

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
COMO MEDIDA DA PRECISÃO EM  
EXPERIMENTOS COM FRANGOS DE CORTE**

**Daniel Fernandes Mohallem**

**Médico Veterinário**

**UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL  
Maio de 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
COMO MEDIDA DA PRECISÃO EM EXPERIMENTOS  
COM FRANGOS DE CORTE**

**Daniel Fernandes Mohallem**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Lourenço da Silva**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – UFU, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

**UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL**  
Maio de 2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

M697a Mohallem, Daniel Fernandes, 1982-  
Avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão em experimentos com frangos de corte [manuscrito] / Daniel Fernandes Mohallem. 2010.  
43 f.

Orientador: Paulo Lourenço da Silva.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
Inclui bibliografia.  
1. Frango de corte - Teses. 2. Avicultura - Estatística. 3. Bioestatística - Teses. I. Silva, Paulo Lourenço da. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 636.5.033

Dedico esse trabalho a meu avô José Mohallem, a pessoa mais especial que já conheci e a quem sempre admirarei profundamente, e à Fernanda de Freitas Mohallem, minha filha, que me traz muitas alegrias e serve de inspiração em busca de energia para prosseguir.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meu pai, por seus ensinamentos, pelo exemplo de determinação e pelo estímulo ao projeto.

A minha mãe e minha irmã, pelo carinho e apoio incondicionais.

A minha namorada Renata, pela compreensão nos momentos de ausência e pela ajuda na hora da necessidade.

Ao Prof. Dr. Paulo Lourenço, pela paciência e pela atenção na minha orientação, sempre com muita eficiência e rapidez.

Ao Prof. Marcelo Tavares, por todo seu empenho durante a execução do trabalho.

Ao Gabriel Freitas de Oliveira, pelo companheirismo e colaboração na revisão da dissertação.

**SUMÁRIO**

	Página
Lista de siglas e abreviaturas .....	v
Lista de tabelas .....	vi
Resumo .....	vii
Abstract .....	viii
Introdução .....	1
Problema ... .....	3
Objetivo .....	3
Revisão da literatura .....	4
Avicultura de corte .....	4
Desenvolvimento da indústria avícola .....	5
Avicultura brasileira .....	7
Coeficiente de variação .....	12
Faixas de classificação de coeficientes de variação .....	15
Material e método .....	19
Resultados e discussão .....	20
Conclusões .....	24
Referências .....	24
Apêndices .....	31

## ABREVIATURAS

ABEF: Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos

CV: Coeficiente de Variação

DMS: Diferença mínima significativa

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola

IQR: Amplitude interquartilica (também representável por AI)

$\mu$ : Média

Md: Mediana

PS: Pseudo-sigma

s: Desvio-padrão

UBA: União Brasileira de Avicultura

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Produção mundial de carnes (em milhões de toneladas) .....	6
Tabela 2. Evolução média dos coeficientes de produção de frango de corte na avicultura brasileira .....	6
Tabela 3. Produção mundial de carne de frango nos principais países, em mil toneladas (1999 – 2007) .....	10
Tabela 4. Exportação mundial de carne de frango nos principais países, em mil toneladas (2000 – 2007) .....	10
Tabela 5. Comparativo das exportações de carne de frango em 2004, 2005, 2006 e 2007 (em toneladas) .....	11
Tabela 6. Consumo <i>per capita</i> no Brasil .....	12
Tabela 7. Faixa de classificação da variável peso final em frangos de corte, de acordo com o critério de Garcia (1989) .....	18
Tabela 8. Teste de normalidade de Lilliefors e estatística descritiva dos coeficientes de variação das variáveis estudadas nos experimentos publicados sobre frangos de corte .....	20
Tabela 9. Variáveis mais utilizadas em experimentos com frangos de corte e suas respectivas estimativas da média, pseudo-sigma e mediana dos coeficientes de variação, em porcentagem, e número de experimentos .....	21
Tabela 10. Faixas de classificação para os coeficientes de variação (%) das variáveis comumente avaliadas em experimentos com frangos de corte .....	22
Tabela 11A. Evolução da avicultura de corte mundial de 1930 a 2001 .....	32
Tabela 12C. Multiplicadoras e linhagens de frango existentes no Brasil .....	33
Tabela 13D. Gastos com importação de material genético e receita de exportações em 2004 (em milhões de US\$) .....	33

## **AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO COMO MEDIDA DA PRECISÃO EM EXPERIMENTOS COM FRANGOS DE CORTE**

**RESUMO** – O coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão que permite comparar resultados de diferentes trabalhos envolvendo a mesma variável resposta. Com o objetivo de estabelecer faixas de CV que orientem a avaliação quanto ao grau de precisão dos dados em pesquisas futuras, foram coletadas informações de CV de vários trabalhos, com ênfase em frangos de corte, publicados no Brasil. As variáveis avaliadas foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade, viabilidade, peso vivo e rendimentos de carcaça, de peito, de pernas, de gordura abdominal, de asas e de dorso. Utilizou-se uma metodologia que relaciona mediana (Md) e pseudo-sigma (PS) para estabelecer os intervalos de CV de cada variável. O rendimento de gordura abdominal apresentou faixa de variação com maiores coeficientes de variação; para as demais variáveis, as faixas de classificação dos coeficientes de variação mostraram-se relativamente baixas.

**Palavras-Chave:** avicultura, coeficiente de variação, estatística, frango de corte, precisão

## EVALUATION OF THE COEFFICIENT OF VARIATION AS A PRECISION MEASURE IN EXPERIMENTS WITH BROILERS

**ABSTRACT** – Coefficient of variation (CV) is a measure of dispersion that enables the comparison, of the same characteristics, between data sets from different studies. The purpose of the study was to establish CV bands which can guide the evaluation of each variable in future experiments. Coefficients of variation were taken from several researches published in Brazil, with emphasis on broilers performance and their most studied characteristics, such as weight gain, feed consumption, feed:weight gain ratio, mortality, viability, body weight and yields of carcass, breast, legs, abdominal fat, wings and back. Based on relations between the median (Md) and pseudosigma (PS), a table was created with suggested intervals for the cited parameters. Larger coefficient of variation intervals were observed for abdominal fat yield. The other variables showed relatively low CV interval bands.

**Key words:** poultry, coefficient of variation, statistic, broiler, precision

## I. INTRODUÇÃO

O agronegócio do frango de corte é bastante complexo e dinâmico, apresentando grande relevância econômica, social e científica. O Brasil se destaca como uma das potências da avicultura mundial, sendo o terceiro maior produtor e o maior exportador de carne de frango. Além da qualidade e do preço competitivo do produto, dois fatores são fundamentais para o sucesso da avicultura brasileira: o controle sanitário e a capacidade de adaptação às exigências de diferentes segmentos de mercados. No Brasil, a avicultura se consolidou como principal fornecedora de proteína animal para alimentação humana, superando pelo segundo ano consecutivo o consumo de carne bovina (UBA, 2008).

Além de propiciar um produto protéico de alta qualidade e preço acessível, a atividade avícola no Brasil é responsável pela geração de quatro milhões de empregos. O modelo de produção adotado, com a implantação de sistemas de integração, permite a fixação do trabalhador no campo. Através de constante assistência técnica por parte da empresa integradora, o pequeno proprietário rural se mantém competitivo e ajuda o país a cumprir sua vocação como grande produtor de alimentos, sendo considerado por muitos como o futuro “celeiro do mundo”.

Do ponto de vista técnico-científico, o frango possui grande vantagem em relação à bovinos e suínos. Por ter um ciclo de vida mais curto e menos oneroso, o frango é muito mais utilizado no desenvolvimento de pesquisas. Essa característica tem proporcionado enormes avanços no desempenho zootécnico, no controle sanitário, nas técnicas de manejo, no melhoramento genético, entre outros. Além disso, existem inúmeras publicações utilizando frangos de corte como modelo experimental que são aplicáveis à outras áreas.

No atual estágio de desenvolvimento das pesquisas e com o volume de trabalhos publicados, a qualidade dos experimentos passa a ser uma preocupação cada vez maior dos pesquisadores de qualquer ramo de ciência. Na avicultura de corte, um pequeno avanço de determinada tecnologia pode ter um efeito mínimo ao se considerar o ganho individual, mas ao analisar o lote ou a produção da granja como um todo, esse avanço representará um ganho econômico considerável.

