS University Edition. 2020. SAS/STAT: User's Guide. SAS Institute Inc, Cary, NY.
- Seltman, H. J. 2015. *Experimental Design and Analysis*. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Suresh, K. 2011. An overview of randomization techniques: An unbiased assessment of outcome in clinical research. *J. Hum. Reprod. Sci.* 4:8–11.
- Udeh, I., P. N. Ezebor, e P. O. Akporahuarho. 2015. Growth Performance and Carcass Yield of Three Commercial Strains of Broiler Chickens raised in a Tropical Environment. *J. Biol. Agric. Healthc.* 5:62–67.
- Young, L. L., J. K. Northcutt, R. J. Buhr, C. E. Lyon, e G. O. Ware. 2001. Effects of age, sex, and duration of postmortem aging on percentage yield of parts from broiler chicken carcasses. *Poult. Sci.* 80:376–379 Available at <http://dx.doi.org/10.1093/ps/80.3.376>.
- Zhao, X., W. Ren, P. B. Siegel, J. Li, H. Yin, Y. Liu, Y. Wang, Y. Zhang, C. F. Honaker, e Q. Zhu. 2015. Housing systems interacting with sex and genetic line affect broiler growth and carcass traits. *Poult. Sci.* 94:1711–1717.

## **5. ESCOLHA DE TAMANHOS DE AMOSTRA PARA RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES DE FRANGOS DE CORTE**

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi estimar o número mínimo de repetições que garanta poder estatístico adequado para se encontrar diferenças significativas com várias diferenças entre médias para características de rendimento de carcaça e cortes em frango de corte. Os dados de carcaça e cortes foram provenientes de um estudo com efeito da inclusão de óleo da polpa bocaiúva na dieta de frangos de corte. Aos 42 dias de idade, as 480 aves foram selecionadas, pesadas individualmente e deixadas em jejum por 8 horas para posterior abate. As aves foram insensibilizadas por eletronarcolese, seguida de sangria, depena e evisceração, com retirada dos pés e pescoço. A carcaça ainda quente foi pesada e em seguida resfriada em água com gelo e pesada novamente, para obtenção dos rendimentos de carcaça quente e carcaça fria. A carcaça fria foi espotejada em fillet de peito sem osso e sem pele, sassami, pernas e asas, as quais foram pesadas individualmente para obtenção dos rendimentos dos cortes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade e posterior realização da estatística descritiva, assim como análise de variância, em ambos os casos para se obter valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV). Com estas informações e auxílio do programa EPGP.xls foram estimados os números de repetições necessários para obter diferenças significativas entre médias para diversas magnitudes. Os CV encontrados apresentaram-se estáveis, sendo o maior CV encontrado para rendimento de sassami (11,34%) e o menor para rendimento de carcaça quente (2,35%). As diferenças entre CV e desvio padrão fizeram com que o número necessário de repetições para obter diferença entre médias fosse diferente para cada variável. Os rendimentos de carcaça quente e fria necessitam de menos repetições para encontrar diferença entre as médias quando comparado aos rendimentos de corte. A menor variação dos dados permite encontrar menores diferenças entre médias com menor número de repetições. O planejamento experimental com base no poder do teste, para estimar o número de repetições necessárias, deve ser usado com maior frequência.

**Palavras-chave:** estatística, poder experimental, repetição

## **CHOICE OF SAMPLE SIZES FOR CARCASS YIELD AND CUTS OF BREACHES**

**ABSTRACT:** The purpose of this work was to estimate the minimum number of repetitions that could guarantee adequate statistical power to find significant differences with several differences between means for carcass and cuts yield characteristics in broiler chickens. The carcass and cuts data came from a study with the effect of the inclusion of bocaiuva pulp oil in the diet of broiler chickens. At 42 days of age, the 480 poultry were selected, individually weighed and fasted for later slaughter. The birds were stunned by electronarcosis, followed by bleeding, plucking and evisceration, with removal of the feet and neck. The still hot carcass was weighed and then cooled in ice water and weighed again to obtain hot carcass and cold carcass yields. The cold carcass was covered in boneless and skinless, tenderloins, legs and wings, which were individually weighed to obtain cut yields. The data obtained were subjected to normality analysis and subsequent descriptive statistics, as well as analysis of variance, in both cases to obtain mean, standard deviation and coefficient of variation (CV) values. With this information and the help of the EPGP.xls program, the numbers of repetitions needed to obtain significant differences between means for different magnitudes were estimated. The CV found was stable, with the highest CV found for tenderloin (11, 34%) and the lowest for hot carcass yield (2, 35%). Differences between CV and standard deviation meant that the number of repetitions needed to obtain a difference between means was different for each variable. Hot and cold carcass yields need fewer repetitions to find difference between the means when compared to cut yields. The smallest data variation allows finding smaller differences between means with fewer repetitions. Experimental design based on test power to estimate the number of repetitions needed should be used more often.

**Keywords:** statistics, experimental power, repetition

## 5.1 Introdução

Os resultados de uma pesquisa são considerados estatisticamente significativos quando encontrados valores de P abaixo de uma significância pré-determinada ( $\alpha$ ), tradicionalmente 0,05 ou 0,01. O valor de alfa é um valor de probabilidade, mais precisamente, a probabilidade de se rejeitar  $H_0$  quando esta é verdadeira (erro tipo I ou erro  $\alpha$ ). Entretanto, ocorrem casos em que  $H_0$  é aceita, mas deveria ser rejeitada (erro tipo II ou erro  $\beta$ ) (Kalinowski e Fidler, 2010). Isto nos dá indícios de que quando não há resultado estatisticamente significativo, não podemos afirmar que não existem diferenças (Nunes et al., 2018).

Um dos principais objetivos de um experimento é determinar se os tratamentos possuem efeito na variável resposta. Este, quando planejado e conduzido de forma inadequada, dificilmente apresentará efeitos significativos se a diferença entre tratamentos não for grande (Nunes et al., 2018). Porém, em muitos casos, diferenças pequenas são importantes, como por exemplo, um aumento no ganho de peso de 30 g em frangos de corte aos 42 dias de idade, poderá gerar centenas de milhares de dólares. Nestes casos de diferenças mínimas, é de interesse do pesquisador detectá-las, e para isso é necessário uso de técnicas para auxiliar, como estimar o poder do teste (Demétrio et al., 2013; Dean et al., 2017).

O poder experimental é uma medida de probabilidade para detectar diferenças entre as médias dos tratamentos. Apesar de sua importância para pesquisas de qualidade, o poder do teste raramente é mencionado ou explorado nas áreas de ciências agrárias e biológicas (Nunes et al., 2018). O poder do teste pode ser definido como a probabilidade de quando o resultado for estatisticamente significativo, a diferença entre as médias seja verdadeira (Patino e Ferreira, 2016).

A qualidade dos dados experimentais afeta diretamente o poder do teste, visto que este depende do nível de significância usado ( $\alpha$ ), da variabilidade dos dados (desvio padrão, coeficiente de variação e outros), da diferença verdadeira esperada entre as médias (magnitude do efeito) de interesse na população e do tamanho da amostra usada para se detectar o efeito (Demétrio et al., 2013).

O número de repetições usadas em experimentos zootécnicos é geralmente baseado na tradição, intuição, espaço disponível, recursos financeiros e número de animais disponíveis e muitas vezes os pesquisadores se esquecem do planejamento

estatístico. A tradição e intuição podem levar a resultados falsos negativos (Greenland, 2011), além de que erros no planejamento podem acarretar desperdício de recursos, tanto animal quanto financeiro (Demétrio et al., 2013). Assim, em um planejamento experimental, em que se tem um modelo estatístico adequado, conhecimento e possivelmente o controle das potenciais fontes de variação, o número de repetições estimado deverá ser o suficiente para se obter um poder experimental adequado (Kaps e Lamberson, 2017).

