

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PODER ESTATÍSTICO E COEFICIENTE DE
VARIAÇÃO EM EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE
CORTE**

TESE DE DOUTORADO

Marcos André Braz Vaz

**Santa Maria, RS, Brasil
2016**

**PODER ESTATÍSTICO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EM
EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE**

por

Marcos André Braz Vaz

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Santana Pacheco

Santa Maria, RS, Brasil
2016

© 2016

Todos os direitos de reprodução reservados a Marcos André Braz Vaz. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Henrique Abiati, n. 237, apto 104, Bairro Nossa Senhora das Dores, Santa Maria, RS.
Fone (055) 8173 0466; End. brazvaz@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**PODER ESTATÍSTICO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EM
EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE**

elaborada por
Marcos André Braz Vaz

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Paulo Santana Pacheco, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Renius de Oliveira Mello, Dr. (UFSM)

Fábio Mariano Bayer, Dr. (UFSM)

Sônia Maria De Stefano Piedade, Dr^a. (ESALQ/USP)

Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos, Dr. (UFRB)

Santa Maria, 29 de fevereiro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador pela oportunidade e liberdade em escolha do tema, e por acreditar na importância deste assunto para a comunidade científica.

Agradeço à minha família pela compreensão e pelo apoio de sempre.

Agradeço aos meus amigos que me acompanham desde o começo da minha jornada acadêmica, e também àqueles que surgiram durante esta trajetória.

Agradeço aos meus mestres e professores que sempre tiveram paciência comigo e nunca deixaram de tirar as minhas dúvidas infinitas.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

PODER ESTATÍSTICO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EM EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE

Autor: Marcos André Braz Vaz

Orientador: Paulo Santana Pacheco

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de fevereiro de 2016.

Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar o poder do teste F em Análise de Variância (ANOVA) para experimentos com bovinos de corte, determinar o tamanho ideal de amostra e classificar o coeficiente de variação. Os dados foram utilizados de dissertações e teses publicadas do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (PPGZ-UFSM) nos anos de 1991 à 2012, na área de bovinocultura de corte empregando ANOVA. O poder do teste foi determinado assumindo distribuição F de Fisher não central sob hipótese alternativa para a estatística de teste F na ANOVA. O número de repetições por tratamentos foi estimado com base no poder do teste de 80% e o intervalo [0,4 ; 2,0] para o tamanho do efeito. A classificação do coeficiente de variação foi baseada nas metodologias propostas por Garcia (1989) usando média e desvio padrão, e Costa et al. (2002) utilizando mediana e pseudo-sigma. As estimações de poder do teste apresentaram picos de frequências de alto e baixo poder. O número médio recomendado de repetições por tratamentos oscilou entre 7 e 10 repetições. Foi proposta a classificação do coeficiente de variação em baixo, médio e alto, diferindo da classificação da literatura que considera os intervalos baixo, médio, alto e muito alto.

Palavras-chave: Erro tipo II; Análise de Variância; amostragem; tamanho do efeito

ABSTRACT

Thesis of doctorate
Program of Post-Graduation in Animal Science
Federal University of Santa Maria

STATISTICAL POWER AND COEFFICIENT OF VARIATION IN BEEF CATTLE EXPERIMENTS

Author: Marcos André Braz Vaz

Advisor: Paulo Santana Pacheco

Date e Local of Defense: Santa Maria, 29th February de 2016.

This study was conducted to estimate power of tests in Analysis of Variance (ANOVA) in beef cattle experiments, determine sample size and classify the coefficient of variation. Data was collected from thesis and dissertations of the Program of Post-Graduation in Animal Science of Federal University of Santa Maria (PPGZ-UFSM) among the years of 1991 to 2012, in beef cattle production area using ANOVA. Power was estimated by assumption of non central F distribution to the alternative hypothesis in ANOVA. The number of replications for treatments was estimated by power of 80% and interval of [0,4 ; 2,0] to effect size. Classification of coefficient of variation was based on proposed by Garcia (1989) using mean and standard deviation, and Costa et al. (2002) using median and pseudo-sigma. Power of tests shows two frequency peaks of experiments with low and high power. The recommended average number of replication per treatments was among 7 and 10 replications. Classification of coefficient of variation was proposed by low, medium and high, differently from literature that considers the intervals low, medium, high and very high.

Key words: Type II error; Analysis of Variance; sampling; effect size

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui de um experimento em DIC com três tratamentos e quatro repetições	18
Figura 2 - Croqui de um experimento em DBC com três tratamentos e três blocos	19
Figura 3 - Croqui de um experimento em DQL com três tratamentos, três linhas e três colunas	21
Figura 4 - Distribuições da estatística F sob H_0 e sob H_1	27

Capítulo I

Figura 1 - Distribuições da estatística F sob H_0 e sob H_1	18
Figura 2 - Histogramas do poder do teste para as categorias ganho de peso (a), consumo (b), conversão (c) e comportamento (d)	19
Figura 3 - Histogramas do poder do teste para as categorias componentes do corpo vazio em kg (a), componentes do corpo vazio em % (b) e relação (c)	21
Figura 4 - Histogramas do poder do teste para as categorias rendimento (a), quebra (b), gordura (c) e métricas (d)	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Decisões de um teste de hipóteses e tipos de erro.....	26
---	----

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1 - Mínimo, máximo, média, mediana e número de observações (n) do poder do teste para as categorias e resultado dos testes de Scott-Knott e Mann-Whitney	18
Tabela 2 - Mínimo, máximo, média, mediana e número de observações (n) do número de repetições por tratamento utilizados na literatura para as categorias	19
Tabela 3 - Número de repetições por tratamento proposto para as categorias	21

Capítulo II

Tabela 1 - Mínimo, média, mediana, máximo, tamanho da amostra (n) e p-valor do teste Shapiro-Wilk (SK) para o coeficiente de variação	18
Tabela 2 - Classificação proposta para o coeficiente de variação baseada em Garcia (1989)	19
Tabela 3 - Classificação proposta para o coeficiente de variação baseada em Costa et al. (2002)	21

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Ganho de Peso.....	18
Apêndice B - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Consumo.....	19
Apêndice C - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Conversão.....	21
Apêndice D - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Relação.....	21
Apêndice E - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Componente do Corpo Vazio em Kg.....	21
Apêndice F - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Componente do Corpo Vazio em %.....	21
Apêndice G - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Relação.....	21
Apêndice H - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Quebra.....	821
Apêndice I - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Gordura.....	21
Apêndice J - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Métricas.....	21
Apêndice K - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Comportamento.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Análise de Variância	16
2.1.1 Delineamento inteiramente casualizado (DIC).....	17
2.1.2 Delineamento blocos casualizados (DBC).....	18
2.1.3 Delineamento quadrado latino (DQL).....	20
2.1.4 Soma de Quadrados.....	21
2.1.5 Quadrado Médio.....	22
2.1.6 Distribuição das Somas de Quadrados.....	23
2.1.6.1 Distribuição da Soma de Quadrados de Tratamentos.....	23
2.1.6.2 Distribuição da Soma de Quadrados de Resíduos.....	24
2.1.7 Distribuição do quociente F.....	24
2.2 Poder do teste em ANOVA	25
2.3 Determinação do tamanho amostral	28
2.4 Classificação do coeficiente de variação	29
2.4.1 Método de Garcia (1989).....	29
2.4.2 Método de Costa et al. (2002).....	30
3 DESENVOLVIMENTO	31
3.1 Capítulo I - ESTIMAÇÃO DO PODER DO TESTE E DETERMINAÇÃO DO TAMANHO AMOSTRAL EM ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	37
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	42

3.2 Capítulo II - CLASSIFICAÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA.....	
VARIÁVEIS DE EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE.....	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	45
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	47
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	49
CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	53
4. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES.....	60

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rural e estudos na área de bovinocultura de corte são importantes, pois o País possui criação de cerca de 200 milhões de cabeças de gado, conforme dados da Anualpec (2014) e estatísticas do IBGE (2015) mostram que o número de gados abatidos desde o ano de 2000 vem sempre crescendo, sendo 6,4 milhões de abates no primeiro trimestre de 2014.

A pesquisa na pecuária ganhou força no mundo em meados de 1940 com a Revolução Verde, mas apenas anos depois, com a importação dos pacotes tecnológicos, é que começou a ter importância no Brasil (LEMOS, 2013). Possas et al. (1996) citam que as inovações tecnológicas propiciaram a modernização das atividades tradicionais, trazendo avanços na área produtiva. Lemos (2013) comenta que os índices zootécnicos no Brasil não acompanham o padrão mundial da bovinocultura de corte, apesar dos avanços da ciência no País.

Lemos (2013) cita, ainda, que existe resistência por parte dos empresários e produtores em utilizar as informações provenientes das instituições de pesquisas. Tal resistência surge da crença dos empresários e produtores de que a aplicação dos conhecimentos gerados no meio acadêmico e científico não compensará em termos produtivos e econômicos (LEMOS, 2013). Analisando por esta perspectiva, é possível levantar a hipótese de que algumas informações divulgadas pelas instituições do Brasil ocultam um viés, perceptível ou não, que levam à resultados ineficazes no campo prático e disseminam falta de confiança nas pesquisas científicas.

Uma forma de prever a qualidade dos resultados de um experimento é o uso da estimação do poder do testes estatísticos (BERRY et al., 1998). Berry et al. (1998) citam que o poder do teste deve ser calculado conjuntamente ao nível de significância na etapa de planejamento experimental, para a determinação do tamanho amostral. Richardson et al. (2012) comentam que o poder do teste, em pesquisas com bovinos, é influenciado pelo número de repetições por tratamentos, pois quanto maior o número de amostras, menor a diferença das informações coletadas para a realidade populacional. Apesar disso, trabalhar com um número indeterminadamente grande de animais pode ser desnecessário, além de ferir

os princípios éticos da experimentação animal. No Brasil, cada instituição forma o seu próprio comitê de Bioética (Amaral, 2008) que restringe e limita o número de animais a serem utilizados para pesquisas, conforme parâmetros do bem-estar animal. Porém, tais parâmetros não contemplam a área de produção animal. Neste contexto, é importante um estudo na determinação do número de animais para experimentos.

Outra forma de mensurar a qualidade experimental, porém, posteriormente, é utilizando a classificação do coeficiente de variação (CV%). Por ser uma medida adimensional, o coeficiente de variação é amplamente utilizado em pesquisas agropecuárias e comparado pela classificação de Pimentel-Gomes (1985). Apesar disso, Garcia (1989) comenta que a classificação de Pimentel-Gomes (1985) deve ser adaptada e modificada para diferentes áreas da pesquisa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é colaborar para pesquisas que utilizam experimentos com bovinos de corte, determinando tamanhos amostrais suficientes para a obtenção de inferências acuradas.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Estimar o poder do teste F na ANOVA em experimentos com gado de corte;
- b) Determinar um número mínimo de repetições por tratamentos em experimentos com gado de corte;
- c) Avaliar as estatísticas descritivas do poder do teste;

- d) Propor uma nova classificação do coeficiente de variação para experimentos com gado de corte.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Análise de Variância

Comparar k médias de fatores pode ser realizado pelo teste t de Student, dois a dois. Porém, este método apresenta fragilidade quanto maior o número de fatores. Montgomery (2012) explica que dado um poder, por exemplo, de 0,80 para um teste t de Student, para o caso em que $k = 3$, tem-se três comparações de médias duas a duas, totalizando um poder do teste de $0,80^3 = 0,51$, e será menor quanto mais fatores forem testados conjuntamente. Assim, um teste mais poderoso é a Análise de Variância (ANOVA), que compara todos os k fatores conjuntamente em uma única estatística de teste.

A estatística do teste da ANOVA compara a variabilidade dos tratamentos (fatores) com a variabilidade não-observável (aleatória) por meio de um quociente (MONTGOMERY, 2012). Quanto maior o valor da estatística calculada, maiores são as evidências da variabilidade explicada pelos tratamentos. Para a decisão do teste, emprega-se a distribuição F de Fisher que surge da divisão de duas variáveis de distribuição Qui-Quadrado por seus respectivos graus de liberdade (GRAYBILL, 1961).