A qualidade de uma pesquisa pode ser avaliada pela magnitude de seu erro experimental, que indica o grau de variações casuais, com reflexos na precisão das medidas estatísticas. Para estimar a precisão de um experimento, são empregadas medidas de dispersão. Essas medidas determinam a variabilidade dos dados em relação à média ( $\mu$ ) e permitem validar ou não as conclusões do experimento, visto que ensaios com baixa precisão podem apontar igualdade entre tratamentos que, na realidade, são diferentes (LIMA *et al.*, 2004). As medidas de dispersão mais utilizadas na experimentação animal são o erro padrão da média, a variância ( $s^2$ ), o desvio padrão ( $s$ ) e o coeficiente de variação (CV).

O coeficiente de variação é calculado como o desvio padrão em porcentagem da média e sua principal qualidade é a capacidade de comparar resultados de diferentes trabalhos que envolvem a mesma variável resposta (KALIL, 1977). Tem-se que, em igualdade de condições, é mais preciso o experimento com menor CV. Por meio do estudo da distribuição de valores de CV, foram desenvolvidas metodologias que permitem estabelecer faixas de classificação para os coeficientes de variação. Dessa maneira, é possível determinar o grau de precisão de uma pesquisa, que utilize delineamento experimental, simplesmente comparando os valores do CV experimental em relação aos valores propostos por uma tabela de referência, sem que haja necessidade de conhecimento profundo sobre a variável.

Existem leis internacionais e reivindicações por partes de entidades não governamentais para que o bem-estar animal seja respeitado e ocorra redução do número de animais utilizados em pesquisas (PAIXÃO, 2007). Dentro dessa perspectiva, as comissões de ética deverão se atentar ainda mais ao CV como um esforço para melhorar a qualidade das pesquisas, buscando ter resultados conclusivos, uma vez que o número total de experimentos tende a diminuir.

Há ainda a questão do complexo agroindustrial de corte avícola que, predominantemente baseado no sistema de integração, visa aumentar a uniformidade dos lotes. Esse foco na uniformidade do lote é legitimado pela grande importância econômica que o rendimento ao abate tem adquirido e, para possibilitar uma automatização eficiente, é necessário que o lote tenha alta uniformidade. Nesse sentido, o CV poderia auxiliar as empresas a interpretar seus resultados e

identificarem as principais causas da baixa uniformidade, seguindo o exemplo adotado pela indústria farmacêutica (BOHIDAR e BOHIDAR, 1992).

## PROBLEMA

Diferentemente do que ocorre com culturas agrícolas e mesmo em experimentos com outras espécies animais, há pouca informação disponível na literatura sobre valores de CV com objetivo de orientar pesquisadores quanto ao grau de precisão de ensaios com frangos de corte. Até o momento, somente a variável peso vivo encontra-se devidamente avaliada.

Por falta de uma orientação específica para valores de CV na avicultura, pesquisadores têm comparado seus resultados ao padrão estabelecido por Gomes (1990). Essa classificação foi elaborada a partir de variáveis agrônômicas, nas quais as variações ao acaso, de maneira geral, são mais expressivas do que na avicultura. Assim, o referencial proposto por Gomes (1990) apresenta faixas de classificação amplas, constituindo-se, portanto, em um empecilho ao avanço da ciência avícola, na medida em que pode validar conclusões errôneas (erros do tipo II).

De acordo com Judice (2000), apesar da conscientização em relação à qualidade, diversos trabalhos com baixa precisão experimental têm sido publicados, em grande parte devido à falta de referências adequadas para comparação.

Acredita-se que a utilização de uma tabela de classificação de CV específica para as principais variáveis utilizadas na avicultura de corte melhore a avaliação de resultados de experimentos e possibilite conclusões mais acuradas. O referencial correto para CV contribuirá assim para o avanço da ciência avícola, permitindo maior dinamismo na adoção de novas tecnologias, o que garante a competitividade da avicultura brasileira.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição do CV em experimentos com frangos de corte, considerando suas principais variáveis-resposta, a fim de estabelecer faixas de classificação que orientem o pesquisador com relação à precisão dos dados de sua pesquisa.

## II. REVISÃO DA LITERATURA

### AVICULTURA DE CORTE

Avicultura é a criação regular de aves para diversos fins, em especial para produção de ovos e carne. As principais aves utilizadas são frangos, perus, patos, gansos, marrecos, codornas, galinhas-d'angola, avestruzes, faisões e pavões. Dentre estas, o frango (*Gallus gallus domesticus*) é a espécie mais explorada mundialmente, independente de cultura ou religião, respondendo por 70% da carne de aves consumida (ROENIGK, 1999; AHO, 2001).

A atividade agropecuária que objetiva a produção de ovos para consumo é chamada avicultura de postura, enquanto a produção de carne de frango é conhecida como avicultura de corte. Cotta (1997) conceitua a avicultura de corte como a arte de multiplicar, de criar e de abater frangos.

Descobertas arqueológicas na China indicam a domesticação de frangos por volta de 5400 AC, mas acredita-se que estas aves não foram de grande contribuição para o frango moderno. A origem mais provável para a difusão do frango é a domesticação pela cultura Harppan do rio Indo (Paquistão) entre 2500 e 2100 AC, que visavam inicialmente fins religiosos (sacrifícios) e entretenimento (CRAWFORD, 1990).

Posteriormente, frangos, galinhas e galos foram criados para participarem de rinhas (briga de galo) até meados do século XIX, quando essa atividade se tornou ilegal em partes dos Estados Unidos e Europa, passando então a serem criados para exposição (MORENG e AVENS, 1990). As aves eram selecionadas para uniformidade, conformação do corpo e coloração de plumagem. Para tornar possível o julgamento das aves, formaram-se associações de criadores e foram estabelecidos padrões de raça. Essas raças podem ser agrupadas em quatro classes principais (de acordo com a origem): americanas, asiáticas, britânicas e mediterrâneas (AL-NASSER *et al.*, 2007).

O melhoramento genético de aves para produção de carne e ovos é um desafio relativamente recente. Utilizando-se das mesmas técnicas básicas que estabeleceram as raças puras, os criadores selecionaram características como peso

corporal, índice de crescimento, eficiência alimentar, viabilidade, resistência a doenças e produção, tamanho, cor, forma e qualidade de ovos. As raças que mais contribuíram na seleção para produção de carne foram Plymouth Rock (classe americana) e Cornish (classe britânica); Leghorn branca (classe mediterrânea) é a principal raça utilizada no desenvolvimento da avicultura de postura (MORENG e AVENS, 1990).

Os frangos utilizados hoje na avicultura industrial são aves classificadas taxonomicamente na ordem dos Galliformes, família Phasianidae, gênero *Gallus* e espécie *Gallus gallus*, sub-espécie *Gallus gallus domesticus* (CRAWFORD, 1990).

## DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA AVÍCOLA

Em menos de um século, a avicultura evoluiu da produção de quintal para a exploração por empresas especializadas. Esse desenvolvimento foi possível graças à avanços científicos em diversas áreas, como: genética e seleção, nutrição, manejo e sanidade (HUNTON, 1990; MORENG e AVENS, 1990).

Entre os anos de 1930 e 1950 deu-se início à programas de seleção de aves, criadas como raças puras inicialmente e depois introduziram-se os cruzamentos entre raças. Dessa forma, as linhagens de aves foram se especializando na produção de ovos (linhagens de postura) ou na produção de carne (linhagens de corte). O número de raças, variedades e linhagens reduziu ao mesmo tempo em que diminuiu o número de empresas de seleção genética. Atualmente, algumas poucas corporações internacionais fornecem a grande maioria das linhagens, tanto de corte como de postura (CRAWFORD, 1990). Durante o processo de domesticação e especialização das aves, houve uma pequena redução na diversidade genética, sendo necessária atenção especial para evitar uma redução maior em futuras linhagens (AL-NASSER *et al.*, 2007).

De acordo com Salle *et al.* (1998), a carne de frango é o produto de origem animal que melhor atende às exigências do consumidor moderno (qualidade nutricional, resposta eficiente aos problemas de sedentarismo, estresse, preço acessível, entre outros), o que, aliado à razões técnicas e econômicas, justifica a contínua expansão da cadeia do frango de corte. A carne de frango se consolidou

como a segunda mais produzida mundialmente, conforme ilustrado na Tabela 1 (UBA, 2007).

Tabela 1. Produção mundial de carnes (em milhões de toneladas).

ESPÉCIE	2003	2004	2005	2006	2007
Suínos	95,8	100,4	102,5	108,0	105,8
Aves	75,8	78,3	81,0	83,1	86,2
Bovinos	58,7	61,9	63,6	65,7	67,1
Ovinos e caprinos	11,8	12,1	12,9	13,5	13,8
Outras carnes	7,7	4,9	5,2	5,4	5,4
Produção total	249,8	257,6	265,2	257,7	278,3

Fonte: Adaptado de UBA (2007 e 2008).