O frango tem se tornado cada vez mais importante na sociedade como uma fonte de alimento básica (Siegel, 2014), provavelmente devido ao menor custo, maior conveniência, facilidade de preparação, baixo colesterol, entre outros (Michel et al., 2011). O mercado tem ainda preferido os cortes ao frango inteiro, especialmente o peito e as pernas dos frangos, isso muito devido a praticidade e tempo necessários para preparar os cortes em relação ao frango inteiro (Magdelaine et al., 2008; Barbut, 2015). Neste sentido, pesquisas têm sido realizadas em busca de tecnologias que aumentem a deposição de carne nas aves, assim como técnicas de abate que permitam melhor rendimento de carne.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar o número mínimo de repetições para detectar efeito significativo considerando diversas diferenças verdadeiras entre médias a partir de valores de medições comuns, como média e desvio padrão, e poder de teste para dados de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade.

## **5.2 Material e métodos**

As carcaças avaliadas foram obtidas de um experimento com níveis de inclusão de óleo da polpa de bociúva na dieta de frangos de corte. Este experimento foi realizado na fazenda experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

Todos os procedimentos de abate e sacrifício das aves seguiram as normas da resolução CFMV nº 1000/2012 (CFMV, 2012), Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000 da DSA/MAPA (BRASIL, 2000) e a Resolução Normativa nº 37 de 15 de fevereiro de 2018 do CONCEA (CONCEA, 2018), que estabelecem as Diretrizes da

Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal e os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário.

O aviário experimental possuía piso revestido com maravalha, comedouros tubulares e bebedouros tipo nipple, sendo a temperatura e umidade controladas por campânulas elétricas, exaustores e placas evaporativas. O sistema de luz seguiu as recomendações do manual da linhagem, sendo controlado por um timer.

Foram alojados 1440 frangos de corte Cobb 500, machos, de 1 dia de idade divididos em 60 boxes, e que foram criados até os 42 dias. As aves receberam ração e água *ad libitum*, sendo que as dietas, isonutritivas e isocalóricas, foram formuladas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2017), tendo como base o milho e farelo de soja.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em que se utilizou 7 tratamentos, com 10 repetições para os tratamentos basais (controles) e 8 repetições para os tratamentos com extrato de bocaiuva. Cada unidade experimental (UE) foi composta por 24 aves. Os tratamentos foram compostos por uma ração controle positiva (ração basal com uso de antibióticos), uma ração controle negativo (ração basal sem uso de antibiótico) e 5 rações com adição crescente de extrato de bocaiuva na ração controle negativo (100, 200, 300, 400 e 500 ppm por quilo de ração).

Ao final do período experimental de 42 dias, 8 aves de cada unidade experimental foram escolhidas ao acaso para serem abatidas. Estas aves foram colocadas em jejum alimentar por 8 horas e depois pesadas individualmente em uma balança de gancho digital (modelo Feedback Sport, precisão de 10 g). Após estes procedimentos as aves foram insensibilizadas por eletronarcole, seguida da sangria e escaldagem, a 55°C, depena mecânica e evisceração. Na evisceração foram retiradas todas as vísceras, incluindo a gordura abdominal, pés e pescoço das aves, sendo ao final de todo este processo obtido a carcaça quente.

A carcaça quente foi pesada e levada para refrigeração em um tanque com água e gelo por 60 minutos e posteriormente foi retirada a carcaça fria, a qual foi pendurada (gotejamento) por 10 minutos para retirada do excesso de líquido. As carcaças, quente e frias, foram pesadas em balança digital de bancada (modelo Toledo 3 kg, precisão de 1 g), para verificação do peso da carcaça e consequente obtenção do rendimento de carcaça quente e de carcaça fria. Os valores de rendimento de carcaça quente e fria se deram pela divisão do peso da carcaça pelo peso vivo da ave, multiplicando-se o resultado por 100.

Após a pesagem das carcaças frias, estas foram direcionadas a mesa de corte, a qual se utilizou um cone de corte para facilitar a obtenção dos cortes do peito, asa, sassami e pernas. Para obtenção das asas foi realizado um corte na articulação do ombro, entre clavícula, coracoide e úmero. As pernas foram obtidas do corte na articulação do quadril, entre, fêmur e a pelve), em que foram incluídas a coxa e a sobrecoxa e a pele, porém sem a gordura abdominal. O peito, sem osso e sem pele (*fillet* de peito), foi obtido pela remoção de todo músculo *Pectoralis major* ligado ao esterno até a ponta da quilha. A clavícula também foi removida do peito com um corte que foi do esterno e estendeu-se ao longo do coracoide. A obtenção do sassami se deu pela retirada de todo músculo *Pectoralis minor*, que ocorreu com um corte rente ao esterno.

Cada corte foi pesado separadamente em uma balança digital de bancada (modelo ADAM, série LBK, precisão de 1 g), para posterior análise de rendimento dos cortes. Para o cálculo de rendimento dos cortes, foi realizado a divisão do peso do corte pelo peso da carcaça fria, o resultado obtido foi multiplicado por 100.

Os dados utilizados foram os valores originais, sem a retirada ou ajuste de *outliers*, e estes foram inicialmente testados quanto à normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SAS (SAS *University Edition*, 2020), em que para obtenção das análises de variância (ANOVA) foi utilizado o PROC GLM e para as variáveis descritivas foi utilizado o PROC UNIVARIATE. O modelo estatístico utilizado na ANOVA foi o inteiramente casualizado, em que foram utilizados 7 tratamentos, sendo eles, a dieta controle positivo, controle negativo, e inclusão de 100, 200, 300, 400 e 500 ppm de óleo da polpa de bocaiuva por kg de ração.

A ANOVA foi realizada para obtenção dos valores de erro quadrático médio,  $R^2$  e coeficiente de variação. Os possíveis efeitos dos tratamentos não foram considerados em análises subsequentes e nem discutidas.

Utilizando como base as médias e os desvios-padrão dos tratamentos foi estimado o número de repetições necessário para detectar diferenças significativas de diferentes magnitudes entre médias de tratamento, para cada variável de rendimento de carcaça e cortes e, para tanto, foi utilizado a pasta de trabalho EPGP.xls (Pesti et al., 2018).

### 5.3 Resultados

Os coeficientes de variação (CV) populacionais superestimaram os erros quadráticos médios da ANOVA apenas para as variáveis rendimento de carcaça quente (RCQ), carcaça fria (RCF) e *fillet* de peito (RF), sendo que as variáveis independentes, representaram apenas 8 a 38% da variação total, como indicado pelos valores do coeficiente de determinação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Estatísticas descritivas e análise de variância de dados de rendimento carcaça e cortes de frangos de corte abatidos aos 42 dias.