Seja um experimento com n observações e p parâmetros a serem estimados, os modelos matemáticos em ANOVA podem ser escritos sob a forma matricial (BRIEN, 2007):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (1)$$

em que:

$\mathbf{y}_{n \times 1}$ é o vetor dos valores observados;

$\mathbf{X}_{n \times p}$ é a matriz dos coeficientes dos parâmetros do modelo (matriz delineamento);

$\boldsymbol{\theta}_{p \times 1}$ é o vetor de parâmetros do modelo;

$\boldsymbol{\varepsilon}_{n \times 1}$ é o vetor, não observável, de erros aleatórios, tal que $\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(\mathbf{0}; \mathbf{I}\sigma^2)$, independentes e identicamente distribuídos, \mathbf{I} é a matriz identidade de ordem n ; logo $\mathbf{y} \sim N(\mathbf{X}\boldsymbol{\theta}, \mathbf{I}\sigma^2)$.

PIMENTEL-GOMES (2009) cita os principais modelos de delineamento experimental empregados em ANOVA: delineamento inteiramente casualizado (DIC), delineamento em blocos casualizados (DBC) e delineamento em quadrado latino (DQL). Estes modelos denominam por **tratamentos** o efeito dos fatores a serem testados.

Trivialmente tem-se os três princípios básicos da experimentação (VIEIRA, 1999). O primeiro princípio básico dita que as observações de cada nível de um fator devem conter **repetições** para reduzir erros de amostragem e aleatoriedade. O segundo princípio é a **casualização** na escolha dos efeitos aplicados em um experimento, isto é, devem-se sortear os elementos da amostra que irão receber os tratamentos. O terceiro princípio básico da experimentação é a aplicação do **controle local** para reduzir erros causados por fatores externos ao experimento que influenciem na variável resposta.

Denomina-se por experimento **balanceado** aquele em que o número de amostras por fatores seja igual. Define-se **unidade experimental** o elemento do experimento em que se coleta a amostra. Em um experimento com bovinos de corte à campo, uma unidade experimental pode ser representada por um ou mais animais. Quando dois ou mais bovinos compõem uma unidade experimental, cada animal é considerado uma **subamostra**.

2.1.1 Delineamento inteiramente casualizado (DIC)

O DIC emprega apenas os princípios básicos repetição e casualização. Neste caso, diz-se que o experimento é totalmente aleatorizado, pois nenhum efeito externo é controlado e todas os níveis de fatores são sorteados entre as unidades experimentais. O modelo matemático para o DIC é dado a seguir:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} , \quad (2)$$

em que:

y_{ij} é a observação do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição ($i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, r$);

μ é a média geral;

τ_i é o efeito do i -ésimo tratamento;

ε_{ij} é o erro aleatório associado à observação y_{ij} , assumindo $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ independentes.

Tem-se que μ é fixa, logo, $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$; ε_{ij} é aleatório, em que $E(\varepsilon_{ij}) = 0$ e $E(\varepsilon_{ij}^2) = \sigma^2$; e τ_i pode ser de efeito fixo, com $E(\tau_i) = \tau_i$ e $E(\tau_i^2) = \tau_i^2$, ou aleatório, assumindo $\tau_i \sim N(0, \sigma_{\tau}^2)$. Além disso, consideram-se os efeitos aleatórios independentes, logo, $\text{cov}(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{i'j'}) = 0$ para $i \neq i'$ e $j \neq j'$. No modelo com efeito aleatório tem-se ainda que $\text{cov}(\tau_i, \varepsilon_{ij}) = 0 \forall i, j$ e $\text{cov}(\tau_i, \tau_{i'}) = 0$ para $i \neq i'$. Define-se como **modelo fixo** os modelos em que os efeitos dos

tratamentos τ_i são fixos e **modelo aleatório** quando os efeitos τ_i são aleatórios (BARBIN, 1993).

O delineamento inteiramente casualizado é indicado para experimentos em ambientes homogêneos, como estufas e outros ambientes controlados (PIMENTEL-GOMES, 2009). A Figura 1 ilustra um croqui de um experimento em DIC com bovinos em que aplicam-se três tratamentos com quatro repetições, em que cada animal é uma unidade experimental.

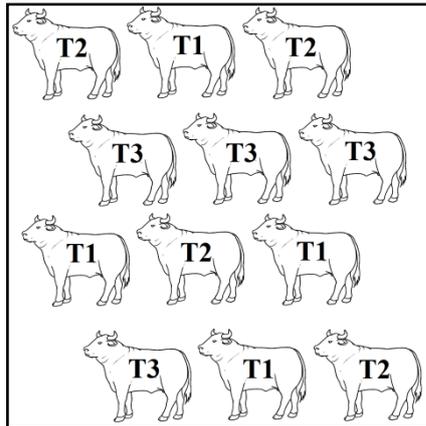


Figura 1 - Croqui de um experimento em DIC com três tratamentos e quatro repetições

Fonte: Elaboração própria

Na aplicação do DIC para bovinos, assume-se homogeneidade entre as unidades experimentais, isto é, não há discriminação entre os animais ou do ambiente em que estão (Figura 1).

2.1.2 Delineamento blocos casualizados (DBC)

Quando um fator externo ao experimento é controlado, configura-se um DBC, também denominado blocos ao acaso. A adição do controle local (efeito dos blocos) diferencia o DBC de um DIC. O modelo matemático que define um DBC é dado por:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + \varepsilon_{ij} , \quad (3)$$

em que:

y_{ij} é a variável observada no i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco ($i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, r$);

μ é a média geral;

τ_i é o efeito do i -ésimo tratamento;

b_j é o efeito do j -ésimo bloco;

ε_{ij} é o erro aleatório associado à observação y_{ij} , assumindo $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

Da mesma forma que para o DIC, pressupõem-se média μ fixa, erros ε_{ij} aleatórios e o efeito dos tratamentos τ_i podendo ser considerados fixo ou aleatório. O efeito dos blocos b_j também pode assumir efeito fixo ou aleatório. Define-se **modelo fixo** quando τ_i e b_j são considerados fixos, **modelo aleatório** quando τ_i e b_j são considerados aleatórios e **modelo misto** quando τ_i é fixo e b_j é aleatório ou τ_i é aleatório e b_j é fixo (BARBIN, 1993). Igualmente ao DIC, assume-se efeitos aleatórios independentes, portanto, $\text{cov}(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{i'j'}) = 0$ para $i \neq i'$ e $j \neq j'$, e nos modelos aleatórios e mistos $\text{cov}(\tau_i, \varepsilon_{ij}) = 0 \forall i, j$, $\text{cov}(b_j, \varepsilon_{ij}) = 0 \forall i, j$, $\text{cov}(\tau_i, \tau_{i'}) = 0$ para $i \neq i'$, $\text{cov}(b_j, b_{j'}) = 0$ para $j \neq j'$ e $\text{cov}(\tau_i, b_j) = 0 \forall i, j$.

O DBC é indicado para experimentos em que o ambiente não é homogêneo, devido à fatores como solo, clima, relevo e outras causas (PIMENTEL-GOMES, 2009). No caso de experimentos com bovinos, o DBC também pode ser aplicado para controlar fatores característicos dos animais, como gênero, grupo genético, idade, peso, entre outros. Na Figura 2, tem-se a ilustração de um croqui em DBC sendo a aplicação de blocos utilizada para controlar os efeitos dos grupos genéticos (diferentes tons de cinza indicam diferentes grupos genéticos), configurando três tratamentos aplicados em três repetições.

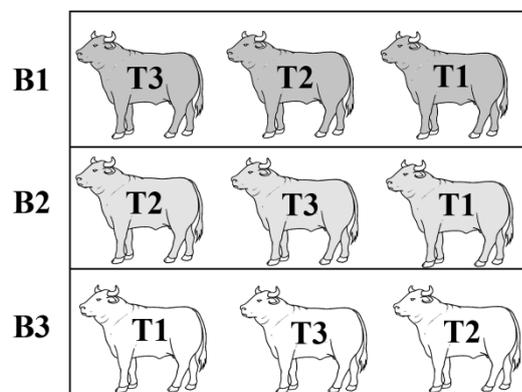


Figura 2 - Croqui de um experimento em DBC com três tratamentos e três blocos

Fonte: Elaboração própria

No exemplo ilustrado pela Figura 2 é possível observar que cada grupo genético (blocos) recebe todos os níveis de tratamentos, sendo aleatorizado apenas dentro de cada bloco.

2.1.3 Delineamento quadrado latino (DQL)

O terceiro delineamento experimental básico da ANOVA é o DQL. Quando controlam-se os efeitos de dois fatores além do tratamento, configura-se um experimento em DQL. Em termos práticos, um DQL apresenta o efeito de dois blocos distintos, denominados por bloco linha e bloco coluna. A configuração de um delineamento quadrado latino balanceado é restrita ao mesmo número de linhas, colunas e repetições. O modelo matemático de um DQL é dado por:

$$y_{ijw} = \mu + \tau_i + l_j + c_w + \varepsilon_{ijw} \quad (4)$$

em que:

y_{ijw} é a variável observada no i -ésimo tratamento, da j -ésima linha com a w -ésima coluna ($i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, k; w = 1, 2, \dots, k$);

μ é a média geral;

τ_i é o efeito do i -ésimo tratamento;

l_j é o efeito da j -ésima linha;

c_w é o efeito da w -ésima coluna;

ε_{ijw} é o erro aleatório associado à observação y_{ijw} , assumindo $\varepsilon_{ijw} \sim N(0, \sigma^2)$ independentes.

Igualmente aos modelos DIC e DBC, os efeitos μ e ε_{ijw} são considerados fixo e aleatório, respectivamente. Define-se por **modelo fixo** quando todos os efeitos τ_i , l_j e c_w forem fixos e **modelo aleatório** quando todos os efeitos τ_i , l_j e c_w forem aleatórios. O **modelo misto** é definido quando for considerado, entre os efeitos τ_i , l_j e c_w , pelo menos um de efeito fixo e um de efeito aleatório. Considera-se os efeitos aleatórios independentes, assim, $\text{cov}(\varepsilon_{ijw}, \varepsilon_{i'j'w'}) = 0$ para $i \neq i', j \neq j'$ e $w \neq w'$, e nos modelos aleatórios e mistos $\text{cov}(\tau_i, \varepsilon_{ijw}) = 0 \forall i, j, w$, $\text{cov}(l_j, \varepsilon_{ijw}) = 0 \forall i, j, w$, $\text{cov}(c_w, \varepsilon_{ijw}) = 0 \forall i, j, w$, $\text{cov}(\tau_i, \tau_{i'}) = 0$ para $i \neq i'$, $\text{cov}(l_j, l_{j'}) = 0$ para $j \neq j'$, $\text{cov}(c_w, c_{w'}) = 0$ para $w \neq w'$, $\text{cov}(\tau_i, l_j) = 0 \forall i, j$, $\text{cov}(\tau_i, c_w) = 0 \forall i, w$ e $\text{cov}(l_j, c_w) = 0 \forall j, w$.

O DQL é indicado para experimentos em ambientes heterogêneos, mas restringe o ensaio ao mesmo número de repetições, linhas e colunas (PIMENTEL-GOMES, 2009). Para experimentos com bovinos é um delineamento bastante indicado, já que a condição de homogeneidade dificilmente é encontrada para animais. Ilustra-se, na Figura 3, um experimento em DQL com três tratamentos, três colunas e três linhas, sendo que as colunas controlam os efeitos de grupos genéticos (diferentes tons de cinza indicam diferentes grupos

genéticos) e as linhas controlam os efeitos de idade (diferentes tamanhos indicam diferentes idades).