Comparativamente a suínos ou bovinos, o frango tem um ciclo de vida bastante curto, o que o torna mais apto ao desenvolvimento de experimentos. Esse fato tem possibilitado grandes avanços ao setor, seja na eficiência em controle de doenças, melhor conversão, ganho de peso, redução do período de criação, entre outros, como demonstrado para o cenário brasileiro na Tabela 2 e mundial no Apêndice A.

Tabela 2. Evolução média dos coeficientes de produção de frango de corte na avicultura brasileira.

Ano	Peso do frango vivo (g)	Conversão alimentar	Idade de abate (dias)
1930	1.500	3,50	105
1940	1.550	3,00	98
1950	1.580	2,50	70
1960	1.600	2,25	56
1970	1.700	2,15	49
1980	1.800	2,05	49
1984	1.860	2,00	47
1988	1.940	2,00	47
1994	2.050	1,98	45
1998	2.150	1,95	45
2000	2.250	1,88	43
2001	2.300	1,85	42
2002	2.300	1,83	42
2003	2.350	1,88	43
2004	2.390	1,83	43
2005	2.300	1,82	42
2006	2.340	1,85	43
2007	2.450	1,85	44

Fonte: UBA (2008).

A evolução técnico-científica apontada na Tabela 2 alavanca ganhos econômicos, já que aumenta a capacidade de conversão de matérias vegetais em carne num menor espaço de tempo e a custos mais acessíveis (SALLE *et al.*, 1998).

#### AVICULTURA BRASILEIRA

A avicultura é a atividade agropecuária mais tecnificada do país e ocupa posição de destaque mundial. Esta atividade dinamiza setores que giram ao seu redor e impulsiona constantes inovações tecnológicas (COTTA, 1997). De acordo com Campos (2000), a cadeia do frango abrange fábrica de rações, granjas de avós, matrizes e frangos, incubatório, abatedouro, processador de subprodutos, fornecedores de equipamentos, produtores de aditivos (antibióticos, acidificantes, corantes, antifúngicos, enzima, etc) e produtores de produtos biológicos (vacinas, probióticos, prebióticos, etc). É interessante ressaltar o papel de empregadora da atividade avícola no Brasil, gerando cerca de quatro milhões de empregos (UBA, 2008).

Segundo Cotta (1997), a avicultura era uma atividade desenvolvida de maneira artesanal, em quintais e terreiros, sendo uma ocupação essencialmente feminina e de importância secundária no conjunto da produção agrícola. A incubação era feita de forma natural, com os nascimentos se concentrando na primavera. Os frangos eram criados em liberdade, possuindo abrigos e poleiros, e se alimentavam de insetos, verduras e grãos. Nessa época, a carne de frango era considerada um prato nobre e, por ter fácil digestão, freqüentemente destinado à pessoas doentes e mulheres que tinham dado à luz recentemente (COTTA, 1997).

Atualmente, ainda existe a produção de frango da roça (ou frango caipira), sendo um nicho de mercado diferenciado. A esmagadora maioria da produção avícola brasileira está caracterizada dentro do sistema industrial, com criação em alta densidade de aves, grande tecnificação de processos e melhor produtividade (COTTA, 1997).

O desenvolvimento da avicultura no Brasil acentuou-se a partir dos anos sessenta, sendo estabelecida produção em escala industrial nos anos setenta (época de grande expansão da soja). As primeiras exportações de carcaça de frango datam de meados da década de setenta (COTTA, 1997).

Segundo Matos (1996), os três principais fatores para consolidação da avicultura brasileira como uma das mais modernamente constituídas são: intensa integração vertical, a expansão do mercado interno e o incentivo à busca do mercado externo. A estrutura industrial da avicultura brasileira é muito concentrada e se destacam algumas empresas líderes que abrangem todo o território nacional, com produtos industrializados conquistando maior espaço, tanto no mercado interno como externo (MATOS, 1996).

Aos poucos, a cadeia do frango foi agregando atividades, desde produção de matrizes até processamento de aves. A produção agrária de base familiar associou-se a essa estrutura, criando sistemas de integração. Esta estratégia é interessante para as empresas integradoras, visto que a produção de frangos requer investimento elevado, possui riscos altos e gera lucros pequenos (MATOS, 1996). Além disso, a constante assistência técnica das empresas permite que o pequeno proprietário se mantenha atualizado e permaneça no campo, sendo uma das bases do sucesso da avicultura brasileira. O modelo da integração se estende hoje para outros segmentos como suinocultura e a produção de fumo, tomate, uva e outros produtos (UBA, 2008).

Os sistemas de produção avícola adotados no Brasil podem ser classificados como independentes ou integrados. Campos (2000) define o produtor independente como aquele que compete no mercado livre, necessitando de largas quantias de capital para sobreviver no mercado. Ainda segundo o autor, esse produtor é praticamente inexistente na Europa e Estados Unidos e no Brasil sua existência é muito limitada. Em geral, o integrado era um produtor independente que se tornou integrado para garantir sua sobrevivência. Os principais tipos de integração são: horizontal, vertical, circular e conglomerado (Apêndice B).

Quatro gerações de aves estão envolvidas na obtenção do frango de corte: linhagens puras, bisavós, avós e matrizes. Sendo assim, a avicultura industrial engloba os segmentos de selecionadores (empresas de melhoramento genético), multiplicadores (avozeiros), incubadores (matrizeiros) e criadores (produtores comerciais). O segmento de selecionadores tem se concentrado nas mãos de algumas poucas grandes corporações (AL-NASSER *et al.*, 2007), principalmente dos Estados Unidos e Europa, as quais mantêm seus produtos competitivos através de

grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento (MENDES *et al.*, 2005). Os multiplicadores alojam avós (aves já selecionadas) e vendem matrizes; as empresas multiplicadoras e suas linhagens estão relacionadas no Apêndice C. Os pintos de corte de um dia (ou ovos férteis geradores de pintos de corte) são fornecidos pelas empresas conhecidas como matrizeiros (há também o mercado de aves de postura), enquanto os criadores de frango recebem os pintos de um dia e os criam até a idade de abate (COTTA, 1997; MENDES *et al.*, 2005).

O setor avícola brasileiro é dependente de material genético importado de empresas de melhoramento. Sendo assim, as empresas aqui instaladas centram seus esforços em estudos de manejo, nutrição e sanidade, na tentativa de melhor adaptar as aves e conseguir resultados mais expressivos (MATOS, 1996). Vale ressaltar que algumas linhagens apresentam melhores desempenhos no Brasil (devido a condições climáticas, nutricionais e de manejo) do que no país de origem ou em qualquer outro país – o que valoriza ainda mais a avicultura brasileira no panorama mundial (SALLE *et al.*, 1998).

Essa dependência de material genético incorre em alguns riscos, como o de surtos de doenças nos países fornecedores (bloqueio das importações) e o de introdução de doenças exógenas através da importação de aves contaminadas. Por outro lado, a disponibilidade de linhagens de desempenho superior (e uma longa história de melhoramento) possibilita ao Brasil situar-se entre as melhores aviculturas do mundo e o dispêndio de divisas para importação representa menos de 2% do arrecadado com exportações (Apêndice D), o que a torna extremamente lucrativa (SALLE *et al.*, 1998; MENDES *et al.*, 2005).

Em um programa de seleção e melhoramento genético, as quatro principais áreas a serem trabalhadas são desempenho da matriz, desempenho do frango, abate e processamento e sanidade (MENDES *et al.*, 2005). As características de desempenho do frango, tais como ganho de peso, conversão alimentar, conformação, viabilidade, qualidade das patas e empenamento, são fundamentais para a competitividade do produto. Porém, exigências de mercado tendem a gerar uma especialização na produção de frango, sendo necessária maior atenção na seleção para rendimentos de carcaça e cortes (abate e processamento). A estrutura de produção no Brasil é fortemente baseada no sistema de integração, fazendo com

que as características de abate e processamento (de maior peso econômico na avaliação global da atividade) sejam fator decisivo na escolha da linhagem por parte das grandes empresas integradoras (MENDES *et al.*, 2005).

Consolidado como maior exportador e terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, conforme evidenciado nas Tabelas 3 e 4, o desempenho brasileiro de exportações de carne de frango em 2006 foi comprometido pela retração de mercados na Europa e Ásia devido a focos de gripe aviária em alguns países importadores, além de uma conjuntura cambial desfavorável. Em 2007, os mercados foram reestruturados e os baixos estoques internacionais impulsionaram a ampliação das importações brasileiras, que cresceram cerca de 21%. Com a recuperação dos preços, que tiveram aumento de 28% em relação à média de 2006, a desvalorização cambial foi corrigida e as perdas de 2006 foram repostas (UBA, 2008).