		Variáveis (%)					
		RCQ	RCF	RF	RS	RA	RP
Estatística descritiva da população	N	471	471	471	471	471	471
	Média	71,00	72,68	27,89	5,62	9,81	32,67
	DP	1,67	1,73	1,74	0,64	0,76	1,40
	CV (%)	2,35	2,38	6,23	11,34	7,80	4,30
	EPM	0,08	0,08	0,08	0,03	0,04	0,06
	Min	66,56	67,70	23,64	4,02	7,55	28,82
	Max	74,92	76,73	33,59	7,76	11,55	36,43
ANOVA	R <sup>2</sup>	0,38	0,30	0,17	0,08	0,20	0,18
	CV (%)	2,32	2,36	6,22	11,37	7,77	4,31
	EQM	1,65	1,72	1,73	0,64	0,76	1,40
	DP/EQM	1,013	1,006	1,006	1,000	1,000	1,000

RQC = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça fria; RF = rendimento de *fillet* de peito; RS = rendimento de sassami; RA = rendimento de asas; RP = rendimento de pernas; EPM = erro padrão da média; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; EQM = erro quadrado médio.

Devido a diferenças nos desvios padrão (DP) e CV encontrados entre as variáveis estudadas, o número de repetições necessários para detectar diferenças entre duas médias foi também amplamente diferente (Tabela 6). As variáveis RCQ e RCF apresentaram os menores DP e CV, e com isso necessitam de um menor número de repetições para encontrar diferença entre duas médias. O rendimento de sassami apresentou maior DP e CV, logo, para se encontrar diferença entre duas médias, há necessidade de um maior número de repetições, assim como a diferença entre as médias deve ser maior.

Utilizando até 100 repetições, verificou-se que para dados de RCQ e RCF é possível encontrar diferenças entre médias de até 1%, enquanto para RP o mínimo é de

2%, para RF é de 2,50% e para RA e RS a diferença mínima deve ser de 5% entre duas médias (Tabela 6; Figuras 2 - 7).

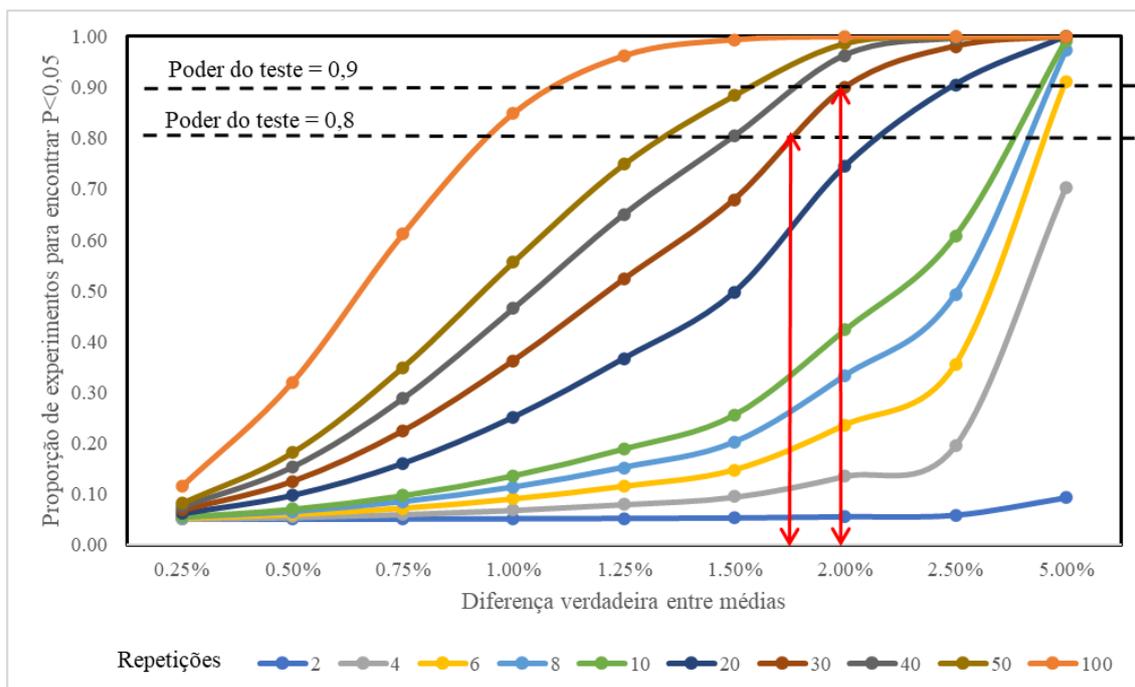
O programa de elaboração de gráficos de poderes experimentais (Pesti et al., 2018), com base nos DP, média da variável e porcentagem da diferença verdadeira esperada entre duas médias, estimou uma série de curvas que expressam a variação do poder experimental (Figuras 2 - 7).

**Tabela 6.** Proporção de experimentos para encontrar  $P < 0,05$  com diversas diferenças verdadeiras entre médias e diferentes número de repetições.

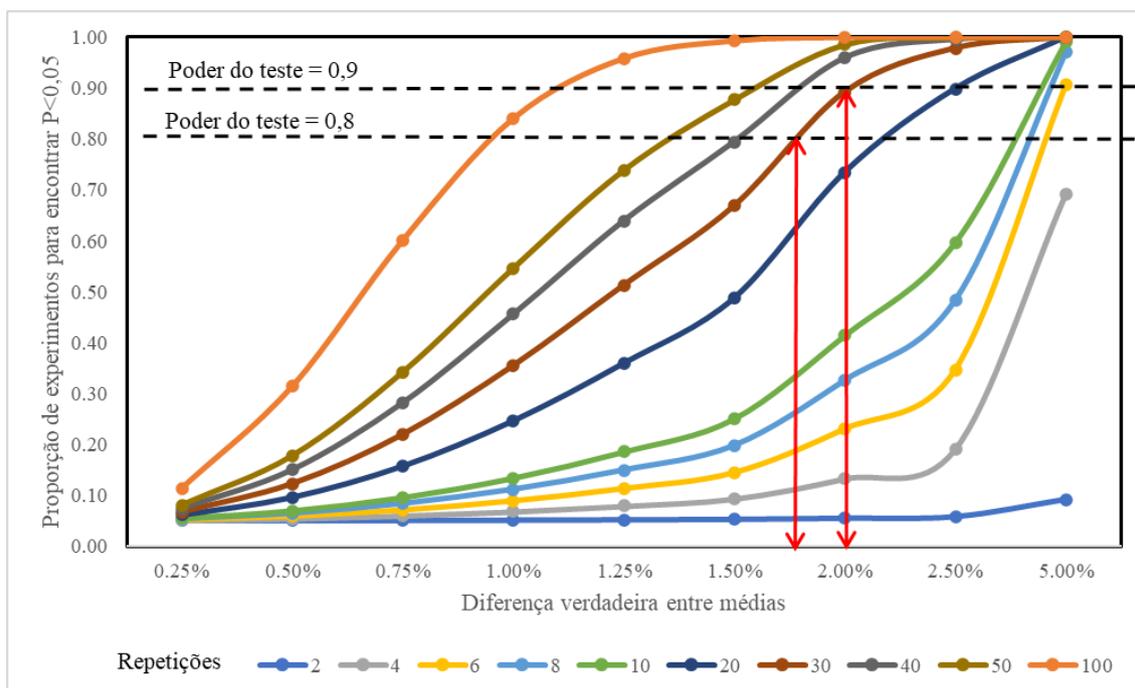
Variáveis (%)	$\Delta$ verdadeira	Número de repetições									
		2	4	6	8	10	20	30	40	50	100
Rendimento de carcaça quente	0,25%	0,0501	0,0511	0,0524	0,0537	0,0550	0,0615	0,0681	0,0748	0,0815	0,1154
	0,50%	0,0503	0,0544	0,0596	0,0649	0,0702	0,0973	0,1250	0,1529	0,1810	0,3201
	0,75%	0,0507	0,0602	0,0721	0,0844	0,0968	0,1602	0,2242	0,2874	0,3489	0,6112
	1,00%	0,0512	0,0685	0,0904	0,1130	0,1360	0,2512	0,3622	0,4646	0,5561	<b>0,8489</b>
	1,25%	0,0519	0,0798	0,1153	0,1519	0,1888	0,3668	0,5225	0,6497	0,7487	<b>0,9622</b>
	1,50%	0,0528	0,0944	0,1475	0,2017	0,2554	0,4971	0,6793	<b>0,8041</b>	<b>0,8843</b>	<b>0,9940</b>
	2,00%	0,0551	0,1352	0,2358	0,3327	0,4224	0,7448	<b>0,8992</b>	<b>0,9631</b>	<b>0,9872</b>	<b>1,0000</b>
	2,50%	0,0583	0,1946	0,3545	0,4929	0,6072	<b>0,9054</b>	<b>0,9806</b>	<b>0,9964</b>	<b>0,9994</b>	<b>1,0000</b>
5,00%	0,0924	0,7027	<b>0,9117</b>	<b>0,9732</b>	<b>0,9919</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	
Rendimento de carcaça fria	0,25%	0,0501	0,0511	0,0523	0,0536	0,0548	0,0612	0,0677	0,0742	0,0807	0,1138
	0,50%	0,0503	0,0543	0,0594	0,0645	0,0697	0,0962	0,1231	0,1504	0,1778	0,3138
	0,75%	0,0507	0,0599	0,0715	0,0835	0,0956	0,1575	0,2199	0,2817	0,3420	0,6009
	1,00%	0,0512	0,0681	0,0894	0,1115	0,1338	0,2463	0,3550	0,4557	0,5461	<b>0,8404</b>
	1,25%	0,0519	0,0790	0,1136	0,1493	0,1853	0,3594	0,5129	0,6392	0,7386	<b>0,9584</b>
	1,50%	0,0528	0,0932	0,1450	0,1978	0,2502	0,4876	0,6689	0,7947	<b>0,8769</b>	<b>0,9931</b>
	2,00%	0,0550	0,1329	0,2309	0,3257	0,4138	0,7346	<b>0,8923</b>	<b>0,9594</b>	<b>0,9855</b>	<b>0,9999</b>
	2,50%	0,0581	0,1905	0,3468	0,4831	0,5965	<b>0,8988</b>	<b>0,9783</b>	<b>0,9958</b>	<b>0,9993</b>	<b>1,0000</b>
5,00%	0,0911	0,6912	<b>0,9057</b>	<b>0,9706</b>	<b>0,9909</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	
Rendimento de <i>fillet</i> de peito	1,00%	0,0502	0,0525	0,0554	0,0584	0,0614	0,0765	0,0919	0,1074	0,1230	0,2024
	1,50%	0,0504	0,0557	0,0623	0,0691	0,0760	0,1111	0,1468	0,1828	0,2189	0,3931
	2,00%	0,0507	0,0603	0,0723	0,0847	0,0973	0,1614	0,2261	0,2900	0,3521	0,6158