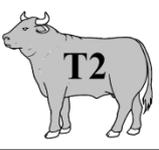
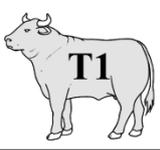
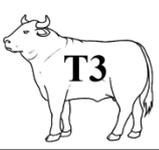
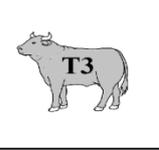
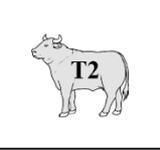
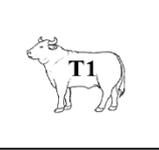
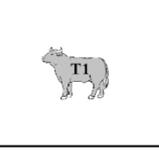
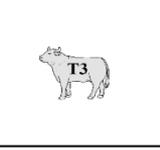
	C1	C2	C3
L1			
L2			
L3			

Figura 3 - Croqui de um experimento em DQL com três tratamentos, três linhas e três colunas

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 3, ilustrando um experimento em DQL, observa-se que a aleatorização ocorre simultaneamente entre linhas e colunas, sendo que cada linha e coluna recebe todos os níveis de tratamentos.

2.1.4 Somas de Quadrados

Em Análise de Variância executam-se os cálculos das somas de quadrados. Nos delineamentos básicos tem-se a soma de quadrados total (SQ_{Total}), soma de quadrados de tratamentos (SQ_{Trat}) e soma de quadrados residual (SQ_{Res}). No caso do DBC tem-se adicionalmente a soma de quadrados de blocos (SQ_{Blocos}) e para o DQL as soma de quadrados de linhas (SQ_{Linhas}) e soma de quadrados de colunas ($SQ_{Colunas}$).

A SQ_{Total} representa a soma dos quadrados das diferenças de cada observação y pela estimativa da média geral \bar{y} . Assim, por somatórios, pode-se denotar:

$$SQ_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y})^2. \quad (5)$$

A forma apresentada em (5) também é chamada soma de quadrados total não corrigida, que na forma matricial, provinda de (1), assume:

$$SQ_{total} = \mathbf{y}'\mathbf{y}. \quad (6)$$

Brien (2007) apresenta a forma matricial da SQ_{Total} corrigida, dada por:

$$SQ_{\text{Total}} = \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_g)\mathbf{y}, \quad (7)$$

em que \mathbf{I} é a matriz identidade de ordem n , \mathbf{M}_g é uma matriz $n \times n$ com todos seus elementos iguais à $1/n$, ou seja, $\mathbf{M}_g = (\mathbf{1}/n)_{n \times n}$, n é o número total de observações de y e a matriz núcleo $(\mathbf{I} - \mathbf{M}_g)$ tem característica $n-1$.

Na sequência, a SQ_{Trat} é a soma dos quadrados das diferenças de cada observação y pela média de cada tratamento \bar{y}_i , denotado por:

$$SQ_{\text{Trat}} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_i)^2. \quad (8)$$

A SQ_{Trat} pode ser escrita sob a forma matricial (BRIEN, 2007):

$$SQ_{\text{Trat}} = \mathbf{y}'(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)\mathbf{y}, \quad (9)$$

em que $\mathbf{M}_t = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$ é uma matriz de projeção de ordem $n \times n$ e a matriz núcleo $(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)$ tem característica $k - 1$.

Finalmente, a SQ_{Res} pode ser definida por:

$$SQ_{\text{Res}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Trat}} \quad (10)$$

ou também denotada por:

$$SQ_{\text{Res}} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r (\bar{y}_i - \bar{y})^2. \quad (11)$$

Na forma matricial, a SQ_{Res} é dada por (BRIEN, 2007):

$$SQ_{\text{Res}} = \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)\mathbf{y}, \quad (12)$$

sendo $(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)$ a matriz núcleo da forma quadrática, com característica $k(r - 1)$.

2.1.5 Quadrados Médios

Intuitivamente, o quociente das somas de quadrados por seus respectivos graus de liberdade representa a estimativa de variabilidade, denominada quadrado médio. Assim, tem-se o quadrado médio dos tratamentos (QM_{Trat}), dado por:

$$QM_{\text{Trat}} = \frac{SQ_{\text{Trat}}}{v_1} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{k-1} \quad (13)$$

e o quadrado médio residual (QM_{Res}), dado por:

$$QM_{\text{Res}} = \frac{SQ_{\text{Res}}}{v_2} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{k(r-1)}, \quad (14)$$

em que v_1 e v_2 são, respectivamente, os graus de liberdade de tratamentos e os graus de liberdade residual.

2.1.6 Distribuição das Somas de Quadrados

É importante para este estudo determinar a distribuição de probabilidade da estatística F em ANOVA. Para tanto, introduz-se inicialmente as distribuições de probabilidade das somas de quadrados que compõem a estatística F. Para determinar as distribuições de probabilidades das somas de quadrados, faz-se uso do seguinte teorema:

Teorema 1 (GRAYBILL, 1961): Se $\mathbf{y} \sim N(\boldsymbol{\mu}, \mathbf{I}\sigma^2)$, então a forma quadrática $\mathbf{y}'\mathbf{A}\mathbf{y}/\sigma^2 \sim \chi^2(m, \delta)$, ou seja, $\mathbf{y}'\mathbf{A}\mathbf{y}/\sigma^2$ tem distribuição qui-quadrado não central, com n graus de liberdade, e parâmetro de não centralidade $\delta = \boldsymbol{\mu}'\mathbf{A}\boldsymbol{\mu}/\sigma^2$, se e somente se \mathbf{A} for uma matriz idempotente e de característica m .

2.1.6.1 Distribuição das Somas de Quadrados de Tratamentos

As matrizes \mathbf{M}_t e \mathbf{M}_g da forma matricial da SQ_{Treat} , dada em (9), são matrizes idempotentes, pois:

$$\begin{aligned} \mathbf{M}_t^2 &= \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}' \\ &= \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{I}\mathbf{X}' \\ &= \mathbf{M}_t \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} \mathbf{M}_g^2 &= (\mathbf{1}/n)_{n \times n} (\mathbf{1}/n)_{n \times n} \\ &= (\mathbf{1}/n)_{n \times n} . \end{aligned}$$

É importante observar que \mathbf{M}_g é uma partição da matriz de projeção \mathbf{M}_t , tornando verdadeira a propriedade matricial $\mathbf{M}_t\mathbf{M}_g = \mathbf{M}_g$. Assim, verifica-se que $(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)$ é idempotente:

$$\begin{aligned} (\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)^2 &= \mathbf{M}_t\mathbf{M}_t - 2\mathbf{M}_t\mathbf{M}_g + \mathbf{M}_g\mathbf{M}_g \\ &= \mathbf{M}_t - 2\mathbf{M}_t\mathbf{M}_g + \mathbf{M}_g \\ &= \mathbf{M}_t - 2\mathbf{M}_g + \mathbf{M}_g \\ &= \mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g. \end{aligned}$$

Logo, pelo Teorema 1 tem-se, $\mathbf{y}'(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)\mathbf{y}/\sigma^2 \sim \chi^2(v_1, \delta_1)$ ou $SQ_{\text{Treat}}/\sigma^2 \sim \chi^2(v_1, \delta_1)$, isto é, o quociente da soma de quadrados de tratamentos pela variância do erro aleatório experimental tem distribuição Qui-Quadrado não central com v_1 graus de liberdade e parâmetro de não

centralidade δ_1 . Como $(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)$ é uma matriz de característica $k-1$, então $\nu_1 = k - 1$. Além disso, de (1), sabe-se que $E(\mathbf{y}) = \mathbf{X}\boldsymbol{\theta} = \boldsymbol{\mu}$, então, pelo Teorema 1:

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \boldsymbol{\mu}'(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)\boldsymbol{\mu} / \sigma^2 \\ &= \mathbf{y}'(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)\mathbf{y} / \sigma^2 \\ &= \text{SQ}_{\text{Treat}} / \sigma^2.\end{aligned}\tag{15}$$

2.1.6.2 Distribuição das Somas de Quadrados de Resíduos

Da forma matricial da SQ_{Res} , dada em (12), tem-se a matriz núcleo $(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)$. Como \mathbf{I} é uma matriz idempotente, tem-se que:

$$\begin{aligned}(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)^2 &= \mathbf{I}^2 - 2\mathbf{I}\mathbf{M}_t + \mathbf{M}_t\mathbf{M}_t \\ &= \mathbf{I} - \mathbf{M}_t,\end{aligned}$$

portanto $(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)$ é idempotente.

Assim, pelo Teorema 1, $\mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)\mathbf{y} / \sigma^2 \sim \chi^2(\nu_2, \delta_2)$ ou $\text{SQ}_{\text{Res}} / \sigma^2 \sim \chi^2(\nu_2, \delta_2)$, ou seja, o quociente da soma de quadrados de resíduos pela variância do erro aleatório experimental tem distribuição Qui-Quadrado não central com ν_2 graus de liberdade e parâmetro de não centralidade δ_2 . Como $(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)$ é uma matriz de característica $k(r-1)$, então $\nu_2 = k(r-1)$. Por conseguinte, de (1), sabe-se que $E(\mathbf{y}) = \mathbf{X}\boldsymbol{\theta}$, logo, pelo Teorema 1:

$$\begin{aligned}\delta_2 &= \boldsymbol{\theta}'\mathbf{X}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} / \sigma^2 \\ &= [\boldsymbol{\theta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\theta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\theta}] / \sigma^2,\end{aligned}$$

como $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X} = \mathbf{I}$, tem-se:

$$\begin{aligned}\delta_2 &= [\boldsymbol{\theta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\theta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\theta}] / \sigma^2 \\ &= \mathbf{0}.\end{aligned}$$

Portanto, define-se que $\text{SQ}_{\text{Res}} / \sigma^2 \sim \chi^2(\nu_2)$, isto é, a $\text{SQ}_{\text{Res}} / \sigma^2$ tem distribuição qui-quadrado central.

2.1.7 Distribuição do quociente F

Teorema 2 (SEARLE, 1971): Quando $\mathbf{y} \sim N(\boldsymbol{\mu}, \mathbf{V})$, as formas quadráticas $\mathbf{y}'\mathbf{A}\mathbf{y}$ e $\mathbf{y}'\mathbf{B}\mathbf{y}$ são independentemente distribuídas se e somente se $\mathbf{A}\mathbf{V}\mathbf{B} = \mathbf{0}$, ou equivalentemente $\mathbf{B}\mathbf{V}\mathbf{A} = \mathbf{0}$.

Foi visto em (9) e (12) que:

$$SQ_{\text{Trat}} = \mathbf{y}'(\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)\mathbf{y} \text{ e } SQ_{\text{Res}} = \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t)\mathbf{y} .$$

Pelo Teorema 2 pode-se provar que SQ_{Trat} e SQ_{Res} são independentemente distribuídas. Sabe-se que, visto em (1), $\text{Var}(\mathbf{y}) = \mathbf{I}\sigma^2$, então:

$$\begin{aligned} (\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g)\mathbf{I}\sigma^2(\mathbf{I} - \mathbf{M}_t) &= (\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_t\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g + \mathbf{M}_g\mathbf{M}_t)\sigma^2 \\ &= (\mathbf{M}_t - \mathbf{M}_t - \mathbf{M}_g + \mathbf{M}_g)\sigma^2 \\ &= 0. \end{aligned}$$

Assim, pelo Teorema 2, SQ_{Trat} e SQ_{Res} são independentes.

Teorema 3 (GRAYBILL, 1961): Seja uma variável aleatória w com distribuição $\chi^2(n_1, \delta)$, ou seja, qui-quadrado não central com n_1 graus de liberdade e parâmetro de não centralidade δ , e seja z uma variável aleatória com distribuição $\chi^2(n_2)$, ou seja, como qui-quadrado central com n_2 graus de liberdade, se w e z são independentes, então a variável:

$$\mathbf{u} = \frac{\frac{w}{n_1}}{\frac{z}{n_2}}$$

tem distribuição F não central, com n_1 e n_2 graus de liberdade, e parâmetro de não centralidade δ .

A estatística F_{calc} da ANOVA é obtida do quociente do quadrado médio dos tratamentos pelo quadrado médio residual, então:

$$F_{\text{calc}} = \frac{QM_{\text{Trat}}}{QM_{\text{Res}}} = \frac{\frac{SQ_{\text{Trat}}}{v_1}}{\frac{SQ_{\text{Res}}}{v_2}}$$

Pelos Teoremas 2 e 3, conclui-se que $F_{\text{calc}} \sim F(v_1, v_2, \delta_1)$, isto é, tem distribuição F de Fisher-Snedecor não central, com parâmetro de não centralidade δ_1 .