Tabela 3. Produção mundial de carne de frango nos principais países, em mil toneladas (1999 – 2007).

ANO	EUA	CHINA	BRASIL	EU	MÉXICO	MUNDO
1999	13.367	8.550	5.526	6.614	1.784	47.554
2000	13.703	9.269	5.977	7.606	1.936	50.097
2001	14.033	9.278	6.736	7.883	2.067	52.303
2002	14.467	9.558	7.517	7.788	2.157	54.155
2003	14.696	9.898	7.843	7.512	2.290	54.282
2004	15.286	9.998	8.494	7.627	2.389	55.952
2005	15.870	10.200	9.297	8.169	2.498	62.902
2006	15.930	10.350	9.335	7.740	2.592	63.797
2007	16.211	11.500	10.246	8.111	2.730	67.743

Fonte: Adaptado de ABEF (2007) e ABEF (2008)

Tabela 4. Exportação mundial de carne de frango nos principais países, em mil toneladas (2000 – 2007).

ANO	BRASIL	EUA	UNIÃO EUROPEIA	CHINA	TAILÂNDIA	MUNDO
2000	907	2.231	774	464	333	4.856
2001	1.265	2.520	726	489	392	5.527
2002	1.625	2.180	871	438	427	5.702
2003	1.960	2.232	788	388	485	6.023
2004	2.470	2.170	813	241	200	6.055
2005	2.846	2.360	691	331	240	6.801
2006	2.718	2.361	684	322	261	6.494
2007	3.287	2.618	623	358	297	7.236

Fonte: Adaptado de ABEF (2007) e ABEF (2008)

Os cortes de frango são os principais itens na balança comercial do frango, totalizando 1,8 milhões de toneladas e receita cambial de US\$ 2,8 bilhões, representando um crescimento de 12% em volume e 40% em receita (UBA, 2008). O frango inteiro teve exportações da ordem de 1,2 milhões de toneladas (receita de aproximadamente US\$ 1,4 bilhões, 54% maior que 2006) e os embarques de industrializados somaram 155 mil toneladas com receita de US\$ 402 milhões (UBA, 2008). Os volumes de exportações de carne de frango, por segmento, estão apresentados na Tabela 5. As projeções para 2008 indicam aumento de custos de produção no setor avícola (principalmente com milho e farelo de soja) e desaceleração da economia mundial. Diante desse cenário, estima-se que as exportações brasileiras de carne de frango tenham um crescimento da ordem de 8% em 2008 (UBA, 2008).

Tabela 5. Comparativo das exportações de carne de frango em 2004, 2005, 2006 e 2007 (em toneladas).

SEGMENTO	2004	2005	2006	2007	Variação 2007/2006 (%)
Cortes	1.449.954	1.717.603	1.637.053	1.840.226	12,41
Inteiro	974.565	1.044.362	948.659	1.166.848	23,00
Industrializados	45.176	83.979	127.245	155.341	22,08
Carnes salgadas	-	7	4.575	124.360	2.618,25
<b>Total</b>	<b>2.469.696</b>	<b>2.845.951</b>	<b>2.717.532</b>	<b>3.286.775</b>	<b>20,95</b>

Fonte: Adaptado de UBA, 2007 e 2008.

A grande garantia do setor avícola brasileiro é seu forte mercado interno, o que lhe confere um consumo mensal estável. Durante o primeiro semestre de 2006, ao deparar-se com obstáculos às exportações, a avicultura de corte mostrou-se uma atividade bastante dinâmica e, embora com algum prejuízo, voltou-se ao mercado interno como alternativa. Em 2007, com a balança comercial normalizada, o mercado interno manteve uma demanda bastante equilibrada, apresentando consumo médio de 580 mil toneladas/mês e alcançando demanda anual de 6,960 milhões de toneladas. Estes números representam um aumento de 5% em relação a 2006 e alavancou um crescimento de 6% no consumo *per capita*, atingindo 37,8 kg/habitante/ano, consolidando a carne de frango como a mais consumida no Brasil, conforme demonstrado na Tabela 6 (UBA, 2008).

Tabela 6. Consumo per capita no Brasil.

Ano	Ovos (unidades)	Frango (kg)	Bovino (kg)	Suíno (kg)
1987	109,0	12,4	26,0	8,0
1990	89,0	14,2	36,1	7,2
1995	101,0	23,3	39,3	9,2
2000	94,0	29,9	36,5	10,9
2005	138,0	35,4	36,3	11,3
2006	142,3	37,0	36,6	12,7
2007	131,8	37,8	36,2	13,0

Fonte: Adaptado de UBA, 2007 e 2008.

### COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

Na experimentação em geral, existe a presença de fatores não controlados que fazem sentir seus efeitos sobre os dados obtidos. Pequenas diferenças na constituição genética, no consumo de ração, no acesso à água, hierarquia dos animais, condições de estresse, entre outros, são exemplos de efeitos que não são conhecidos individualmente e alteram os resultados obtidos. Esses fatores são designados como variação do acaso ou variação aleatória (GOMES, 1990). Assim, ao comparar tratamentos, a superioridade pode ser devida simplesmente ao acaso e não se repetir se o grupo de animais avaliados for alterado. Existem alguns fatores que são conhecidos, mas que também podem influenciar no erro experimental, como o tamanho das parcelas, número de repetições e delineamento experimental (COSTA *et al.*, 2002).

Segundo Gomes (1990), cabe ao pesquisador verificar se as diferenças observadas num experimento possuem ou não valor, isto é, se são ou não significativas. Uma diferença não significativa é considerada como possivelmente devida ao acaso e precisa de mais resultados para que possa ser confirmada ou negada. Já um resultado significativo demonstra que os tratamentos estudados não são equivalentes e apresentam resultados realmente diferentes. Como ressaltado por Lima *et al.* (2004), ensaios com baixa precisão podem levar a conclusões incorretas, apontando igualdade onde na realidade há diferença. Em teste de hipóteses, essa situação é conhecida como erro tipo II. Essa falha de julgamento prejudica a adoção de novas tecnologias e não permite a indicação de melhores tratamentos para os produtores (JUDICE, 2000).

A interpretação da análise estatística dos dados obtidos pode gerar dúvidas quanto ao grau de precisão do experimento. Para determinar a variabilidade dos resultados, são empregadas medidas de dispersão, que tomam como ponto de comparação um valor de tendência central (média ou mediana). As medidas de dispersão mais comumente utilizadas para apontar a variação dos dados experimentais são: erro padrão da média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação (AMARAL *et al.*, 1997). Na avaliação e interpretação de resultados do experimento, Garcia (1989) destaca a importância de utilizar, além da média, medidas de dispersão que garantam conclusões mais seguras e precisas.

Dentre estas medidas, o coeficiente de variação é a única que permite a comparação da dispersão entre diferentes trabalhos e mesmo entre diferentes variáveis, sendo considerada uma medida de dispersão relativa (KALIL, 1977). Isto porque, por definição, o coeficiente de variação de uma amostra é obtido pelo desvio padrão em porcentagem da média aritmética (GOMES, 1987), conforme a fórmula abaixo, onde  $s$  é o desvio padrão e  $\mu$  a média geral do experimento:

$$CV = \frac{s}{\mu} \cdot 100$$

Como salientado por Costa *et al.* (2002), o coeficiente de variação pode também ser calculado como estimativa do desvio padrão (pseudo-sigma ou PS) em porcentagem da estimativa da média. O primeiro autor a descrever o coeficiente de variação foi Karl Pearson, no final do século XIX (GILL, 1978). Segundo Pearson, independente do número de amostras, o CV pode ser determinado pela expressão:

$$CV = \frac{\sqrt{QMRESIDUO}}{\mu} \cdot 100$$

Em igualdade de condições, é mais preciso o experimento com menor coeficiente de variação (maior homogeneidade dos dados). Quanto maior a precisão do experimento, menores diferenças entre estimativas de média serão significativas (ESTEFANEL *et al.*, 1987; CARGNELUTTI FILHO e STORK, 2007). O exemplo exposto por Gomes (1987) ilustra a qualidade de comparação do coeficiente de variação. Tomando-se, por si só, dois desvios padrões ( $s_1 = 300$  kg/ha de milho e  $s_2 = 150$  kg/ha de feijão) não é possível concluir qual tem maior precisão. Considerando-se a média de produção de milho  $\mu_1 = 6.000$  kg/ha e  $\mu_2 = 600$  kg/ha

como média para a produção de feijão, encontra-se como  $CV_1$  5,0% e  $CV_2$  25,0%. Assim, fica evidente no exemplo que, mesmo tendo maior desvio padrão, o ensaio de milho é muito mais preciso do que o de feijão.