	2,50%	0,0511	0,0664	0,0856	0,1056	0,1258	0,2279	0,3277	0,4216	0,5077	<b>0,8050</b>
	5,00%	0,0545	0,1243	0,2126	0,2993	0,3810	0,6935	<b>0,8625</b>	<b>0,9424</b>	<b>0,9771</b>	<b>0,9999</b>
	7,50%	0,0608	0,2447	0,4442	0,6007	0,7179	<b>0,9582</b>	<b>0,9949</b>	<b>0,9994</b>	<b>0,9999</b>	<b>1,0000</b>
	10,00%	0,0708	0,4331	0,7025	<b>0,8467</b>	<b>0,9224</b>	<b>0,9979</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
	15,00%	0,1098	<b>0,8119</b>	<b>0,9592</b>	<b>0,9907</b>	<b>0,9979</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
	20,00%	0,2022	<b>0,9592</b>	<b>0,9962</b>	<b>0,9996</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
Rendimento de sassami	1,00%	0,0501	0,0508	0,0516	0,0525	0,0534	0,0578	0,0623	0,0668	0,0713	0,0942
	1,50%	0,0501	0,0517	0,0536	0,0556	0,0576	0,0678	0,0780	0,0884	0,0988	0,1517
	2,00%	0,0502	0,0530	0,0565	0,0601	0,0637	0,0820	0,1005	0,1193	0,1382	0,2338
	2,50%	0,0503	0,0547	0,0602	0,0659	0,0716	0,1006	0,1301	0,1600	0,1900	0,3378
	5,00%	0,0513	0,0698	0,0933	0,1175	0,1421	0,2651	0,3824	0,4892	0,5833	<b>0,8706</b>
	7,50%	0,0530	0,0977	0,1548	0,2128	0,2699	0,5232	0,7075	<b>0,8286</b>	<b>0,9031</b>	<b>0,9961</b>
	10,00%	0,0555	0,1419	0,2497	0,3525	0,4465	0,7718	<b>0,9165</b>	<b>0,9718</b>	<b>0,9910</b>	<b>1,0000</b>
	15,00%	0,0633	0,2927	0,5213	0,6841	0,7953	<b>0,9806</b>	<b>0,9985</b>	<b>0,9999</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
	20,00%	0,0760	0,5154	0,7828	<b>0,9036</b>	<b>0,9578</b>	<b>0,9994</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
Rendimento de asas	1,00%	0,0501	0,0516	0,0535	0,0554	0,0573	0,0671	0,0769	0,0868	0,0968	0,1476
	1,50%	0,0503	0,0537	0,0579	0,0623	0,0667	0,0891	0,1118	0,1348	0,1579	0,2741
	2,00%	0,0505	0,0566	0,0643	0,0722	0,0802	0,1208	0,1623	0,2039	0,2455	0,4419
	2,50%	0,0507	0,0604	0,0726	0,0852	0,0980	0,1630	0,2285	0,2932	0,3560	0,6215
	5,00%	0,0529	0,0956	0,1501	0,2058	0,2607	0,5067	0,6898	<b>0,8134</b>	<b>0,8915</b>	<b>0,9949</b>
	7,50%	0,0568	0,1657	0,2982	0,4194	0,5253	<b>0,8469</b>	<b>0,9571</b>	<b>0,9890</b>	<b>0,9974</b>	<b>1,0000</b>
	10,00%	0,0627	0,2812	0,5036	0,6657	0,7788	<b>0,9767</b>	<b>0,9980</b>	<b>0,9998</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
	15,00%	0,0832	0,6107	<b>0,8568</b>	<b>0,9470</b>	<b>0,9806</b>	<b>0,9999</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
	20,00%	0,1239	<b>0,8635</b>	<b>0,9757</b>	<b>0,9954</b>	<b>0,9991</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>