2.2 Poder do teste em ANOVA

Sejam duas hipóteses de teste $H_0: \theta = \theta_0$ contra $H_1: \theta = \theta_1$, com uma região crítica de decisão definida por α . Uma definição de poder do teste, baseada em Bolfarine e Sandoval (2010), pode ser descrita pela seguinte expressão:

$$\text{Poder} = P_{H_1}[\mathbf{Y} \in \alpha], \quad (16)$$

em que \mathbf{Y} é o vetor de amostras de variáveis aleatórias Y_1, Y_2, \dots, Y_n . Portanto, o poder do teste é definido como a probabilidade de \mathbf{Y} pertencer à região α sob hipótese H_1 , que em

termos práticos pode ser traduzido como a probabilidade de um teste rejeitar H_0 quando de fato ela deva ser rejeitada.

De modo geral, e convencional, a hipótese nula em testes de comparação de médias representa a hipótese em que não existe diferença entre grupos, enquanto que a hipótese alternativa opõe-se à primeira ao considerar que existam diferenças. Em ANOVA, as hipóteses do teste podem ser definidas por:

$$\begin{cases} H_0: t_1 = t_2 = \dots = t_k \\ H_1: \text{pelo menos um dos tratamentos difere dos demais} \end{cases}$$

em que t_1, t_2, \dots, t_k são os efeitos dos k -níveis a serem testados.

No Quadro 1 resumem-se as decisões possíveis a serem tomadas em um teste de hipóteses em função da realidade populacional.

Decisão \ Real	Não rejeitar H_0	Rejeitar H_0
H_0 é verdadeira	Decisão correta (1 - α)	Erro do tipo I α
H_0 é falsa	Erro do tipo II B	Decisão correta (1 - β)

Quadro 1 - Decisões de um teste de hipóteses e tipos de erro

Denomina-se por erro do tipo I quando a hipótese nula é rejeitada sendo ela verdadeira e erro do tipo II quando a hipótese nula não é rejeitada sendo ela falsa. Define-se por α a probabilidade de ocorrência do erro do tipo I e por β a probabilidade da ocorrência do erro do tipo II. Desta forma, tem-se por $1 - \alpha$ a probabilidade da decisão correta quando a hipótese nula é verdadeira e $1 - \beta$ a probabilidade da decisão correta quando a hipótese nula é falsa. Nota-se que α também é chamado nível de significância e $1 - \beta$ é chamado poder do teste, já definido na Equação (16). Assim, em ANOVA, o poder do teste pode ser interpretado como a capacidade do teste estatístico em detectar efeitos de tratamentos quando de fato eles existam.

Sob hipótese H_0 assume-se não haver diferenças entre os tratamentos, levando à $\delta = 0$. Portanto, sob H_0 assume-se $F \sim F_{v_1, v_2}$ e sob H_1 assume-se $F \sim F(\delta)_{v_1, v_2}$ com o parâmetro de não centralidade δ (GRAYBILL, 1961).

As probabilidades α e β apresentam relação inversa, pois, quanto mais risco de erro do tipo I assume-se, menor a probabilidade de erro do tipo II, e vice-versa. Esta relação é melhor representada pela Figura 4, que ilustra as distribuições sob condição de H_0 e H_1 em ANOVA.

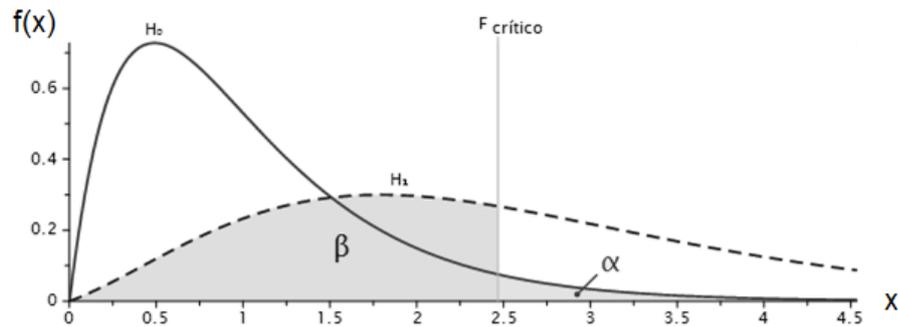


Figura 4 - Distribuições da estatística F sob H_0 e H_1

Pela Figura 4, também é possível identificar que a área complementar à probabilidade β pode ser representada pelo cálculo da integral:

$$P(1 - \beta) = \int_{F_{\alpha, v_1, v_2}}^{\infty} f(x; v_1, v_2; \delta) dx \quad (17)$$

em que:

$f(x; v_1, v_2; \delta)$ é a função densidade da distribuição F não central;

F_{α, v_1, v_2} é o ponto crítico da distribuição F central com probabilidade superior α ;

v_1 são os graus de liberdade do numerador;

v_2 são os graus de liberdade do denominador;

δ é o parâmetro de não centralidade.

A partir da expressão em (15) um estimador para o parâmetro de não centralidade pode ser escrito na forma:

$$\hat{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r (\bar{y}_{i.} - \bar{y})^2}{s^2}, \quad (18)$$

com s^2 um estimador para a variância.

Para ANOVA unifatorial, Champely (2015) sugere o estimador, baseado em Cohen (1988), dado por:

$$\hat{\delta} = k \cdot r \cdot f^2 \quad (19)$$

em que k é o número de tratamentos, r é o número de observações por tratamentos e f é denominado tamanho do efeito dos tratamentos (do inglês *effect size*), também conhecido por f de Cohen. Por sua vez, o tamanho do efeito é dado por (COHEN, 1988):

$$f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k p_i \cdot (\bar{y}_{i.} - \bar{y})^2}{s^2}}, \quad (20)$$

sendo:

$p_i = r_i/n$;

r_i é o número de repetições do i -ésimo tratamento;

n é o número total de observações;

\bar{y}_i é a média do i -ésimo tratamento;

\bar{y} é a média geral;

s é o erro experimental.

Nos delineamentos DIC, DBC e DQL, o erro aleatório experimental pode ser estimado pelo quadrado médio do resíduo, pois $E(QM_{Res}) = \sigma$, demonstrado em Barbin (1993).

2.3 Determinação do tamanho amostral

Um método de determinação do tamanho amostral, proposto por Cochran (1965), denominado amostragem aleatória simples, é dado por:

$$n = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{f} \right)^2, \quad (21)$$

em que Z é o ponto crítico da distribuição normal padrão para um determinado nível de significância α , σ é o erro experimental e f é o tamanho do efeito esperado. Esta metodologia apresenta uma fragilidade por basear-se apenas na hipótese de nulidade como sendo verdadeira. Além disso, em ANOVA, a determinação do tamanho total de amostras não leva em consideração as possíveis configurações de delineamentos experimentais que se possam tomar. Pimentel-Gomes (2004) cita que é fácil demonstrar uma igualdade entre tratamentos ao configurar um experimento com muito poucas repetições.

Portanto, para o caso da ANOVA, a determinação do número de repetições por tratamentos apresenta mais vantagens em relação aos outros métodos. O estimador do parâmetro de não centralidade dado na equação (19) apresenta vantagem ao desmembrar o número total de observações (n) em número de tratamentos (k) e número de repetições por tratamentos (r). Champely (2015) propõe o cálculo do número de repetições por tratamentos dado por:

$$\hat{r} = \frac{\delta_{1-\beta}}{k \cdot f^2} \quad (22)$$

em que $\delta_{1-\beta}$ é o parâmetro de não centralidade fixado para um poder do teste $1-\beta$ com nível de significância α , k é o número de tratamentos e f é o tamanho do efeito esperado.

2.4 Classificação do Coeficiente de Variação

A classificação do coeficiente de variação (CV%) tem sido assunto estudado por muitos pesquisadores, desde a primeira proposta dada por Pimentel-Gomes (1985) que define os seguintes intervalos:

$CV\% \leq 10\%$ classificado como baixo;

$10\% < CV\% \leq 20\%$ classificado como médio;

$20\% < CV\% \leq 30\%$ classificado como alto;

$CV\% > 30\%$ classificado como muito alto.

O coeficiente de variação pode ser expresso por:

$$CV\% = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100 \quad (23)$$

em que σ é o erro experimental e μ é a média geral.

2.4.1 Método de Garcia (1989)

Depois que Pimentel-Gomes (1985) sugeriu uma forma de classificação geral do CV%, Garcia (1989) apresentou uma nova metodologia para adaptar os intervalos de classificação conforme a natureza das variáveis. A proposta de Garcia (1989) segue o seguinte:

$CV\% \leq \bar{x}_{cv} - s_{cv}$ classificado como baixo;

$\bar{x}_{cv} - s_{cv} < CV\% \leq \bar{x}_{cv} + s_{cv}$ classificado como médio;

$\bar{x}_{cv} + s_{cv} < CV\% \leq \bar{x}_{cv} + 2 \cdot s_{cv}$ classificado como alto;

$CV\% > \bar{x}_{cv} + 2 \cdot s_{cv}$ classificado como muito alto,

em que \bar{x}_{cv} é a média amostral do coeficiente de variação e s_{cv} é o desvio padrão amostral do coeficiente de variação.

Garcia (1989) cita que este método é mais adequado para variáveis com distribuição normal.

2.4.2 Método de Costa et al. (2002)

Costa et al. (2002) demonstraram preocupação com a falta de normalidade que amostras de coeficiente de variação apresentavam. Assim, estes autores propuseram uma classificação robusta para o CV%, para quando a amostra não apresenta normalidade:

$CV\% \leq Md_{cv} - PS_{cv}$ classificado como baixo;

$Md_{cv} - PS_{cv} < CV\% \leq Md_{cv} + PS_{cv}$ classificado como médio;

$Md_{cv} + PS_{cv} < CV\% \leq Md_{cv} + 2 \cdot PS_{cv}$ classificado como alto;

$CV\% > Md_{cv} + 2 \cdot PS_{cv}$ classificado como muito alto,

em que:

Md_{cv} é a mediana amostral do coeficiente de variação definida por $(Q_1 + Q_3)/2$;

Q_1 e Q_3 são, respectivamente, o primeiro e o terceiro quartil das amostras de CV%;

PS_{cv} é o pseudo-sigma do coeficiente de variação, dado por $IQR/1,35$;

IQR é a distância interquartílica, dado por $Q_3 - Q_1$.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Capítulo I

ESTIMAÇÃO DO PODER DO TESTE E DETERMINAÇÃO DO TAMANHO AMOSTRAL EM ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE

Marcos André Braz Vaz, Paulo Santana Pacheco, Enio Júnior Seidel

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo estimar o poder do teste e determinar o tamanho da amostra em Análise de Variância (ANOVA) para experimentos com bovinos de corte para diferentes variáveis de pesquisas em produção animal. Os dados foram coletados de teses e dissertações defendidas na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) no período de 1991 à 2012. O poder do teste foi calculado utilizando o estimador do parâmetro de não centralidade proposto por Cohen (1988). Observou-se, em geral, que os experimentos apresentaram maior predominância de baixo poder do teste. Assim, existe a necessidade de aumentar o número de repetições por tratamentos em experimentos com bovinos de corte para elevar o poder do testes em ANOVA. Recomenda-se um valor mínimo de 7 a 10 repetições por tratamentos para a obtenção de poder do teste mínimo de 0,80.

Palavras-chave: Amostragem, ANOVA, bovinocultura de corte, tamanho do efeito

POWER TEST ESTIMATION AND SAMPLING SIZE DETERMINATION IN ANALYSIS OF VARIANCE IN BEEF CATTLE EXPERIMENTS

ABSTRACT

This study aimed to estimate the power of test and determine the sample size for Analysis of Variance (ANOVA) for beef cattle experiments in different variables of research in animal production. Data were collected in theses and dissertations at the Federal University of Santa Maria (UFSM) from 1991 to 2012. The power test was calculated using the estimator of non centrality parameter proposed by Cohen (1988). It was observed, in general, that experiments showed a higher prevalence of low power test. Thus, there is a need to increase the number of replicates per treatment in experiments with beef cattle to increase the power of ANOVA tests. We recommend a minimum value of 7 to 10 replications per treatment for obtaining a minimum power test of 0.80.