Ainda de acordo com Gomes (1987), além de possibilitar a comparação entre variáveis, outra vantagem do coeficiente de variação é ser um número abstrato, expresso em porcentagem, independente da unidade utilizada para os dados analisados.

Entretanto, Steel e Torrie (1980) enfatizam a necessidade do pesquisador estar familiarizado com a variável em questão para saber se o coeficiente de variação encontrado é alto ou baixo. Outra característica importante do CV que deve ser levada em consideração, conforme ressaltado por Mead e Curnow (1986), é que esse passa a ser uma medida sem sentido no caso de variáveis que assumam valores positivos e negativos. Isso porque, nesses casos, a média pode tender a zero, implicando em valores de CV muito altos, o que é irreal. Esses autores destacam ainda a importância do coeficiente de variação para determinar o número de repetições necessário para determinar diferença entre médias de tratamentos, com uma determinada probabilidade.

Cargnelutti Filho e Storck (2007) defendem que experimentos com coeficiente de variação muito alto e que não apresentam efeito significativo para os tratamentos sejam considerados para descarte, podendo não serem aceitos para publicação.

O número de repetições exerce certa influência sobre o valor do CV, a ponto de Gomes (1991) propor a utilização do índice de variação como alternativa para anular este efeito. Esse índice é calculado através da divisão do coeficiente de variação pela raiz quadrada do número de repetições e demonstra maior acurácia ao representar o grau de precisão do experimento do que o CV isoladamente. Porém, o índice de variação precisa ser calculado individualmente para cada experimento antes de se fazer qualquer comparação, o que representa uma grande desvantagem em termos de praticidade.

Estefanel *et al.* (1987), trabalhando com diversas culturas agrícolas, chegaram a conclusão de que o delineamento experimental não influencia significativamente nos valores de CV. Segundo os autores, pressupõe-se que a

forma de disposição da pesquisa visa, em princípio, atenuar a possibilidade de erro experimental.

### FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO DE COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

Snedecor e Cochran (1980) relatam que a distribuição dos valores de CV possibilita estabelecer faixas de classificação que orientem o pesquisador sobre a validade de seus experimentos. Na área de zootecnia, como destacado por Judice (2000), é necessário estabelecer faixas de classificação de CV específicas para cada variável resposta e para cada espécie animal. Como sinalizado por Bohidar e Bohidar (1992) e Vangel (1996), o emprego do CV sem seu intervalo de confiança dificulta a interpretação do coeficiente de variação, corroborando com a necessidade de familiaridade citada por Steel e Torrie (1980).

Visto que o coeficiente de variação mede a precisão do experimento, Gomes (1990), através do estudo de coeficientes de variação obtidos em ensaios agrícolas de campo, estabeleceu a seguinte classificação para CV:

- baixos: quando inferiores a 10%;
- médios: quando entre 10 e 20%;
- altos: quando entre 20 e 30% e;
- muito altos: quando superiores a 30%.

Essa classificação é largamente utilizada, mas é considerada, mesmo para pesquisas agrícolas, muito abrangente e não leva em consideração o cultivo nem a variável estudada (CARVALHO *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2004). Amaral *et al.* (1997), observaram que, em termos gerais, as variáveis de campo apresentaram maiores valores de CV do que as variáveis determinadas em laboratório.

Garcia (1989), utilizando-se de dados de culturas florestais, propôs uma classificação de coeficientes de variação que se baseava na diferença entre a média dos CV e o desvio padrão da seguinte forma: valores abaixo de  $\mu - s$  são considerados baixos; valores entre  $\mu \pm s$  são médios; entre  $\mu + 1 s$  e  $\mu + 2 s$  os valores são interpretados como altos; e valores acima de  $\mu + 2 s$  são muito altos.

Lúcio *et al.* (1999) utilizaram a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey em porcentagem da média (DMS) para classificar experimentos quanto a seu grau de precisão. Este estudo definiu cinco classes: muito alta (5% dos menores

CV), alta (entre 5 e 25% dos menores CV), média (50% centrais), baixa (entre 5 e 25% dos mais altos) e muito baixa (5% dos maiores CV); classificação esta somente aplicável à distribuições normais.

Ao comparar quatro metodologias de classificação de CV, Judice (2000) recomendou a utilização do método de Garcia (1989) ou do método dos quantis amostrais em detrimento do método da distribuição aproximada do coeficiente de variação ou do método de intervalo de confiança de Vangel (1996).

Em 2002, uma nova metodologia de classificação de coeficientes de variação foi proposta, a partir de ensaios com culturas de arroz de terras altas, por Costa *et al.* (2002). Diferentemente dos outros métodos adotados até então, essa nova classificação apresenta a grande vantagem de ser aplicável tanto a dados com distribuição normal como não normal. Os métodos propostos por Garcia (1989) e Gomes (1990) são inconsistentes quando empregados a distribuições não normais, devendo primeiramente ser realizado teste de normalidade. Conforme demonstrado anteriormente (TUKEY, 1977; HOAGLIN *et al.*, 1983; BLANXART *et al.*, 1992), Costa *et al.* (2002) utilizaram a mediana (Md) e pseudo-sigma (PS), medidas estas mais resistentes que a média e o desvio padrão, para estabelecer suas faixas de classificação da seguinte forma:

- Baixo:  $CV \leq (Md - PS)$
- Médio:  $(Md - PS) < CV \leq (Md + PS)$
- Alto:  $(Md + PS) < CV \leq (Md + 2PS)$
- Muito Alto:  $CV > (Md + 2PS)$

onde:  $Md = (Q_1 + Q_3)/2$  é a mediana dos coeficientes de variação,  $Q_1$  e  $Q_3$  são o primeiro e terceiro quartis respectivamente, os quais delimitam 25% de cada extremidade da distribuição; PS é o pseudo-sigma ( $PS = IQR/1,35$ ) sendo IQR a amplitude interquartílica ( $IQR = Q_3 - Q_1$ ), medida resistente que indica o quanto os dados estão distanciados da mediana. O valor 1,35 corresponde à distância entre  $Q_1$  e  $Q_3$  na distribuição normal.

Ainda segundo Costa *et al.* (2002), o pseudo-sigma seria o desvio padrão que uma distribuição normal precisaria ter para produzir a mesma amplitude interquartílica das distribuições dos dados amostrais. Isto justifica a presença do valor 1,35 como divisor da amplitude interquartílica ( $PS = IQR/1,35$ ), com o resultado

dessa divisão fornecendo o desvio padrão que se esperaria de uma distribuição normal.

Nos casos em que os dados apresentarem distribuição não normal, o pseudo-sigma será uma medida de dispersão mais resistente que o desvio padrão clássico; entretanto, se os dados têm distribuição aproximadamente normal, o pseudo-sigma produz uma estimativa de  $s$ , que será bem próxima de  $s$ , que é o desvio padrão da amostra (HOAGLIN *et al.*, 1983; BLANXART *et al.*, 1992).

Spiegel (1993) demonstrou que sob a condição de normalidade 68,27% dos CV estão incluídos entre  $Md \pm 1PS$ ; 95,45% dos CV estão entre  $Md \pm 2PS$ ; e 99,73% dos CV estão entre  $Md \pm 3PS$ . Portanto, as frequências esperadas dos coeficientes de variação nas faixas de classificação definidas correspondem a: 15,86%, 68,27%, 13,59% e 2,28%, respectivamente.

Diversos trabalhos têm avaliado o coeficiente de variação, com alguns destes propondo faixas de classificação para os CV. A maioria dos trabalhos se concentram na área agrícola, com culturas como milho (SCAPIM *et al.*, 1995; CARGNELUTTI FILHO e STORCK, 2007), melão (LIMA *et al.*, 2004), soja (CARVALHO *et al.*, 2003), arroz (COSTA *et al.*, 2002), erva mate (STORCK *et al.*, 2002), gramíneas e forrageiras (AMBROSANO e SCHAMMAS, 1994; CLEMENTE e MUNIZ, 2002) citros (AMARAL *et al.*, 1997), cultivos florestais (GARCIA, 1989), dentre outros ensaios agronômicos (ESTEFANEL *et al.*, 1997). Entretanto, publicações com classificação de coeficientes de variação na área animal são mais escassas, estando disponíveis referências para bovinos (JUDICE *et al.*, 2002), suínos (JUDICE *et al.*, 1999), algumas características nutricionais de eqüinos (LANA *et al.*, 2006) e somente para a variável peso final (peso vivo final) em frangos de corte (JUDICE, 2000). Não há, até o momento, orientação sobre valores de CV para as demais variáveis resposta utilizadas na avicultura de corte brasileira, apesar da importância econômico-científica do segmento.