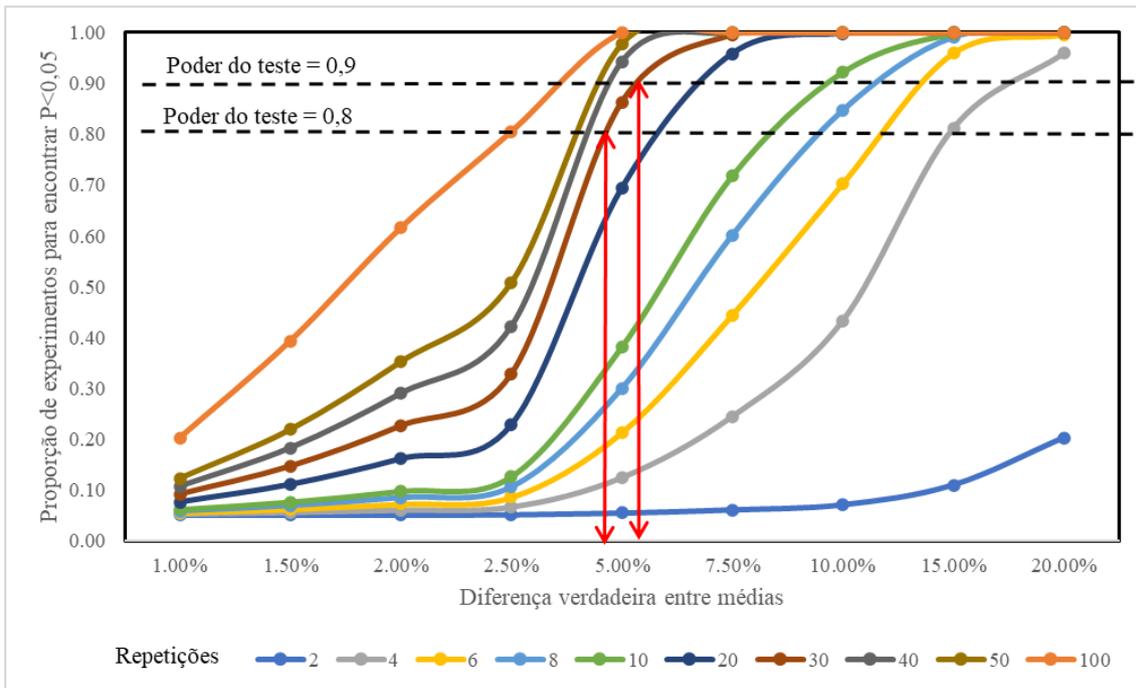




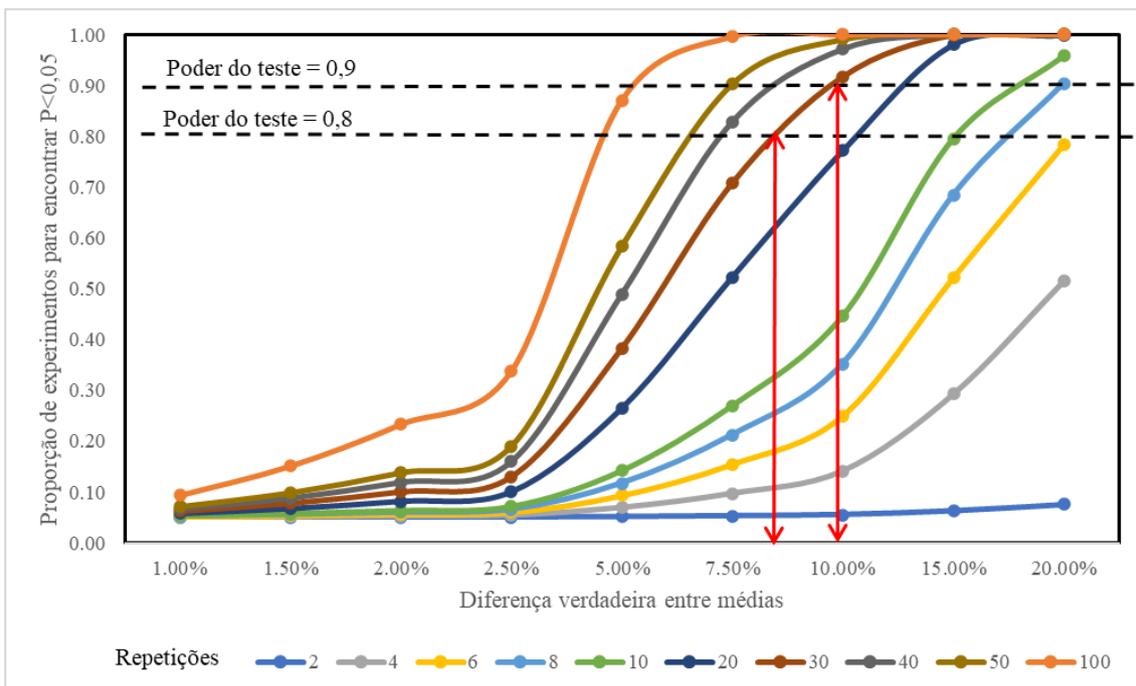
**Figura 2.** Simulação das curvas de poder do rendimento de carcaça quente de frangos de corte (média = 71,00 e DP = 1,67).



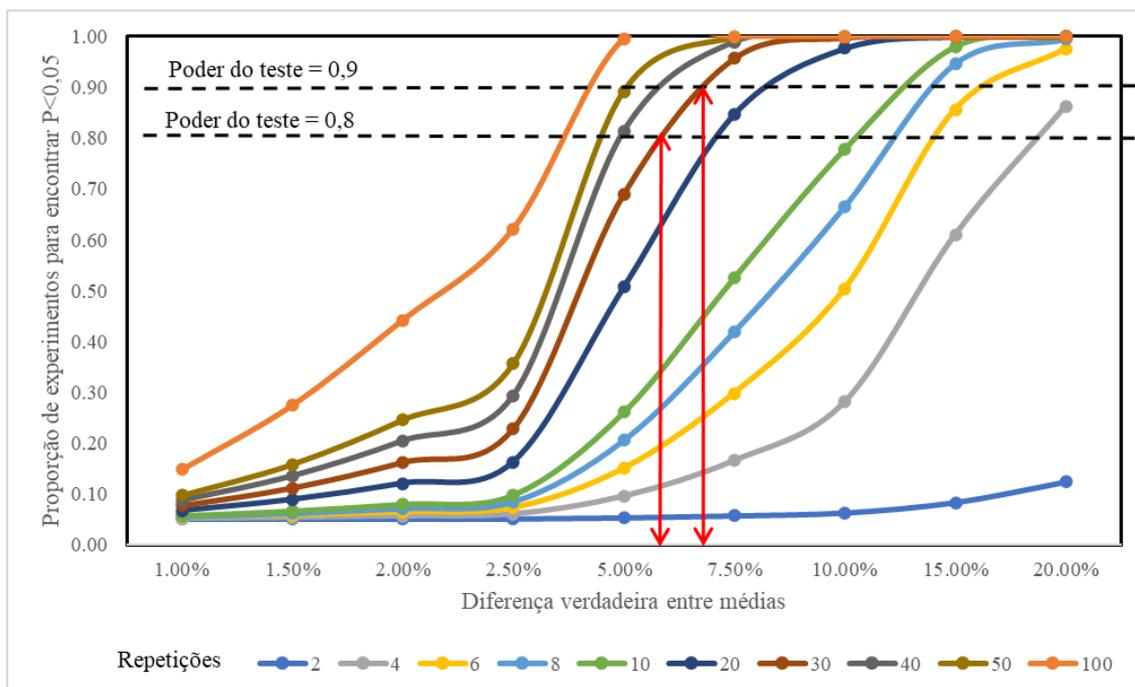
**Figura 3.** Simulação das curvas de poder do rendimento de carcaça fria de frangos de corte (média = 72,68 e DP = 1,73).