Key words: Sampling, ANOVA, beef cattle, effect size

INTRODUÇÃO

O impacto das pesquisas científicas ganha importância para a produção animal na medida em que as inovações tecnológicas modernizam as atividades tradicionais (POSSAS, et al., 1996). Apesar dos índices zootécnicos avançarem com a Ciência no Brasil, ainda não acompanham o padrão mundial da bovinocultura de corte (LEMOS, 2013). A qualidade das pesquisas é fundamental para a obtenção de resultados confiáveis no campo científico.

A etapa de delineamento experimental é a base do planejamento de grande parte das pesquisas agropecuárias (SILVA, 2005), utilizando delineamentos de análise de variância (ANOVA) como delineamento inteiramente casualizado (DIC), delineamento em blocos ao acaso (DBC) e delineamento quadrado latino (DQL). A seleção de modelos de baixa complexidade é importante para a fase de interpretação dos resultados (PIMENTEL-GOMES, 2009), além do que, atribuir muitos parâmetros para o modelo nem sempre é apropriado (VIEIRA, 1999).

Cohen (1994) aponta para o erro constante dos pesquisadores ao tomar a decisão de um teste de hipóteses baseado apenas no nível de significância. O nível de significância é a probabilidade de um teste rejeitar uma hipótese nula quando ela é verdadeira (erro tipo I). Hair Jr. et al. (2009) apontam para a importância da determinação do erro tipo II e poder do teste. O erro tipo II se refere ao fato de um teste não rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa. O poder do teste é a probabilidade deste rejeitar a hipótese de nulidade quando de fato ela é falsa. Na ANOVA, em termos práticos, o poder é a capacidade de um teste detectar efeitos de grupos ou tratamentos. Berry et al. (1998) citam que estimar o poder torna-se tão importante quanto o nível de significância quando o objetivo da experimentação é identificar tais efeitos.

Em experimentos com bovinos de corte, o poder é afetado pelo tamanho da amostra (RICHARDSON et al. 2012). No Brasil, o número de bovinos a serem utilizados em experimentos depende das deliberações do comitê de ética de cada instituição, que se baseiam nos parâmetros estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e do bem-estar animal (AMARAL, 2008). Porém, estes parâmetros não contemplam ou determinam a quantidade ideal para a exploração de bovinos com fins produtivos e

econômicos. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo estimar o poder do teste na ANOVA e determinar o tamanho amostral para variáveis na área de bovinocultura de corte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta dos dados

Os dados foram coletados de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (PPGZ/UFSM), de 1991 a 2012. Os trabalhos foram selecionados quando contemplavam a área de bovinocultura de corte e utilizaram ANOVA como ferramenta estatística de decisão.

Pelos critérios definidos, foram encontrados 54 trabalhos científicos (7 teses e 47 dissertações) dos quais se obtiveram: categoria da variável analisada; número de repetições por tratamentos; média de tratamentos; desvio padrão experimental; e nível de significância. As categorias obtidas foram: ganho de peso (41 variáveis que indicam o ganho de peso diário dos animais em experimentos); consumo (251 variáveis que indicam o consumo animal de alimentos e seus componentes); conversão (43 variáveis de conversão alimentar); comportamento (69 variáveis relacionadas ao comportamento animal); componentes do corpo vazio (CCV) em kg (220 variáveis de componentes do corpo vazio medidos em quilogramas); componentes do corpo vazio (CCV) em porcentagem (233 variáveis de componentes do corpo vazio medidos em porcentagem); relação (45 variáveis que analisam a relação entre componentes da carcaça); rendimento (43 variáveis de rendimento de carcaça fria ou quente); quebra (51 variáveis de quebra ao resfriamento, congelamento ou cozimento); gordura (82 variáveis de mensuração do tecido adiposo em componentes da carcaça); métrica (174 variáveis de medição de altura, área ou comprimento de componentes da carcaça). Ao final, como cada variável representava uma observação, teve-se um total de 1252 observações.

Estimação do poder do teste em ANOVA

Na análise de variância (ANOVA), considerando os k efeitos de tratamentos t_1, t_2, \dots, t_k , aplicados em um experimento, tem-se as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0: t_1 = t_2 = \dots = t_k \\ H_1: \text{pelo menos dois tratamentos diferem entre si} \end{cases}$$

A variabilidade explicada pelos tratamentos é calculada pelo quadrado médio dos tratamentos (QM_{Treat}) e a variabilidade não observável pelo quadrado médio dos resíduos (QM_{Res}). O QM_{Treat} é o quociente da soma de quadrados de tratamentos (SQ_{Treat}) e seus graus de liberdade (ν_t). Assume-se que $SQ_{\text{Treat}} \sim \chi^2$ (Qui-Quadrado central) sob H_0 e $SQ_{\text{Treat}} \sim \chi^2(\delta)$ (Qui-Quadrado não central) sob H_1 , em que δ é chamado parâmetro de não centralidade. Observa-se que sob hipótese H_0 , tem-se $\delta = 0$, pois assume-se efeito nulo dos tratamentos. Por sua vez, o QM_{Res} é o quociente da soma de quadrados dos resíduos (SQ_{Res}) por seu respectivo grau de liberdade (ν_r). Assume-se $SQ_{\text{Res}} \sim \chi^2$ sob H_0 e H_1 . Assim, o quociente do QM_{Treat} pelo QM_{Res} tem distribuição F de Fisher com ν_t e ν_r graus de liberdade, sob a hipótese de nulidade, e distribuição F de Fisher não-central com ν_t e ν_r graus de liberdade, sob a hipótese alternativa (GRAYBILL, 1961). Portanto, sob H_0 assume-se $F \sim F_{\nu_t, \nu_r}$ e sob H_1 assume-se $F \sim F(\delta)_{\nu_t, \nu_r}$ com o parâmetro de não centralidade δ .

A Figura 1 ilustra as distribuições de probabilidade sob as hipóteses nula e alternativa. A linha contínua corresponde à distribuição F de Fisher central (sob hipótese nula) e a área α à probabilidade do erro do tipo I. A linha pontilhada corresponde à distribuição F de Fisher não-central (sob hipótese alternativa) e a área β à probabilidade do erro do tipo II. Complementar à probabilidade do erro do tipo II, tem-se o poder do teste ($1 - \beta$).

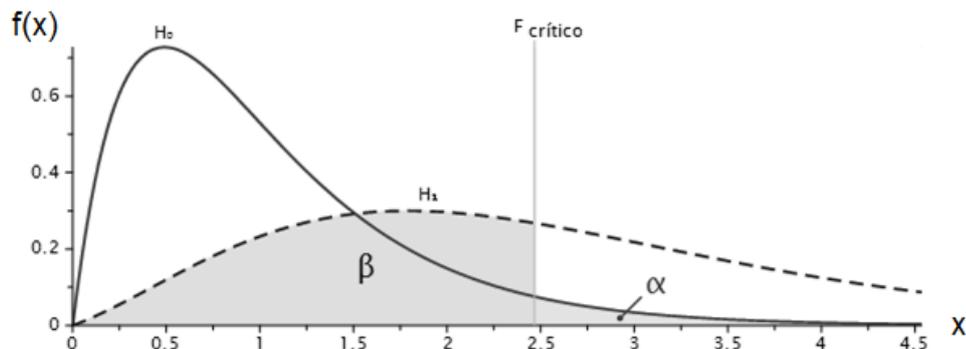


Figura 1 - Distribuições da estatística F sob H_0 e sob H_1

A estimação do poder $(1 - \beta)$ pode ser obtida pela seguinte expressão:

$$P(1 - \beta) = \int_{F_{\alpha, v_1, v_2}}^{\infty} f(x; v_1, v_2; \delta) dx, \quad (1)$$

em que:

$f(x; v_1, v_2; \delta)$ é a função densidade da distribuição F não central;

F_{α, v_1, v_2} é o ponto crítico da distribuição F central com probabilidade superior α ;

v_1 são os graus de liberdade do numerador;

v_2 são os graus de liberdade do denominador;

δ é o parâmetro de não centralidade.

Por sua vez, a estimação do parâmetro de não centralidade foi realizada pelo estimador proposto por Champely (2015), baseado em Cohen (1988), dado por:

$$\hat{\delta} = k \cdot r \cdot f^2, \quad (2)$$

em que:

k é o número de tratamentos;

r é o número de observações por tratamentos;

f é o tamanho do efeito dos tratamentos.

Para a ANOVA unifatorial, uma medida do tamanho do efeito proposta por Cohen (1988), também conhecido por f de Cohen, para modelos de efeitos fixos, é dado por:

$$f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k p_i (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{s^2}}, \quad (3)$$

sendo:

$p_i = r_i/n$;

r_i é o número de repetições do i -ésimo tratamento;

n é o número total de observações;

\bar{y}_i é a média do i -ésimo tratamento;

\bar{y} é a média geral;

s é um estimador do erro aleatório experimental.

Nos delineamentos DIC, DBC e DQL, o erro aleatório experimental pode ser estimado pelo quadrado médio do resíduo, pois $E(QM_{Res}) = \sigma$, demonstrado em Barbin (1993). Os procedimentos foram desenvolvidos no software R (R CORE TEAM, 2015), através do pacote *pwr* (CHAMPELY, 2015).

Determinação do número de repetições por tratamentos

A determinação do número de repetições por tratamentos foi realizada utilizando o valor estimado para tamanho de efeito, nível de significância e poder do teste. Da equação (2) obteve-se o estimador do número de repetições por tratamentos dado a seguir:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\delta}_{1-\beta}}{k \cdot f^2} \quad (4)$$

em que $\hat{\delta}_{1-\beta}$ é o estimador do parâmetro de não-centralidade para um dado poder do teste $1-\beta$ com nível de significância α ; k é o número de tratamentos; e f é a estimativa do tamanho do efeito dos tratamentos.

Foi calculado o número médio de repetições, por tratamentos, por categoria de variável, e para a sugestão do tamanho ideal foram selecionados apenas os casos em que o tamanho do efeito f estava presente no intervalo [0,40 ; 2,00], pois valores acima de 0,40 são classificados como de efeito alto por Cohen (1988) e, geralmente, valores acima de 2,00 geram tamanhos de amostra muito pequenos ou que não convergem.

Análise exploratória e comparações

Para a análise exploratória, utilizaram-se os histogramas para observar a distribuição das estimativas de poder do teste. Calcularam-se estatísticas descritivas (mínimo, máximo, média e mediana) para poder, tamanho de efeito, desvio padrão e número estimado de repetições por tratamentos.

A relação entre erro do tipo I e erro do tipo II considerada foi de 1:4, assumindo-se que o erro do tipo I seja mais grave de ocorrer do que o erro do tipo II (IOANNIDIS et al., 2011). Usualmente, pratica-se o valor de 0,05 para o nível de significância (COWLES & DAVIS, 1982), o que corresponde à 0,20 de probabilidade para o erro do tipo II, e 0,80 para poder do teste. Pelo fato da função de densidade de probabilidade do estimador do poder ser desconhecida, aplicaram-se os testes não-paramétricos de Mann-Whitney para a comparação do poder à 0,80, Kruskal-Wallis para a comparação do poder entre as categorias de variáveis analisadas e Scott-Knott, como post-hoc, para comparação múltipla de médias, ambos à 0,05 de significância.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 encontram-se as estatísticas descritivas do poder do teste. Todas as variáveis apresentaram evidências de poder inferior à 0,80 pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$). Este resultado também foi encontrando por Richardson et al. (2012) para experimentos com bovinos de corte comparando os diferentes delineamentos experimentais.