Judice (2000), trabalhando com 38 valores de CV obtidos em seis periódicos diferentes publicados entre 1943 e 1999, avaliou a distribuição do coeficiente de variação do peso final de frangos de corte. Foram encontrados os seguintes dados: valor médio de CV 2,84%, desvio padrão 1,05%, maior valor de CV 7,16% e menor

valor de CV 0,85%. Aplicando a metodologia de Garcia (1989), chegou-se à classificação de CV apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Faixa de classificação da variável peso final em frangos de corte, de acordo com o critério de Garcia (1989).

	CV Baixo	CV Médio	CV Alto	CV Muito Alto
Peso final	<1,79	1,79 < CV < 3,89	3,89 < CV < 4,94	> 4,94

Fonte: Judice (2000).

### III. MATERIAL E MÉTODO

Foram tabulados coeficientes de variação de diversos trabalhos sobre frangos de corte publicados no Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária (1999 a 2006), Revista Brasileira de Ciência Avícola (2000 a 2005) e Revista Brasileira de Zootecnia (2000 a 2006). Selecionou-se as variáveis que ocorreram com maior frequência nos artigos, quais sejam: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade, viabilidade, peso vivo, rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de pernas (coxa e sobrecoxa), rendimento de gordura abdominal, rendimento de asas e rendimento de dorso; estando estas variáveis descritas no Apêndice E.

Considerando a conclusão de Estefanel *et al.* (1987), não foram especificados os delineamentos experimentais, visto que os mesmos não influenciam significativamente os valores de CV.

Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, utilizou-se o método de Kolmogorov-Smirnov, modificado por Lilliefors (1967).

Para cada variável resposta foram obtidos: maior valor, menor valor, amplitude, média, mediana, primeiro quartil, terceiro quartil, amplitude interquartílica e pseudo-sigma.

As faixas de classificação foram definidas de acordo com o proposto por Costa *et al.* (2002), que consideraram baixos os coeficientes inferiores a  $(Md - PS)$ , médio os CV entre  $(Md - PS)$  e  $(Md + PS)$ , alto os valores de CV entre  $(Md + PS)$  e  $(Md + 2PS)$ , e muito alto os CV maiores que  $(Md + 2PS)$ .

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do teste de normalidade de Lilliefors (1967) mostrou que somente as variáveis rendimento de gordura abdominal, rendimento de asas, rendimento de dorso e viabilidade tiveram distribuição normal com 5% de significância. A variável peso vivo apresentou distribuição não normal com 5% de significância, diferentemente do encontrado por Judice (2000) ao aplicarem o teste de Shapiro-Wilk (1965) a seus dados.

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os resultados estatísticos obtidos a partir dos valores de CV encontrados na literatura.

Tabela 8. Teste de normalidade de Lilliefors e estatística descritiva dos coeficientes de variação das variáveis estudadas nos experimentos publicados sobre frangos de corte.

Variável	Lilliefors	Maior valor (%)	Menor Valor (%)	Amplitude (%)
Ganho de peso	0,0000*	30,30	0,62	29,68
Consumo de ração	0,0000*	18,24	0,34	17,90
Conversão alimentar	0,0000*	29,04	0,73	28,31
Mortalidade	0,0000*	453,17	0,00	453,17
Viabilidade	0,0607 <sup>ns</sup>	9,16	0,86	8,30
Peso vivo	0,0011*	8,65	0,67	7,98
Rendimento de carcaça	0,0000*	9,48	0,80	8,68
Rendimento de peito	0,0208*	10,96	1,43	9,53
Rendimento de pernas	0,0196*	6,40	1,64	4,76
Rendimento de gordura abdominal	0,2000 <sup>ns</sup>	34,60	6,45	28,15
Rendimento de asas	0,0536 <sup>ns</sup>	11,65	1,65	10,00
Rendimento de dorso	0,0790 <sup>ns</sup>	11,37	1,50	9,87

\* significativo em nível de 0,05 no teste de Lilliefors.

<sup>ns</sup> não significativo em nível de 0,05 no teste de Lilliefors.

A variável mortalidade apresentou elevada variação em seus CV, resultando em pseudo-sigma de 86,73% e amplitude de 453,17% (Tabelas 8 e 9). Esses altos valores se devem à própria natureza da variável, que por ter um valor muito baixo sofre, proporcionalmente, grandes alterações com pequenas mudanças absolutas. Os valores encontrados para Md e PS de mortalidade tornaram sua faixa de classificação dos CV incoerente, não sendo, portanto, estipulada. Por não ser uma

variável com boa precisão (grande amplitude de CV), seu uso não é aconselhável. Em seu lugar, é indicada a viabilidade que tem características mais estáveis, mostrando PS 1,43% e amplitude de 8,3% (Tabelas 8 e 9), e induz à menor chance de erro experimental.

Ganho de peso e conversão alimentar apresentaram amplitude de 29,68% e 28,31% (Tabela 8), respectivamente, sendo esse elevado valor atribuível à grande diversidade de pesquisas, uma vez que não foram especificados os delineamentos experimentais. Para ganho de peso, a média dos CV foi de 4,65% e para conversão alimentar foi encontrada uma média de 4,15%, evidenciando que a ocorrência de coeficientes de variação altos para essas características não é comum.

De acordo com o recomendado pela literatura (SCAPIM *et al.*, 1995; AMARAL *et al.*, 1997; JUDICE, 2000), o número mínimo de CV necessários para o estudo de sua distribuição é 20 valores para cada variável resposta. Dessa forma, as variáveis em condições de serem avaliadas têm seus tamanhos amostrais indicados na Tabela 9.

Tabela 9. Variáveis mais utilizadas em experimentos com frangos de corte e suas respectivas estimativas da média, pseudo-sigma e mediana dos coeficientes de variação, em porcentagem, e número de experimentos.

Variável	n <sup>1</sup>	Média	Pseudo $\sigma$	Mediana
Ganho de peso	277	4,65	1,96	3,54
Consumo de ração	288	3,98	1,49	3,45
Conversão alimentar	294	4,15	1,98	3,29
Mortalidade	44	94,35	86,73	42,83
Viabilidade	30	3,22	1,43	2,70
Peso vivo	76	3,29	1,60	2,89
Rendimento de carcaça	83	2,16	0,83	1,86
Rendimento de peito	73	4,28	1,95	3,98
Rendimento de pernas	53	3,27	1,39	2,94
Rendimento de gordura abdominal	63	16,84	5,83	15,99
Rendimento de asas	26	4,39	2,10	3,77
Rendimento de dorso	25	4,65	1,59	4,30

<sup>1</sup> número de experimentos

Para peso vivo, encontrou-se o valor médio de CV de 3,29%, valor relativamente próximo aos 2,84% observados por Judice (2000). Apesar de não

serem medidas idênticas, tanto o desvio padrão de 1,05 apontado por Judice (2000) quanto o pseudo-sigma de 1,6 encontrado pelo presente trabalho indicam a baixa dispersão dos dados referentes a CV de peso vivo encontrados na literatura. Confrontando-se os valores extremos encontrado pelos dois experimentos, nota-se que o presente trabalho apresentou um maior valor superior e um menor valor inferior aos observados por Judice (2000), o que é justificável por este trabalho possuir maior número de valores analisados.

Como demonstrado por sua média de CV (Tabela 9), o rendimento de gordura abdominal é uma variável com um comportamento diferente das demais. Exceção feita à mortalidade por suas características já comentadas, o rendimento de gordura abdominal é a característica que apresentou o maior valor de CV máximo assim como o maior valor de CV mínimo (Tabela 8).

Analisando-se a metodologia proposta por Costa *et al.*(2002), a Tabela 10 deve ser utilizada como referência pelo pesquisador para verificar se os resultados de CV obtidos estão, ou não, dentro de uma faixa esperada de valores.

Tabela 10. Faixas de classificação para os coeficientes de variação (%) das variáveis comumente avaliadas em experimentos com frangos de corte.