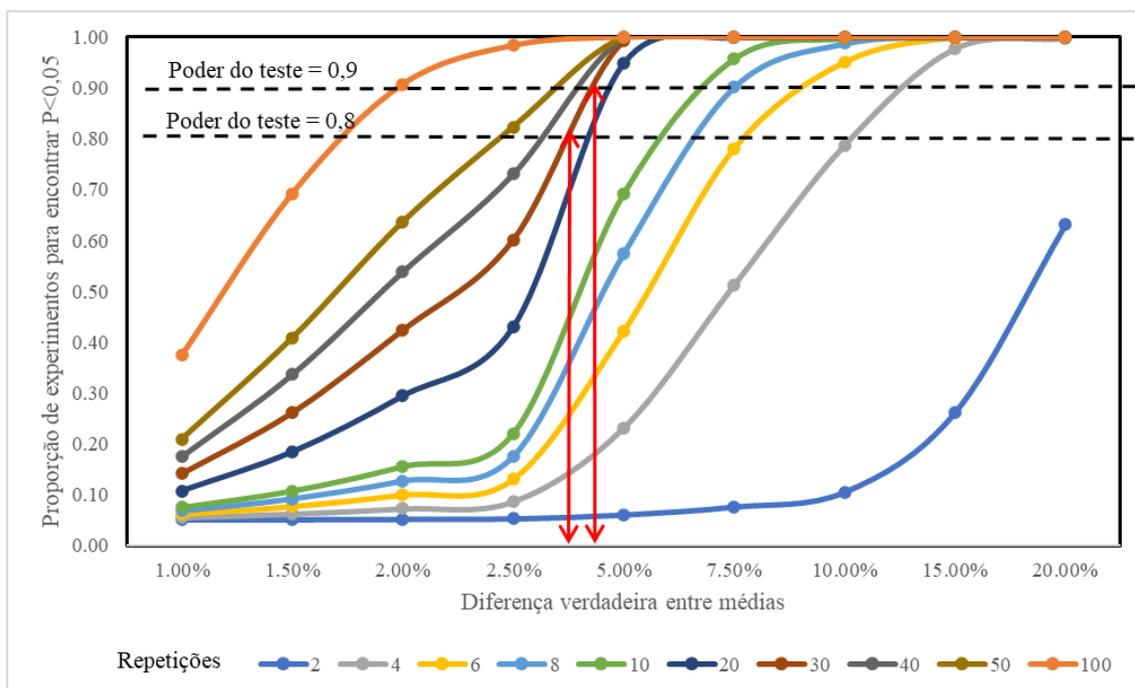
**Figura 4.** Simulação das curvas de poder do rendimento de *fillet* de peito de frangos de corte (média = 27,89 e DP = 1,74).



**Figura 5.** Simulação das curvas de poder do rendimento de sassami de frangos de corte (média = 5,62 e DP = 0,64).



**Figura 6.** Simulação das curvas de poder do rendimento de asas de frangos de corte (média = 9,81 e DP = 0,76).



**Figura 7.** Simulação das curvas de poder do rendimento de pernas de frangos de corte (média = 32,67 e DP = 1,40).

## 5.4 Discussão

Os resultados obtidos demonstram a importância da estatística, através do uso do poder do teste, em pesquisas com variáveis de carcaça, e como esta ferramenta pode auxiliar os pesquisadores nos planejamentos de seus experimentos.

Quando se conhece os fatores que contribuem efetivamente na variação experimental, estes podem ser eliminados. Portanto, o EQM pode estimar as médias e DP com maior precisão (Nunes et al., 2018). Devido ao baixo coeficiente de determinação da ANOVA para os dados de rendimento de carcaça e cortes, indicando pequeno efeito da variação experimental devido a fatores conhecidos, como o delineamento, o uso da estimativa de DP e média pode ser feita com base nos dados populacionais ou com os dados do EQM, pois ambos estimaram estes valores com confiabilidade.

O baixo coeficiente de determinação ainda demonstra que a probabilidade de encontrarmos diferença real com  $P < 0,05$  em um único experimento é muito baixa, sendo necessário conduzir vários experimentos para encontrar uma possível diferença entre médias. A repetição de experimentos também pode servir como prova de que quando não encontrada diferença significativa, o resultado pode ser validado, e este resultado encontrado não foi ao acaso. Isso é possível, pois ao realizar mais de 1 experimento, a probabilidade de encontrar diferenças ao acaso para  $P < 0,05$  reduz proporcionalmente, como por exemplo, se fossem realizados 2 experimentos, seria  $0,05 \times 0,05 = 0,0025$  de se encontrar a resposta ao acaso (Nunes et al., 2018).

O coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão utilizada para comparação de experimentos, assim como indicativo de estabilidade dos dados (Kaps e Lamberson, 2017). Os CV's encontrados para características de carcaça são considerados baixos (Sakomura e Rostagno, 2016), portanto, podemos dizer que o rendimento de carcaça e cortes são parâmetros estáveis. Esta estabilidade é positiva no planejamento experimental, pois valores baixos de CV permitem a redução do número de repetições necessárias para encontrar efeito significativo entre médias. A única variável que apresentou um CV acima de 10% foi o rendimento de sassami (RS), mas que ainda assim é um valor baixo, e esta maior variação pode ser explicada pelo baixo peso do sassami, em que pequenas diferenças já proporcionam uma elevada variação, e sua obtenção ser dificultada, podendo ocorrer maiores erros na separação desta peça do *fillet* de peito e do osso esterno.

Características de carcaça estão sujeitas à influência de diversos fatores, como o sexo das aves (Fernandes et al., 2013; Marcu et al., 2014, 2015; Hussein et al., 2019; Khan et al., 2019), a linhagem ou raça das aves (Antunes et al., 2012; Udeh et al., 2015; Silva et al., 2017; Reddy et al., 2018), idade em que as aves são abatidas (Baéza et al., 2012; Coban et al., 2014; El-waseif, 2017), a dieta a qual as aves são submetidas (Carolino et al., 2014; Domingues et al., 2014; Habib et al., 2016; Hussein et al., 2020), os procedimentos e técnicas de abate (Faria et al., 2010; Santos et al., 2010; Buhr et al., 2014), entre outros. As variações nos dados de abate, assim como a diferença entre os dados, podem ser explicadas devido a influência destes fatores, o que deve ser considerado no planejamento dos experimentos, para estimar com maior precisão a quantidade de repetições necessárias para se obter diferenças significativas entre as médias para as características de carcaça e cortes.

Poucos são os experimentos planejados com a premeditação de qual deve ser a diferença a ser detectada entre as médias dos tratamentos e qual o número de repetições necessárias para se alcançar este objetivo. Um baixo número de repetições poderá mascarar o resultado verdadeiro, tornando o experimento sem valor, e o elevado número de repetições causa um desperdício de recursos (Nunes et al., 2018). A estimativa do número adequado de repetições para um experimento evita desperdício de tempo e custo experimental. Além disso, atende às necessidades impostas pelos comitês de ética e bem-estar animal, os quais têm procurado reduzir o número de animais usados em experimentação (Ibrahim, 2006; Meluzzi e Sirri, 2009). Desta forma, sendo demonstrado a necessidade de um determinado número de repetições, com base na estatística, facilita a aprovação dos protocolos experimentais por estes comitês.

A média e o DP de uma variável influenciam diretamente o número de repetições necessárias para se encontrar diferenças entre tratamentos. Características com valores médios maiores, como por exemplo o RCQ e RCF (Figuras 2 e 3), necessitam de um menor número de repetições do que características com médias pequenas, como RS e RA (Figuras 5 e 6), mesmo com DP superior. Isso ocorre pois em médias de valores baixos, a diferença entre médias necessária para se obter  $P < 0,05$ , será maior, pois pequenas diferenças são quase imperceptíveis. Por exemplo, 1% de diferença para características de RCQ significa uma variação de 0,71% entre as médias, enquanto para RS este mesmo 1% significa 0,056%, sendo, portanto, muito mais fácil encontrar uma diferença de 0,71% do que 0,056%, para um mesmo número de repetições.