Tabela 1 - Mínimo, máximo, média, mediana e número de observações (n) do poder do teste para as categorias e resultado dos testes de Scott-Knott e Mann-Whitney

Categoria	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	n	p-valor**
Ganho de peso	0,05	0,44 c*	0,25	1,00	41	< 0,01
Consumo	0,05	0,51 b	0,40	1,00	251	< 0,01
Conversão	0,05	0,42 c	0,26	1,00	43	< 0,01
Comportamento	0,05	0,41 c	0,24	1,00	69	< 0,01
CCV em kg	0,05	0,37 c	0,17	1,00	220	< 0,01
CCV em %	0,05	0,42 c	0,26	1,00	233	< 0,01
Relação	0,05	0,38 c	0,21	1,00	45	< 0,01
Rendimento	0,05	0,32 c	0,17	1,00	43	< 0,01
Quebra	0,05	0,47 c	0,33	1,00	51	< 0,01
Gordura	0,05	0,64 a	0,71	1,00	82	< 0,01
Métrica	0,05	0,44 c	0,26	1,00	174	< 0,01

*Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, na coluna, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. **Teste de Mann-Whitney; H_1 : poder < 0,80

Para todas as variáveis foi obtido valor mínimo de 0,05 de poder do teste (Tabela 1), que corresponde ao nível de significância de 0,05. Isto ocorre quando o tamanho do efeito tende à zero e as distribuições das hipóteses nula e alternativa se sobrepõem. Isto implica que todos os experimentos, analisados nesta pesquisa, que adotaram nível de significância de 0,01 obtiveram poder do teste superior à 0,05. Esta informação corrobora com a ideia de que os pesquisadores adotam níveis de significância inferiores à 0,05 somente após a execução dos testes estatísticos.

O valor máximo de poder do teste observado para as variáveis foi 1,00 (Tabela 1). O poder tende ao valor máximo quando o parâmetro de não-centralidade é alto, ou seja, quando

os efeitos de tratamento e tamanho de amostra são altos, e neste caso as distribuição F central e não-central estão distantes entre si, assim a área do erro tipo II tende à zero.

Os valores obtidos de poder mostram haver diferença significativa entre as variáveis pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,01$). O teste de Scott-Knott identificou a categoria Gordura como de maior poder com média de 0,64 e mediana de 0,71. A categoria Consumo aparece em segundo lugar com poder médio de 0,51 e mediano de 0,40. As demais categorias foram identificadas como significativamente inferiores em poder do teste para ANOVA.

Quando o tamanho do efeito é alto e o poder do teste é baixo pode-se rejeitar uma hipótese H_0 que é verdadeira (erro tipo I), o que caracteriza uma decisão incorreta, pois segundo Pimentel-Gomes (2009), em um experimento com poucas repetições, pode-se obter conclusões equivocadas.

Na Figura 2, encontram-se as distribuições empíricas do poder do teste para as categorias ganho de peso, consumo, conversão e comportamento, relacionadas à produção animal.

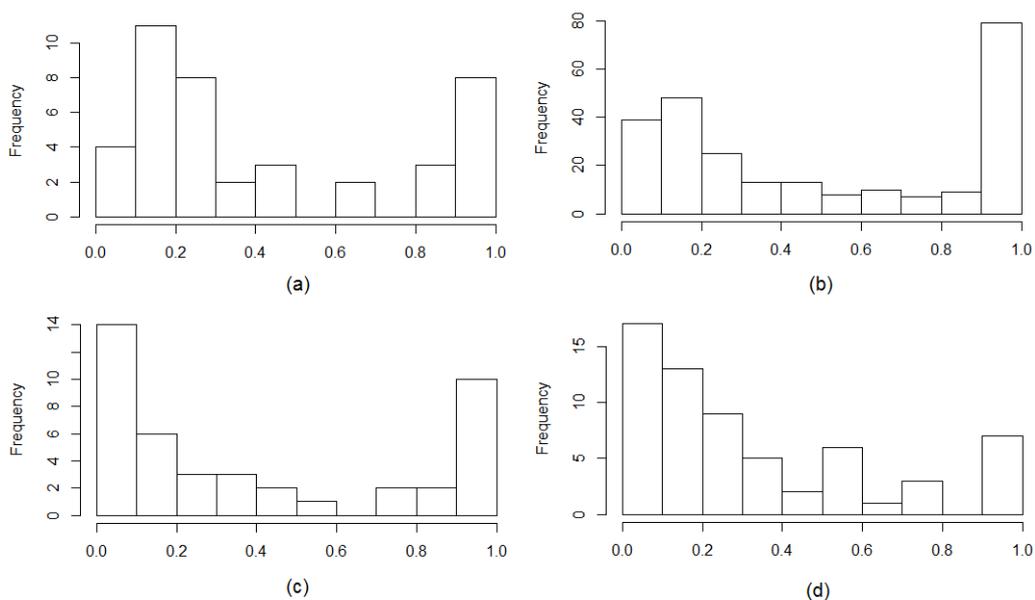


Figura 2 - Histogramas do poder do teste para as categorias ganho de peso (a), consumo (b), conversão (c) e comportamento (d)

Observa-se dois picos na distribuição do poder para as categorias, sendo um pico de baixo e outro de alto poder do teste (Figura 2). Existe maior frequência de observações com baixo poder para as categorias ganho de peso, conversão e comportamento. A categoria consumo apresentou maior frequência com poder do teste entre 0,90 e 1,00.

Na Figura 3 estão as distribuições empíricas do poder do teste para as categorias componentes de corpo vazio em Kg, componentes de corpo vazio em % e relação.

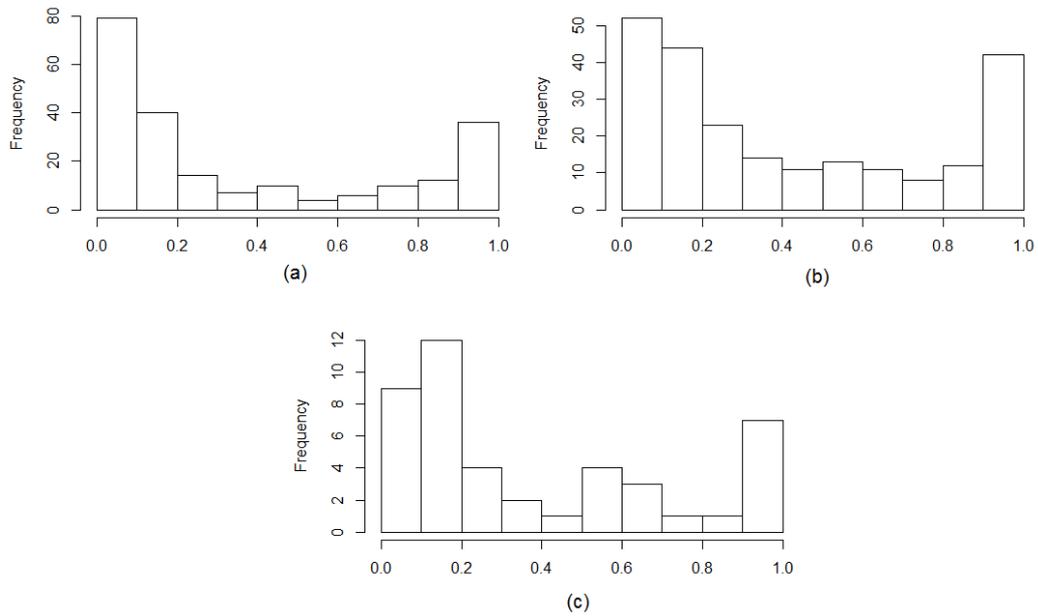


Figura 3 - Histogramas do poder do teste para as categorias componentes de corpo vazio em kg (a), componentes de corpo vazio em % (b) e relação (c)

Para as categorias de componentes de corpo vazio em kg e em porcentagem, ocorreram dois picos na distribuição do poder, sendo um pico de baixo e outro de alto poder do teste (Figura 3a e Figura 3b). Para a categoria relação evidencia-se apenas o pico de baixo poder do teste (Figura 3c).

A Figura 4 mostra a distribuição empírica do poder para as categorias rendimento, quebra, gordura e métricas.

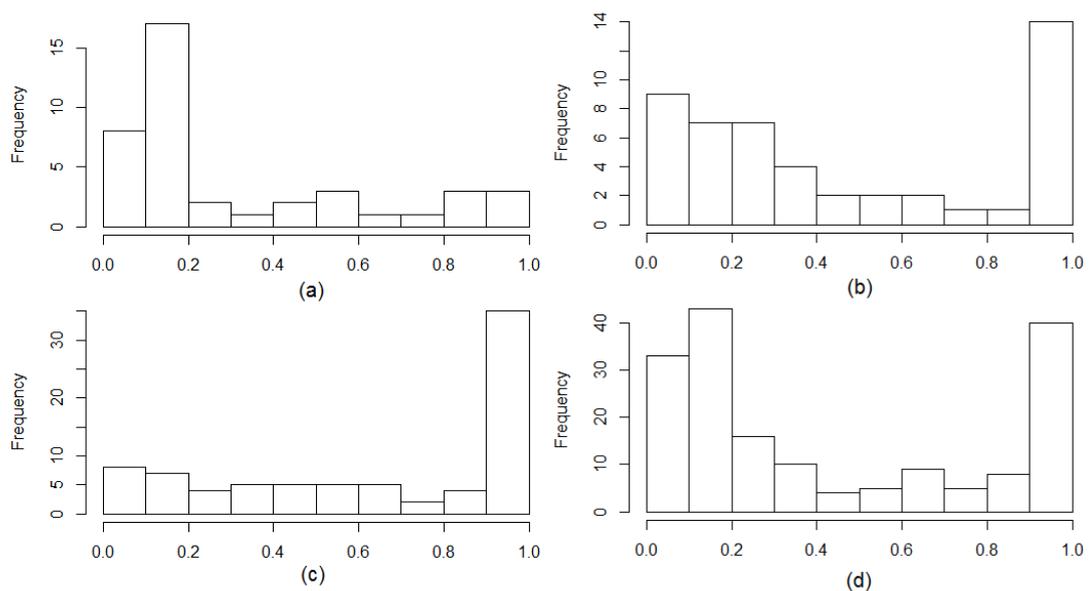


Figura 4 - Histogramas do poder do teste para as categorias rendimento (a), quebra (b), gordura (c) e métrica (d)

Na categoria rendimento há predomínio de observações com baixo poder do teste (Figura 4a). Para as categorias quebra e métricas (Figura 4b e Figura 4d), observa-se dois picos na distribuição, um sendo de baixo poder e outro de alto poder. Já a categoria gordura (Figura c) apresenta maior pico para alto poder, corroborando com os resultados da Tabela 1 sendo a categoria com maior média de poder.

Dado que o poder do teste é baixo para as categorias estudadas, faz-se necessário o cálculo do tamanho mínimo de repetições por tratamentos a fim de obtenção de maior poder do teste, visto que, como foi observado nas Figuras 2 a 4, em geral ocorrem mais picos de baixo poder. Se os resultados já tivessem evidenciado alto poder, poderia-se manter o tamanho de amostra utilizados na literatura.

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas para o número de repetições utilizados na literatura estudada.

Tabela 2 - Mínimo, máximo, média, mediana e número de observações (n) do número de repetições por tratamento utilizados na literatura para as categorias

Categoria	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	n
Ganho de Peso	2	13	4	180	41
Consumo	2	5	4	16	251
Conversão	2	5	5	12	43
Comportamento	2	6	6	12	69
CCV em kg	2	6	6	9	220
CCV em %	2	6	6	24	233
Relação	3	6	6	24	45
Rendimento	2	13	6	313	43
Quebra	2	5	5	9	51
Gordura	3	7	8	9	82
Métrica	2	6	6	24	174

Observa-se na Tabela 2 que, com destaque para ganho de peso e o rendimento, o número de repetições por tratamento tem grande amplitude. Além disso, é possível destacar alguns trabalhos que utilizaram apenas 2 ou 3 repetições por tratamentos, fato que pode levar a obtenção de poucos graus de liberdade residual, afetando a conclusão do teste F da

ANOVA. Também, na Tabela 2, é possível observar que, com exceção do ganho de peso e rendimento, tanto em média quanto pela mediana, o número de repetições por tratamentos variou entre 4 e 8 repetições.