Variável	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Ganho de peso	$CV \leq 1,577$	$1,577 < CV \leq 5,503$	$5,503 < CV \leq 7,466$	$CV > 7,466$
Consumo de ração	$CV \leq 1,956$	$1,956 < CV \leq 4,937$	$4,937 < CV \leq 6,428$	$CV > 6,428$
Conversão alimentar	$CV \leq 1,306$	$1,306 < CV \leq 5,269$	$5,269 < CV \leq 7,250$	$CV > 7,250$
Viabilidade	$CV \leq 1,269$	$1,269 < CV \leq 4,121$	$4,121 < CV \leq 5,547$	$CV > 5,547$
Peso vivo	$CV \leq 1,285$	$1,285 < CV \leq 4,485$	$4,485 < CV \leq 6,085$	$CV > 6,085$
Rendimento de carcaça	$CV \leq 1,034$	$1,034 < CV \leq 2,686$	$2,686 < CV \leq 3,512$	$CV > 3,512$
Rendimento de peito	$CV \leq 2,032$	$2,032 < CV \leq 5,928$	$5,928 < CV \leq 7,876$	$CV > 7,876$
Rendimento de pernas	$CV \leq 1,547$	$1,547 < CV \leq 4,333$	$4,333 < CV \leq 5,725$	$CV > 5,725$
Rendimento de gordura abdominal	$CV \leq 10,160$	$10,160 < CV \leq 21,820$	$21,820 < CV \leq 27,649$	$CV > 27,649$
Rendimento de asas	$CV \leq 1,666$	$1,666 < CV \leq 5,874$	$5,874 < CV \leq 7,977$	$CV > 7,977$
Rendimento de dorso	$CV \leq 2,707$	$2,707 < CV \leq 5,893$	$5,893 < CV \leq 7,485$	$CV > 7,485$

Embora adotando metodologia ligeiramente diferente, a faixa de classificação encontrada para peso vivo é próxima à estipulada por Judice (2000), mesmo com a distribuição não normal do presente trabalho, o que confirma a consistência da metodologia proposta por Costa *et al.* (2002). A referência de classificação de CV

sugerida por Judice (2000) é levemente mais estreita, o que provavelmente se deve a diferença de números de valores analisados, já que o presente trabalho avaliou o dobro de valores (76 vs 38) e, conseqüentemente, apresentou maior dispersão dos mesmos.

Ao se comparar as faixas de classificação encontradas (Tabela 10) com a proposta por Gomes (1990), na qual valores de CV menores que 10 são considerados baixos, fica evidente a disparidade das informações. O autor ressalta ainda que, em culturas agrícolas, ensaios de laboratório ou de casa-de-vegetação são geralmente mais precisos e podem ter coeficientes de variação mais baixos, condizendo com os achados de Amaral *et al.* (1997) . Vale lembrar que os CV utilizados para a formulação da Tabela 10 foram obtidos em três revistas tidas como referências em publicações avícolas no Brasil e, em vista disto, espera-se que o grau de precisão dos experimentos divulgados por esses meios seja elevado.

O rendimento de carcaça se destaca como característica com menor mediana de CV (Tabela 9), o que reflete em sua faixa de classificação bastante estreita (Tabela 10). Em contrapartida, o rendimento de gordura abdominal teve uma faixa classificação de CV próxima ao preconizado por Gomes em 1990. Excetuando-se o rendimento de gordura abdominal, para as demais variáveis um CV de 8,00% é considerado muito alto, diferentemente do preconizado pelo referido autor.

Gomes (1990) estipulou as faixas de classificação de CV com base em variáveis agronômicas, entretanto, na avicultura de corte as variações não controladas ou frutos do acaso são relativamente menores do que as encontradas nos experimentos agronômicos. Isso porque se trabalha com linhagens e híbridos, dentro de um ambiente com certo grau de controle, esperando-se assim uma alta homogeneidade. Portanto, estas faixas preconizadas por Gomes (1990), apesar de serem amplamente utilizadas como valores referenciais, induzem a um grande viés nas conclusões dos experimentos na área de avicultura de corte.

## V. CONCLUSÕES

As faixas de classificação dos coeficientes de variação encontradas para as variáveis analisadas podem ser utilizadas como referência para determinar a precisão experimental.

Os coeficientes de variação em estudos com frangos de corte têm características próprias e diferem das faixas propostas por Gomes (1990) para a maioria das variáveis analisadas.

As faixas de classificação dos coeficientes de variação mostraram-se relativamente baixas, indicando homogeneidade das condições experimentais.

Para as variáveis não avaliadas, há necessidade de estudos futuros para determinação de faixas de classificação mais adequadas.

## VI. REFERÊNCIAS

AHO, P. The World`s Commercial Chicken Meat and Egg Industries. In: **Commercial Chicken Meat and Egg Production**. 5 ed. Amsterdam, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 3 – 17.

AL-NASSER, A., AI-KHALAIFA, H., AL-SAFFAR, A., KHALIL, F., ALBAHOUH, M., RAGHEB, G., AL-HADDAD, A., MASHALY, M. Overview of chicken taxonomy and domestication. **Worlds Poultry Science Journal**, Wyton, v. 63, n.2, p. 285-300, june. 2007.

AMARAL, A.M., MUNIZ, J.A., SOUZA, M. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.

AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMAS, E.A. Avaliação dos coeficientes de variação em experimentos com forrageiras. **Boletim da Indústria Animal**, v.51, p.13-20, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO – ABEF. **Relatório Anual 2006**. São Paulo, 2007. 38 p. Relatório.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO – ABEF. **Relatório Anual 2007**. São Paulo, 2008. 36 p. Relatório.

BLANXART, M.F.; COSIALLS, L.S.; OLMOS, J.G.; PUIG, R.F.; OSET, J.T. **Análisis exploratorio de datos**: nuevas técnicas estadísticas. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias, 1992. 296 p.

BOHIDAR, N.R.; BOHIDAR, N.R. Construction of upper confidence limit of coefficient of variation for content uniformity. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, New York, v. 18, n. 1, p. 21-37, jan. 1992.

CAMPOS, E.J. **Avicultura razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte : FEP-MVZ, 2000. 311p.

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; OLIVEIRA, M.F.; HIROMOTO, D.M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 17- 24, jan. 2007.

CLEMENTE, A.L.; MUNIZ, J.A. Avaliação do coeficiente de variação em experimentos com gramíneas forrageiras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.197-203, 2002.

COSTA, N.H.A.D., SERAPHIN, J.C., ZIMMERMANN, F.J.P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.243-249, mar. 2002.

COTTA, J. T. B. **Produção de carne de Frango**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 197.

CRAWFORD, R.D. Poultry Biology: Origin and History of Poultry Species. In: **Poultry Breeding and Genetics**. Amsterdam and New York: Elsevier Science Publishing Company, 1990. p. 43 – 60.

ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2., 1987, Londrina. **Anais..** Londrina: Universidade Estadual de Londrina / Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 1987. p.115-131.

FERNANDES, E.A. **Avaliação da suplementação de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte**. 2005. 85f. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica) – UFU, Uberlândia. 2005.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1989. 12 p. (Circular Técnica, 171).

GILL, J.L. **Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences**. Ames: The Iowa State University Press, 1978. 411p.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. 3.ed., Piracicaba: Potafós, 1987. 162p.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

GOMES, F.P. **O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1991. 4p. (Circular técnica, 178).

HOAGLIN, D.C.; MOSTELLER, F.; TUCKEY, J.W. **Understanding robust and exploratory data analysis**. New York: J. Wiley, 1983. 477 p.

HUNTON, P. Industrial breeding e selection. In: **Poultry Breeding and Genetics**. Amsterdam and New York: Elsevier Science Publishing Company, 1990. p. 985 – 1028.

JUDICE, M.G., MUNIZ, J.A., CARVALHEIRO, R. Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.170-173, jan./mar., 1999.

JUDICE, M.G. **Avaliação de coeficiente de variação em experimentos zootécnicos**. 2000. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFLA, Lavras, 2000.

JUDICE, M.G.; MUNIZ, J.A.; AQUINO, L.H.; BEARZOTI, E. Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, p.1035-1040, 2002.

KALIL, E.B. **Princípios de técnica experimental com animais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1977. 210p.

LANA, A.M.Q.; SOARES NETO, J.; ALMEIDA, F.Q.; REZENDE, A.S.C; PRATES, R.C. Classificação de coeficientes de variação na experimentação com nutrição de eqüinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, out. 2006

LILLIEFORS, H.W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v.62, n.318, p.399-402, june. 1967.

LIMA, L.L., NUNES, G.H.S., BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, p.14-17, jan./mar. 2004.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, p.99-103, 1999.

MATOS, V.A. Estratégias competitivas das empresas líderes do segmento avícola brasileiro. **Economia – Ensaios**, Uberlândia, v.10, n. 2. p. 67-112, jul. 1996.

MEAD, R.; CURNOW, R.N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman and Hall, 1986. 335 p.