Uma das formas de se reduzir o número de repetições é, portanto, aumentar a diferença entre as médias dos tratamentos, ou o chamado, tamanho do efeito. Quanto maior for a diferença entre as médias, menor será o número de repetições necessário, assim como maior será o poder experimental (Berben et al., 2012; Cumming, 2012; Patino e Ferreira, 2016). No planejamento de um experimento, esta diferença entre médias é um valor estimado, geralmente baseado na literatura e trabalhos realizados anteriormente. Neste caso, deve-se tomar cuidado para não estimar baixas diferenças entre médias, pois corre o risco de o número de repetições ser insuficiente, e também não estimar diferenças entre médias muito altas, visto que o elevado número de repetições necessário poderá inviabilizar a pesquisa (Patino e Ferreira, 2016).

Com base na média, no DP, número de repetições e diferença entre as médias, podemos estimar o poder do teste (Seltman, 2015). Esta é uma das melhores formas de garantir que os resultados sejam confiáveis, pois este teste nos demonstra a probabilidade de quando o resultado for estatisticamente significativo, este seja realmente verdadeiro (Patino e Ferreira, 2016). Além disso, ele evita ou diminui que o efeito de um tratamento passe despercebido (Berndtson, 1991). Este teste é importante no planejamento de uma pesquisa, pois com base em um poder predeterminado, podemos estimar o número de repetições necessárias para se encontrar uma diferença entre médias desejadas. Quanto maior é a diferença entre os tratamentos, menor é a necessidade do tamanho amostral para se obter um mesmo poder de teste. Quando o efeito entre tratamentos é pequeno, são necessárias mais repetições para se obter o mesmo poder do teste. No caso da variabilidade dos dados, quanto maior a dispersão dos dados, maior deverá ser o número de repetições para se alcançar um maior poder de teste (Patino e Ferreira, 2016).

Normalmente em um planejamento experimental não se leva em conta o poder do teste, tampouco as respostas que ele nos fornece, como o número de repetições necessárias e a diferença entre médias esperada. Em geral, adota-se o número de repetições com base na intuição, comodidade ou espaço e recursos financeiros disponíveis, o que muitas vezes implica em resultados insatisfatórios. Como observado, cada variável de abate possui características diferentes, o que denota em diferenças no número de repetições necessárias, e, portanto, no planejamento do experimento, deve-se atentar a qual variável é mais importante, e basear as repetições em cima dela. Por exemplo, se o objetivo do trabalho é verificar somente o rendimento de carcaça, o número de repetições poderá ser pequena. Caso os cortes são a resposta mais importante, deve-se aumentar o número de repetições para se obter resultados mais confiáveis e desejados.

Cabe ao pesquisador decidir o planejamento experimental, se para ele é mais importante encontrar uma diferença entre médias de 1, 2 ou 20%, ou se está disposto a encontrar estas diferenças em 80, 90, 95% do tempo (poder do teste). Esta decisão, claro, deve ser considerada baseando-se na literatura, mas também na estrutura e recursos financeiros disponíveis, mas fica evidente que o uso do poder de teste para o planejamento experimental é indispensável para as novas pesquisas.

## 5.5 Conclusão

O planejamento experimental, estimando-se o número de repetições e a diferença entre médias, é essencial para a obtenção de melhores resultados, com menor número de experimentos necessários.

Cada variável de carcaça possui características diferentes, portanto, deve-se projetar o experimento com base na característica de maior interesse. De acordo com os resultados encontrados para se obter diferença significativa verdadeira a 5% são necessárias 6 repetições para as variáveis RCQ e RCF, 20 repetições para rendimento de perna, 30 para carne de peito, 40 para asas e no mínimo 100 para sassami.

## 5.6 Referências bibliográficas

- Antunes, M. M., J. Paulo, R. Bueno, M. C. Assunção, D. B. Soares, I. Lourenço, e C. M. Caires. 2012. Rendimento de carcaça e cortes em frangos de corte fêmeas de duas linhagens submetidas a diferentes níveis nutricionais. *Veterinária Notícias* 2:100–104.
- Baéza, E., C. Arnould, M. Jlali, P. Chartrin, V. Gigaud, F. Mercierand, C. Durand, K. Méteau, E. le Bihan-Duval, e C. Berri. 2012. Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results. *J. Anim. Sci.* 90:2003–2013.
- Barbut, S. 2015. *The Science of Poultry and Meat Processing*. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.

- Berben, L., S. M. Sereika, e S. Engberg. 2012. Effect size estimation: Methods and examples. *Int. J. Nurs. Stud.* 49:1039–1047 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.01.015>.
- Berndtson, W. E. 1991. A simple, rapid and reliable method for selecting or assessing the number of replicates for animal experiments. *J. Anim. Sci.* 69:67–76.
- Brasil. Instrução Normativa Nº 3, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Brasília, DF, 2000.
- Buhr, R. J., J. M. Walker, D. V. Bourassa, A. B. Caudill, B. H. Kiepper, e H. Zhuang. 2014. Impact of broiler processing scalding and chilling profiles on carcass and breast meat yield. *Poult. Sci.* 93:1534–1541 Available at <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03535>.
- Carolino, A. C. X. G., M. C. A. Silva, F. H. Litz, N. S. Fagundes, e E. de A. Fernandes. 2014. Rendimento e composição de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo sorgo grão inteiro. *Biosci. J.* 30:1139–1148.
- Coban, O., E. Lacin, M. I. Aksu, A. Kara, e N. Sabuncuoglu. 2014. The impact of slaughter age on performance, carcass traits, properties of cut- up pieces of carcasses, and muscle development in broiler chickens. *Eur. Poult. Sci.* 78:1–10.
- CFMV - Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução Nº 1000, de 11 de maio de 2012. Procedimentos e métodos de eutanásia em animais e outras providências. Brasília, DF, 2012.
- CONCEA – Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Resolução Normativa Nº 37, de 15 de fevereiro de 2018. Diretriz da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Brasília, DF, 2018.
- Cumming., G. 2012. *Understanding The New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis*. 1o ed Routledge, New York.
- Dean, A., D. Voss, e D. Draguljić. 2017. *Design and Analysis of Experiments*. 2o ed Springer, Cham, Switzerland.
- Demétrio, C. G. B., J. F. M. Menten, R. A. Leandro, e C. Brien. 2013. Experimental power considerations-Justifying replication for animal care and use committees. *Poult. Sci.* 92:2490–2497.
- Domingues, C. H. de F., E. T. Santos, D. M. C. Castiblanco, T. C. O. de Quadros, T. G. Petrolli, K. F. Duarte, e O. M. Junqueira. 2014. Avaliação do desempenho e

- rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo probiótico nas diferentes fases de criação. *Rev. Agrocientífica* 1:7–16.
- El-waseif, M. 2017. Carcass Traits, Cuts Yield, Raw Meat Quality and Burger Quality Characteristics of Different Marketing Ages and Sex Broiler Chickens. *Egypt J. Food Sci.* 45:1–13.
- Faria, P. B., M. C. Bressan, X. R. de Souza, L. V. Rossato, L. M. G. Botega, e L. T. da Gama. 2010. Carcass and parts yield of broilers reared under a semi-extensive system. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 12:153–159.
- Fernandes, J. I. M., C. Bortoluzzi, G. E. Triques, A. F. G. Neto, e D. C. Peiter. 2013. Effect of strain, sex and age on carcass parameters of broilers. *Acta Sci.* 35:99–105.
- Greenland, S. 2011. Null misinterpretation in statistical testing and its impact on health risk assessment. *Prev. Med. (Baltim).* 53:225–228 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.08.010>.
- Habib, A., A. Mohamed, A. Eltrifi, E. Abu-Shullukh, e A. Abubaker. 2016. Effect of feed Supplemented with Xylam Enzyme on Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Broiler Chicks. *J. Appl. Vet. Sci.* 1:15–20.
- Hussein, E. O. S., G. M. Suliman, A. N. Al-Owaimer, S. H. Ahmed, A. M. Abudabos, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, I. M. Saadeldin, e A. A. Swelum. 2019. Effects of stock, sex, and muscle type on carcass characteristics and meat quality attributes of parent broiler breeders and broiler chickens. *Poult. Sci.* 98:6586–6592.
- Hussein, E. O. S., G. M. Suliman, A. N. Alowaimer, S. H. Ahmed, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, e A. A. Swelum. 2020. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poult. Sci.* 99:1988–1994 Available at <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.09.007>.
- Ibrahim, D. 2006. Reduce, Refine, Replace: The Failure of the Three R's and the Future of Animal Experimentation. *Univ. Chic. Leg. Forum* 2006:7.
- Kalinowski, P., e F. Fidler. 2010. Interpreting Significance: The Differences Between Statistical Significance, Effect Size, and Practical Importance. *Newborn Infant Nurs. Rev.* 10:50–54 Available at <http://dx.doi.org/10.1053/j.nainr.2009.12.007>.
- Kaps, M., e W. R. Lamberson. 2017. *Biostatistics for Animal Science*. 3rd ed CABI, Boston, MA, USA.

- Khan, U., J. Hussain, A. Mahmud, A. Khalique, S. Mehmood, I. Badar, M. Usman, M. Jaspal, e S. Ahmad. 2019. Comparative Study on Carcass Traits, Meat Quality and Taste in Broiler, Broiler Breeder and Aseel Chickens. *Brazilian J. Poult. Sci.* 21:1–10.
- Magdelaine, P., M. P. Spiess, e E. Valceschini. 2008. Poultry meat consumption trends in Europe. *Worlds. Poult. Sci. J.* 64:53–63.
- Marcu, A., G. Dumitrescu, Ş Lavinia, L. Petculescu, I. Pe, D. Dronca, S. Baul, e A. Marcu. 2014. The Influence of Nutrition, Sex and Slaughter Age on Characteristics of Pectoralis Major Muscle at Broiler Chickens Ross-308. *Anim. Sci. Biotechnol.* 47:306–312.
- Marcu, A., I. Vacaru-opri, A. Marcu, D. Lucia, D. Dronca, e B. Kelcirov. 2015. the Influence of Genotype and Sex on Carcass Characteristics At Broiler Chickens. *Lucr. Ştiinţifice-Seria Zooteh.* 59:16–21.
- Meluzzi, A., e F. Sirri. 2009. Welfare of broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:161–173.
- Michel, L. M., P. H. Punter, e W. V. Wismer. 2011. Perceptual attributes of poultry and other meat products: A repertory grid application. *Meat Sci.* 87:349–355 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.11.010>.
- Nunes, R. V., J. Broch, L. Wachholz, C. De Souza, J. L. Damasceno, J. H. Oxford, D. J. Bloxham, L. Billard, e G. M. Pesti. 2018. Choosing sample sizes for various blood parameters of broiler chickens with normal and non-normal observations. *Poult. Sci.* 97:3746–3754.
- Patino, C. M., e J. C. Ferreira. 2016. Qual a importância do cálculo do tamanho amostral? *J. Bras. Pneumol.* 42:162–162.
- Pesti, G. M., D. V. Vedenov, R. V. Nunes, e R. A. Alhotan. 2018. Three Workbooks to Help Estimate Experimental Power and Normalize Experimental Data. *Univesrity Georg. Extension. UGA Coop. Ext. Bull.* 1491.
- Reddy, N. A., M. S. Kumar, K. K. Reddy, V. V Kulkarni, K. Rao, N. Krishnaiah, M. N. K. Reddy, e K. Santhosh. 2018. Studies on comparison of carcass composition of spent broiler breeders and commercial broilers. *7:770–772*.
- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, M. I. Hannas, J. L. Donzele, N. K. Sakomura, F. G. Perazzo, A. Saraiva, M. L. Teixeira, P. B. Rodrigues, R. F. de Oliveira, S. L. de T. Barreto, e C. O. Brito. 2017. *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais* (HS Rostagno, Org.). 4o ed UFV, Viçosa.

- Sakomura, N. K., e H. S. Rostagno. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástrico. 2o ed Funep, Jaboticabal.
- Santos, A. C. R. dos, L. A. Pereira, e C. A. A. Gonçalves. 2010. Investigação de fatores que afetam a qualidade e o rendimento de carcaças de frango. Norte Científico 5:1–11.
- SAS University Edition. 2020. SAS/STAT: User's Guide. SAS Institute Inc, Cary, NY.
- Seltman, H. J. 2015. Experimental Design and Analysis. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Siegel, P. B. 2014. Evolution of the modern broiler and feed efficiency. Annu. Rev. Anim. Biosci. 2:375–385.
- Silva, M. T. P., R. C. Veloso, A. V. Pires, R. A. T. Filho, S. R. F. Pinheiro, L. K. Winkelstroter, F. J. M. Barros, e J. A. B. Senna. 2017. Desempenho e características de carcaça de três genótipos comerciais de frangos de corte alimentados com diferentes dietas. Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec. 69:1311–1318.
- Udeh, I., P. N. Ezebor, e P. O. Akporahuarho. 2015. Growth Performance and Carcass Yield of Three Commercial Strains of Broiler Chickens raised in a Tropical Environment. J. Biol. Agric. Healthc. 5:62–67.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1) A escolha de aves para o abate de forma aleatória não interfere nas estimativas rendimento de carcaça e cortes;

2) A detecção e retirada de dados discrepantes são ferramentas que permitem melhorar a qualidade dos dados experimentais e conseqüentemente podem auxiliar em uma resposta mais precisa e menos incoerente;

3) Cada variável de abate possui características distintas, fazendo o número de repetições necessários para se obter resultado significativo diferente para cada variável;

4) O planejamento experimental pode ser baseado na característica que necessita o maior número de repetições para se obter resultados significativos, no caso de dados de abate para frangos de corte, seriam estimadas as repetições com base no rendimento de sassami, em que necessitariam 100 repetições para se encontrar efeito para uma diferença de 5% entre os tratamentos;

5) Caso o interesse do pesquisador seja por uma característica específica, ou aquelas de maior importância, ele deve basear seu planejamento sobre ela. No caso de interesse econômico atual, o planejamento deveria ser com base nos rendimentos de perna e *fillet* de peito, em que o número mínimo de repetições para se obter efeito seriam de 30 repetições para uma diferença entre médias de 5%;

6) Sendo de interesse do pesquisador apenas o rendimento de carcaça e não de cortes, o número de repetições necessários para se obter diferenças entre tratamentos será reduzido, sendo possível encontrar efeito com 6 repetições por tratamento em uma diferença entre médias de 5%;

7) A redução no número de repetições necessárias para o abate, podem gerar redução no tamanho das unidades experimentais no alojamento (menos aves por box), que poderiam gerar um menor custo experimental, ou um aumento no número de unidades experimentais, porém com menor quantidade de aves por box.