Contudo, como já foi observado a predominância de baixo poder nas categorias, passa-se à estimação do tamanho mínimo de repetições por tratamentos, definindo-se um poder mínimo de 0,80 proposto por Berry et al. (1998). Para esta estimação, foram consideradas apenas as observações com tamanho de efeito estimado no intervalo de [0,40 ; 2,00]. Os resultados da estimação do tamanho mínimo de repetições por tratamentos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de repetições por tratamento proposto para as categorias

Categoria	Número de repetições por tratamento proposto*	n**
Ganho de Peso	7	29
Consumo	8	112
Conversão	7	21
Comportamento	10	28
CCV em kg	9	145
CCV em %	9	232
Relação	10	44
Rendimento	9	13
Quebra	9	22
Gordura	7	81
Métrica	9	71

*Número médio de repetições por tratamento com intervalo de tamanho de efeito entre [0,40 ; 2,00] e poder do teste de 0,80 por categoria. **Observações nas quais o intervalo de tamanho de efeito está entre [0,40 ; 2,00]

A partir da Tabela 3 observa-se que o número mínimo necessário de repetições por tratamento proposto neste trabalho está entre 7 e 10 repetições. Comparando os resultados das Tabelas 2 e 3, é possível verificar que há necessidade em aumentar o número de repetições por tratamentos. As exceções são ganho de peso e rendimento pela presença de alguns experimentos com número excessivamente grande de repetições e a categoria gordura por já apresentar predominância de alto poder.

CONCLUSÃO

Em geral, ocorreram dois picos de poder, um com baixo poder do teste e outro com alto poder do teste, mas com prevalência de experimentos com baixo poder do teste ressaltando a importância no aumento do número de amostras nas pesquisas com bovinos de corte.

Para obtenção de poder do teste adequado, recomenda-se o uso mínimo de 7 repetições por tratamentos para experimentos que contemplem variáveis das categorias ganho de peso, conversão e gordura, 8 repetições por tratamentos para a categoria consumo, 9 repetições por tratamentos para as categorias componentes de corpo vazio, quebra e métrica, e 10 repetições por tratamentos para as categorias comportamento e relação.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. B. do **Bioética na experimentação científica e na exploração econômica de bovinos**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2008_4/bioetica/index.htm>. Acesso em: 28/12/2015.
- BARBIN, D. **Componentes de variância: teoria e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 120p.
- BERRY, E. M.; COUSTÈRE-YAKIR, C.; GROVER, N. B. The significance of non-significance. **QJM**, v.91, p.647-653, 1998.
- CHAMPELY, S. **pwr: Basic Functions for Power Analysis**. 2015. R package version 1.1-3. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=pwr>>.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for behavior science**. 2ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 567p.

- COHEN, J. The earth is round ($p < .05$). **American Psychologist**. v.49, n.12, p.997-1003, 1994.
- COWLES, M. e DAVIS, C. On the origins of the .05 level of statistical significance. **American Psychologist**, v. 37, n. 5, p. 553-558, 1982.
- GRAYBILL, F. A. **An introduction to Linear Statistical Models**. McGraw-Hill Book Co.: New York, 1961.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. Bookman: Porto Alegre, 2009. 688p.
- IOANNIDIS, J. P.; TARONE, R.; MCLAUGHLIN, J. K. The false-positive to false-negative ratio in epidemiologic studies. **Epidemiology**., v.22, n.4, p.450-456, 2011.
- LEMOS, F. K. **A evolução da bovinocultura de corte brasileira: elementos para a caracterização do papel da Ciência e da tecnologia na sua trajetória de desenvolvimento**. 2013. 239 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.
- PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 15.ed. Esalq: Piracicaba, 2009. 451p.
- POSSAS, M. L.; SALLES-FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. da. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Reserch Policy**, v.25, n.6, p.933-945, 1996.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- RICHARDSON, C. R.; NUNNERY, G. A.; WESTER, D. B.; COLE, N. A.; GALYEAN, M. L. Power of test consideration for beef cattle experiments: A review. **Journal of Animal Science**, 2012.
- SILVA, J.G.C. da. **Planejamento de experimentos, versão preliminar**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Física e Matemática, 2005.

VIEIRA, S. **Estatística Experimental**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999. 159p.

3.2 Capítulo II

CLASSIFICAÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA VARIÁVEIS DE EXPERIMENTOS COM BOVINOS DE CORTE

Marcos André Braz Vaz, Paulo Santana Pacheco, Enio Júnior Seidel, Angela Pellegrin Ansuji

RESUMO

Este trabalho foi realizado com objetivo de propor classificações para o coeficiente de variação (CV%) em diversas categorias de variáveis de produção e carcaça em experimentos com bovinos de corte. Os dados foram coletados de teses e dissertações publicadas pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de 1991 à 2012. Foram utilizados os métodos de classificação do coeficiente de variação baseados em Garcia (1989), considerando média e desvio padrão, e em Costa et al. (2002) considerando mediana e pseudo-sigma. Os dois métodos apresentaram resultados semelhantes de modo que ambos podem ser utilizados para classificar o CV% para variáveis de experimentos com bovinos de corte, considerando a proposta de três categorias (baixo, médio e alto CV%).

Palavras-chave: Bovinocultura de corte, experimentação animal, variabilidade.

CLASSIFICATION OF THE COEFFICIENT OF VARIATION TO VARIABLES IN BEEF CATTLE EXPERIMENTS

Marcos André Braz Vaz, Paulo Santana Pacheco

ABSTRACT

This work was conducted to propose a classification of the coefficient of variation (CV%) in many categories of variables of production and carcass of beef cattle experiments. The data was collected from theses and dissertations published in Post Graduate Program in Animal Science of the Federal University of Santa Maria (UFSM) in the period from 1991 to 2012. Were used the methods of classification based on Garcia (1989) considering mean and standard deviation, and Costa et al. (2002) considering median and pseudo-sigma. The two methods showed similar results that both can be used to classify CV% considering three categories (low, medium and high CV%).

Key words: Beef cattle, animal experimentation, variability.

INTRODUÇÃO

Uma das ferramentas que pesquisadores tem empregado para avaliar e mensurar a qualidade de seus experimentos é a utilização da classificação do coeficiente de variação (CV%). Por não possuir unidade de medida, o coeficiente de variação se torna uma estatística de descrição interessante para comparação entre experimentos. Classificar o coeficiente de variação tem sido assunto de interesse em diversas áreas da pesquisa agropecuária brasileira, sendo a primeira proposta fundada por Pimentel-Gomes (1985) que tem sido de grande auxílio e serve de base para a comparação de diversos estudos. De acordo com Pimentel-Gomes (1985), o CV% é classificado como baixo se for menor ou igual a 10%, médio se estiver entre 10% e 20%, alto quando está entre 20% e 30%, e muito alto acima de 30%.

Contudo, a classificação de Pimentel-Gomes (1985) não pode ser considerada como válida para todas as áreas. Clemente e Muniz (2002) estudando o coeficiente de variação em gramíneas, concluíram que para diferentes tipos de variáveis, a classificação padrão trazia interpretações irregulares. Desta forma, faz-se necessário classificar o coeficiente de variação de forma particular para cada variável ou área de interesse.

Várias propostas tem sido feitas na experimentação agrônômica, como por exemplo, para a cultura do milho (SCAPIM et al., 1995), do arroz (COSTA et al., 2002), da soja (CARVALHO et al., 2003) e da cana-de-açúcar (COUTO et al., 2013). Garcia (1989) apresenta uma proposta de classificação do coeficiente de variação, em experimentos florestais, ao criar intervalos por média e desvio padrão. Esta metodologia também foi utilizada, posteriormente, por diversos autores em suas pesquisas (SCAPIM et al., 1995; AMARAL et al., 1997; JUDICE et al., 1999; CARVALHO et al., 2003). Costa et al. (2002), considerando aspectos relativos à distribuição normal das variáveis estudadas, propõe o emprego da mediana e pseudo-sigma para classificar o coeficiente de variação. Estas duas medidas são robustas para os casos de não normalidade. Já nos casos onde há normalidade, de acordo com Costa et al. (2002), utilizar média e desvio padrão ou mediana e pseudo-sigma gera resultados semelhantes. Outros autores, também adotaram a metodologia da mediana e pseudo-sigma na classificação do coeficiente de variação (FARIA FILHO et al., 2010; COUTO et al., 2013).

Considerando a área de produção animal, algumas tentativas de classificação do coeficiente de variação foram feitas por Judice et al. (1999), em suínos, Judice et al. (2002), em bovinos de corte, Mohallem et al. (2008), em frangos de corte, e Faria Filho et al. (2010), em poedeiras.

No trabalho de Judice et al. (2002) em bovinos de corte, foram estudadas apenas variáveis mais relacionadas à recria animal, sem levar em consideração demais variáveis produtivas e de carcaça. Neste sentido, considera-se necessário mais estudos sobre o coeficiente de variação para variáveis produtivas e de carcaça.

O presente trabalho tem por objetivo propor classificações para o coeficiente de variação para variáveis de produção e carcaça de bovinos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta dos dados

Os dados foram coletados de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (PPGZ/UFSM), de 1991 a 2012. Os trabalhos foram selecionados quando contemplavam a área de bovinocultura de corte e continham as informações de desvio padrão e média ou coeficiente de variação, na ANOVA.

Pelos critérios definidos, foram encontrados 54 trabalhos científicos (7 teses e 47 dissertações) dos quais se obtiveram: categoria da variável analisada; coeficiente de variação; média geral; desvio padrão. As categorias obtidas foram: ganho de peso (41 variáveis que indicam o ganho de peso diário dos animais em experimentos); consumo (251 variáveis que indicam o consumo animal de alimentos e seus componentes); conversão (43 variáveis de conversão alimentar); comportamento (69 variáveis relacionadas ao comportamento animal); componentes de corpo vazio (CCV) em kg (220 variáveis de componentes de carcaça vazia medidas em quilogramas); componentes de corpo vazio (CCV) em porcentagem (233 variáveis de componentes de carcaça vazia medidas em porcentagem); relação (45 variáveis que analisam a relação entre componentes da carcaça); rendimento (43 variáveis de

rendimento de carcaça fria ou quente); quebra (51 variáveis de quebra ao resfriamento, congelamento ou cozimento); gordura (82 variáveis de mensuração do tecido adiposo em componentes da carcaça); métrica (174 variáveis de medição de altura, área ou comprimento de componentes da carcaça). Ao final, como cada variável representava uma observação, teve-se um total de 1252 observações.

Análise exploratória dos dados

Foram calculados mínimo, máximo, média e mediana para o coeficiente de variação, nas diferentes categorias. Para verificar a normalidade das amostras de coeficiente de variação foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk, com nível de significância de 5%.

Classificação do coeficiente de variação considerando média e desvio padrão

O coeficiente de variação é expresso por:

$$CV\% = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100$$

em que σ é o erro aleatório experimental e μ é a média geral.

A primeira proposta de classificação é baseada em Garcia (1989) e segue o seguinte:

$CV\% \leq \bar{x}_{cv} - s_{cv}$ classificado como baixo;

$\bar{x}_{cv} - s_{cv} < CV\% \leq \bar{x}_{cv} + s_{cv}$ classificado como médio;

$CV\% > \bar{x}_{cv} + s_{cv}$ classificado como alto,

em que \bar{x}_{cv} é a média amostral do coeficiente de variação e s_{cv} é o desvio padrão amostral do coeficiente de variação. Este método é mais adequado para variáveis com distribuição normal.

Classificação do coeficiente de variação considerando Mediana e Pseudo-Sigma

A segunda proposta de classificação é baseada em Costa (2002) e segue o seguinte:

$CV\% \leq Md_{cv} - PS_{cv}$ classificado como baixo;

$Md_{cv} - PS_{cv} < CV\% \leq Md_{cv} + PS_{cv}$ classificado como médio;

$CV\% > Md_{cv} + PS_{cv}$ classificado como alto,

em que Md_{cv} é a mediana amostral do coeficiente de variação e PS_{cv} é o pseudo-sigma do coeficiente de variação.