MENDES, A.A., PAZ, I.C.L.A e MOREIRA, J. Produção e características das linhagens para corte. In: **Manejo de Matrizes de Corte**. Campinas: FACTA, 2005. cap 1, p. 1 – 10.

MORENG, R.E., AVENS, J.S. Ciência e produção de aves. São Paulo: Roca; 1990. 380 p.

PAIXÃO, R. L. A regulamentação da Experimentação Animal: uma breve revisão. **Revista CFMV**, Brasília, v. 13, n. 40, p. 59-75, jan./fev./mar./abr. 2007.

ROENIGK, W. P. Keynote Address: World Poultry Consumption. **Poultry Science**, Washington, DC, v.78, n.5, p. 722-728, may. 1999

SALLE, C. T. P.; SILVA, E. N.; SCHMIDT, G. S.; GODOY, J. C., A Cadeia Produtiva da Avicultura. In: **Agronegócio brasileiro, ciência, tecnologia e competitividade**, Brasília: CNPQ, 1998. cap. 17, p. 225 – 237.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, maio. 1995.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London (Great Britain), Vol. 52, No. 3/4, p. 591-611, Dec. 1965.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 7ed. Ames: The Iowa States University Press, 1980. 593p.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 1993. 643p. (Coleção Schaum).

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2. ed. New 1980

STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; SANTOS, P.M.; CARVALHO, M.P.; CARDINAL, A.B.B. Precisão experimental em erva-mate (*Ilex paraguariensis St.Hil.*). **Ciência Florestal**, v.12, p.159-161, 2002.

TUKEY, J.W. **Exploratory data analysis**. Reading, MA (USA): Addison-Wesley Publishing Company, 1977. 688 p.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. **Relatório Anual 2004/2005**. Brasília, 2005. 86p. Relatório.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. **Relatório Anual 2006/2007**.  
Brasília, 2007. 80p. Relatório.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. **Relatório Anual 2007/2008**.  
Brasília, 2008. 84p. Relatório.

VANGEL, M.G. Confidence intervals for a normal coefficient of variation. **The American Statistician**, Alexandria, VA (USA), v.50, n.1, p.21-26, Feb. 1996.

## APÊNDICES

## Apêndice A –

Tabela 11A. Evolução da avicultura de corte mundial de 1930 a 2001.

ANO	Peso médio do frango (g)	Conversão alimentar	Idade de abate (dias)
1930	1.500	3,50	105
1940	1.550	3,00	98
1950	1.600	2,50	70
1960	1.600	2,25	56
1970	1.600	2,00	49
1980	1.700	2,00	49
1984	1.860	1,98	45
1989	1.940	1,98	45
1996	2.050	1,90	45
2001*	2.240	1,78	41

\*Previsão

Adaptado de SALLE *et al.*, 1998.

## Apêndice B –

Principais tipos de integração, segundo Campos (2000):

Horizontal – união de produtores para produção e comercialização de um bem comum sob uma única gerência (possibilitando maior poder de compra e de venda);

Vertical – união de representantes de diferentes setores para uma produção conjunta, visando diminuição de custos e vantagens competitivas (por exemplo, a união de um incubatório com produtores de frango de corte);

Circular – é a união de uma integração horizontal (diferentes empresas) com uma vertical (diferentes setores), objetivando maior garantia de mercado;

Conglomerado – união de integrações verticais (sistema monopolista fora da realidade do mercado).

## Apêndice C –

Tabela 12C. Multiplicadoras e linhagens de frango de corte existentes no Brasil.

Avozeiro	Linhagem	Localização
Agroceres	Arbor Acres e AgRoss	Rio Claro (SP)
Agrogen Desenv. Genético	Cobb	Montenegro (RS)
Asa Alimentos	Cobb	Brasília (DF)
Avipal	Isa Vedette e AgRoss	Porto Alegre (RS)
Cialne	AgRoss	Fortaleza (CE)
Cobb Vantress Brasil	Cobb	São José do Rio Preto (SP)
Da Granja	AgRoss	Lapa (PR)
Doux Frangosul	Cobb e AgRoss	Motenegro (RS)
Gramado Avícola	Hubbard e Label Roug	Gramado (RS)
Granja Planalto	CobbAvian48 e Cobb 500	Uberlândia (MG)
Granja Rezende/Sadia	Hybro, Cobb e AgRoss	Uberlândia (MG)
Hygen	Hybro	Rio Claro (SP)
Pena Branca Alimentos	Cobb	Itatinga (SP)
Perdigão	Chester e Cobb	Videira (SC)
Sadia	Cobb e AgRoss	Faxinal dos Guedes (SC)
Seara	Cobb e Ross	Seara (SC)

FONTE: Adaptado de MENDES (2005).

## APÊNDICE D –

Tabela 13D – Gastos com importação de material genético e receita de exportações em 2004 (em milhões de US\$).

Item	Importação	Exportação
Material genético	14	14
Carne de aves	-	2.800
Ovos industrializados	-	14

Fonte: UBA (2005)

## APÊNDICE E –

## VARIÁVEIS ESTUDADAS

O presente trabalho avaliou os coeficientes de variação dos principais índices zootécnicos empregados na avicultura de corte: ganho de peso, consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar, mortalidade, viabilidade, rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de pernas (coxas e sobrecoxas), rendimento de gordura abdominal, rendimento de asas e rendimento de dorso. Estas variáveis são calculadas em relação ao lote (ou tratamento experimental), e são, portanto, uma

média obtida através da divisão do número total pela quantidade de aves do lote. As freqüências mais utilizadas para a coleta de dados são: no início e no final do experimento, semanalmente ou diariamente.

Ganho de peso – diferença entre peso final e peso inicial de frangos durante o período estudado. Geralmente é expresso em gramas (considerando todo o período), mas pode também ser expresso em g/dia.

Consumo de ração – mede a quantidade de ração consumida durante o experimento. É obtido subtraindo-se a ração residual (restante ao final do experimento) do total oferecido às aves. Assim como o ganho de peso, o consumo de ração também é, na maioria das vezes, calculado em relação ao período de duração do experimento (expresso em gramas), mas pode ser determinado em função do número de dias (gramas de ração consumida por dia – g/dia).

Peso Vivo – Existem várias metodologias para o cálculo do peso vivo (ou peso vivo médio). Em experimentos, é aconselhável a pesagem individual de 100% das aves vivas, obtendo-se o peso vivo bruto. O peso vivo bruto dividido pelo número de aves constitui o peso vivo médio (kg/ave). As aves mortas, ao serem descartadas, também são pesadas mas não contribuem para o peso vivo, somente para a conversão alimentar. Algumas outras formas comercialmente utilizadas para calcular o peso vivo são a pesagem por amostragem, utilização de balanças automáticas no piso do galpão (com registros computadorizados dos pesos individuais) e calcular a diferença de peso entre o caminhão vazio e carregado, dividido pelo número de aves.

Conversão alimentar – a conversão alimentar é obtida pela divisão do consumo de ração pelo peso vivo. Considera-se como conversão alimentar real quando o peso das aves mortas e peso inicial dos pintinhos também são considerados, sendo portanto calculada pela razão entre o consumo médio pelo peso vivo acrescido do peso das aves mortas e deduzido do peso inicial dos pintinhos (FERNANDES, 2005). A conversão alimentar representa a quantidade de alimento que o animal precisa ingerir para ganhar uma unidade de peso. Como é obtido pela razão de medidas de unidades iguais (gramas de ração/gramas de peso ou quilos de ração/quilos de peso vivo), a conversão alimentar não possui unidade específica.

Mortalidade – é o número de óbitos em relação ao total de aves, sendo expressa em porcentagem. Cabe ilustrar uma ressalva: se em um grupo de 100 aves uma morre, têm-se uma mortalidade de 1%, ao passo que se duas aves morrem têm-se uma mortalidade de 2%. Essa variação absoluta de 1%, à primeira vista, pode não representar muito mas se considerarmos em termos relativos, o segundo caso teve o dobro de mortalidade do primeiro.

Viabilidade – é calculada como o número de aves sobreviventes em porcentagem do total (FERNANDES, 2005). A viabilidade é uma variável que ilustra o mesmo conceito da mortalidade, porém com valores mais baixos já que a viabilidade pode ser obtida da equação  $100\% - \text{mortalidade}$ .

Rendimentos – os rendimentos são calculados em porcentagem do peso vivo pré-abate (após o período de jejum). Em geral, as carcaças, sem pés, cabeça, pescoço, gordura abdominal e vísceras comestíveis, são pesadas antes do sistema do resfriamento (“chiller”). Os demais dados para cálculo dos rendimentos citados são coletados após a desossa.