O pseudo-sigma, segundo Costa (2002), é dado por:

$$PS = (Q_3 - Q_1) / 1,35$$

em que Q_3 é o terceiro quartil do CV% e Q_1 é o primeiro quartil do CV%.

Este método é mais robusto para os casos de não normalidade.

Tanto na proposta do item 2.2 quanto do item 2.3, utiliza-se apenas três categorias de classificação para o coeficiente de variação (baixo, médio e alto), o que se difere das propostas anteriores. Esta mudança se deve ao fato de que classificar um CV% como alto ou muito alto já se caracteriza por alta variabilidade.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Primeiramente realizou-se a análise descritiva e aplicou-se o teste de normalidade para o coeficiente de variação, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Mínimo, média, mediana, máximo, tamanho da amostra (n) e p-valor do teste Shapiro-Wilk (SW) para o coeficiente de variação

Categoria	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	n	SW
Ganho de Peso	7,10	16,10	15,49	23,78	38	0,54
Consumo	1,44	7,53	7,13	14,76	234	<0,01
Conversão	3,38	12,13	12,37	20,82	41	0,01
Comportamento	1,21	11,48	10,19	26,53	60	<0,01
CCV em kg	1,42	14,56	12,33	35,91	202	<0,01
CCV em %	0,61	7,99	6,60	23,15	212	<0,01
Relação	1,04	11,00	11,46	21,96	42	0,26
Rendimento	0,46	2,55	2,56	5,33	41	0,15
Quebra	0,11	14,19	14,38	28,73	45	0,15
Gordura	2,07	12,99	12,56	28,66	78	0,04
Métrica	0,02	5,77	4,95	14,32	141	<0,01

O valor mínimo de CV% observado foi de 0,11% para a categoria quebra e o máximo observado foi de 35,91% para componentes de corpo vazio em kg (Tabela 1). No geral, para todas as categorias, observou-se semelhança entre os valores de média e mediana, e os resultados do teste aplicado, apenas as categorias ganho de peso, relação, rendimento e quebra, apresentaram comportamento de distribuição normal (Tabela 1).

A Tabela 2 apresenta a classificação proposta para o coeficiente de variação baseada em Garcia (1989) que considera a média e o desvio padrão.

Tabela 2 - Classificação proposta para o coeficiente de variação baseada em Garcia (1989)

Variável	Baixo	Médio	Alto
Ganho de Peso	CV% ≤ 12%	12% < CV% ≤ 20%	CV% > 20%
Consumo	CV% ≤ 4%	4% < CV% ≤ 10%	CV% > 10%
Conversão	CV% ≤ 7%	7% < CV% ≤ 17%	CV% > 17%
Comportamento	CV% ≤ 5%	5% < CV% ≤ 18%	CV% > 18%
CCV em kg	CV% ≤ 6%	6% < CV% ≤ 23%	CV% > 23%
CCV em %	CV% ≤ 2%	2% < CV% ≤ 14%	CV% > 14%
Relação	CV% ≤ 5%	5% < CV% ≤ 17%	CV% > 17%
Rendimento	CV% ≤ 1,4%	1,4% < CV% ≤ 3,7%	CV% > 3,7%
Quebra	CV% ≤ 6%	6% < CV% ≤ 22%	CV% > 22%
Gordura	CV% ≤ 6%	6% < CV% ≤ 20%	CV% > 20%
Métricas	CV% ≤ 2%	2% < CV% ≤ 9%	CV% > 9%

Observa-se, de modo geral, que a amplitude do coeficiente de variação foi baixa, sendo que, com exceção da categoria rendimento, o maior limite para considerar um CV% como baixo foi de 12% e o maior limite para considerar um CV% alto foi de apenas 23% (Tabela 2).

Tomando, por exemplo, a categoria ganho de peso, tem-se coeficiente de variação classificado como baixo para valores até 12%, médio quando os valores estão entre 12% e 20%, e alto CV% para valores maiores que 20% (Tabela 2). Judice et al. (2002), em seu trabalho com bovinos de corte, utilizando o método da média e desvio padrão, classificou o CV% do ganho de peso como baixo para valores até 10,25%, médio quando os valores estão entre 10,25% e 31,57%, alto quando valores estão entre 31,57% e 61,66%, e muito alto a partir de 61,66%. Verifica-se semelhança no valor limite para classificar o CV% como baixo ou médio (de 12% para 10,25%), porém, no limite para classificar de médio para alto houve grande diferença (de 20% para 31,57%). Além disso, Judice et al. (2002), consideraram manter a categoria muito alto, o que difere deste estudo.

Considerando a categoria consumo, neste estudo o limite para classificar o CV% de baixo para médio foi de 4%, enquanto que para Judice et al. (2002) foi de 2,89%. Já para classificar o CV% entre médio e alto, neste estudo, o limite foi de 10%, já em Judice et al. (2002) foi de 7,63%. Estes valores podem ser considerados próximos, evidenciando que para esta categoria os dois trabalhos obtiveram resultados semelhantes. Porém, há de se lembrar que neste trabalho não se considera a categoria muito alto.

No trabalho de Judice et al. (1999), com suínos, considerando as variáveis ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração e rendimento de carcaça, ocorreram resultados semelhantes aos deste estudo, com destaque para a variável rendimento, sendo que o limite de classificação do CV% de baixo para médio foi de 1,17% enquanto que para este estudo foi de 1,4%. Já o limite de classificação do CV% de médio para alto foi de 3,12% e para este estudo foi de 3,7%. Também, em Judice et al. (1999), houve a construção da categoria muito alto, o que difere deste estudo.

Na Tabela 3, é apresentada a proposta de classificação do coeficiente de variação baseada na metodologia de Costa et al. (2002), considerando mediana e pseudo-sigma.

Tabela 3 - Classificação proposta para o coeficiente de variação baseada em Costa et al. (2002)

Variável	Baixo	Médio	Alto
Ganho de Peso	$CV\% \leq 11\%$	$11\% < CV\% \leq 20\%$	$CV\% > 20\%$
Consumo	$CV\% \leq 4\%$	$4\% < CV\% \leq 10\%$	$CV\% > 10\%$
Conversão	$CV\% \leq 6\%$	$6\% < CV\% \leq 19\%$	$CV\% > 19\%$
Comportamento	$CV\% \leq 4\%$	$4\% < CV\% \leq 16\%$	$CV\% > 16\%$
CCV em kg	$CV\% \leq 3\%$	$3\% < CV\% \leq 22\%$	$CV\% > 22\%$
CCV em %	$CV\% \leq 1\%$	$1\% < CV\% \leq 13\%$	$CV\% > 13\%$
Relação	$CV\% \leq 5\%$	$5\% < CV\% \leq 17\%$	$CV\% > 17\%$
Rendimento	$CV\% \leq 1,4\%$	$1,4\% < CV\% \leq 3,7\%$	$CV\% > 3,7\%$
Quebra	$CV\% \leq 8\%$	$8\% < CV\% \leq 21\%$	$CV\% > 21\%$
Gordura	$CV\% \leq 5\%$	$5\% < CV\% \leq 21\%$	$CV\% > 21\%$
Métricas	$CV\% \leq 2\%$	$2\% < CV\% \leq 8\%$	$CV\% > 8\%$

No geral, a amplitude do coeficiente de variação foi baixa, sendo que, com exceção da categoria Rendimento, o maior limite para considerar um CV% como baixo foi de 11% e o maior limite para considerar um CV% alto foi de apenas 22% (Tabela 3). Estes resultados são semelhantes aos obtidos na Tabela 2, indicando que os dois métodos, para esta amostra, se comportaram da mesma forma, mesmo que, como pode ser observado na Tabela 1, a maioria das categorias não apresentou normalidade.

Considerando as categorias ganho de peso e consumo, como já observado na Tabela 2, ocorreram resultados semelhantes aos obtidos por Judice et al. (2002) e para as categorias ganho de peso, consumo, conversão e rendimento, os resultados foram semelhantes aos obtidos por Judice et al. (1999).

Nos trabalhos de Faria Filho et al. (2010), com poedeiras, e Mohallem et al. (2008), com frangos de corte, foram observadas amplitudes menores para o coeficiente de variação, o que difere dos resultados obtidos neste estudo. Isto se deve ao fato de que experimentos com frangos possuem menor variabilidade.

Em geral, tanto a amplitude do CV% quanto os limites entre as categorias de classificação, obtidos neste estudo, são menores do que aqueles propostos por Pimentel-Gomes (1985), observando que este trabalho não considerou categorizar CV% como muito alto.

CONCLUSÃO

Novos intervalos de classificação do CV% foram propostos neste trabalho para experimentos com bovinos de corte. Estes intervalos são recomendados para verificar a precisão de experimentos. Em geral, os intervalos para experimentos com bovinos são de menor amplitude àqueles propostos na bibliografia clássica.

Os dois métodos utilizados para classificação do coeficiente de variação geraram resultados semelhantes para variáveis de produção e de carcaça bovina, sendo que qualquer das duas classificações pode ser utilizada.

A classificação do CV% em três categorias (baixo, médio e alto) é suficiente para mensurar a precisão de experimentos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.M. do et al. Avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, dez. 1997.
- CARVALHO, C.G.P. et al. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação a produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.187-193, 2003.
- CLEMENTE, A.L.; MUNIZ, J.A. Avaliação dos coeficientes de variação em experimentos com gramínea forrageira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.197-203, 2002.
- COSTA, N.H. de A.D. et al. Novo método de classificação de coeficiente de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.243-249, 2002.

- COUTO, M. F.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Classificação dos coeficientes de variação para a cultura da cana de açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.6, p.,2013.
- FARIA FILHO, D. E. et al. Classification of coefficients of variation in experiments with commercial layers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.12, n.4, p. 255-257, 2010.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Ipef, 1989. 12p. (Circular técnica, 171).
- JUDICE, M. G. et al. Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1. p.170-173, 1999.
- JUDICE MG, MUNIZ JA, AQUINO LH, BEARZOTI E. Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.1035-1040, 2002.
- MOHALLEM, D. F.; TAVARES, M.; SILVA, P. L.; GUIMARÃES, E. C.; FREITAS, R. F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, Belo Horizonte, v.60, n., p.449-453, 2008.
- PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. Nobel: São Paulo, 1985. 467p.
- SCAPIM, C.A. et al. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

4 CONCLUSÕES

As estimativas baixas de poder do teste F em ANOVA ressaltam a importância de aumentar o número de repetições por tratamentos em experimentos com bovinos de corte.

Para obtenção de poder do teste adequado, recomenda-se o uso mínimo de 7 repetições por tratamentos para experimentos que contemplem variáveis das categorias ganho de peso, conversão e gordura, 8 repetições por tratamentos para a categoria consumo, 9 repetições por tratamentos para as categorias componentes de corpo vazio, quebra e métrica, e 10 repetições por tratamentos para as categorias comportamento e relação.

Foram propostos novos intervalos de classificação para o coeficiente de variação em experimentos com bovinos de corte. Os novos intervalos são recomendados para verificar a precisão destes experimentos.

Os métodos de classificação do coeficiente de variação, propostos por Garcia (1989) e Costa et al. (2002), geraram resultados semelhantes, portanto quaisquer das duas classificações são recomendadas.

Propõe-se a classificação do CV% em três categorias (baixo, médio e alto), considerando que o CV% é uma medida que indica precisão experimental quanto menor a variabilidade.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.M. do et al. Avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, dez. 1997.
- AMARAL, J. B. do **Bioética na experimentação científica e na exploração econômica de bovinos**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2008_4/bioetica/index.htm>. Acesso em: 28/12/2015.
- ANUALPEC, 2014. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Inform Economics FNP, 2014. 378 p.
- BARBIN, D. **Componentes de variância: teoria e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 120p.
- BERRY, E. M.; COUSTÈRE-YAKIR, C.; GROVER, N. B. The significance of non-significance. **QJM**, v.91, p.647-653, 1998.
- BOLFARINE, H.; SANDOVAL, M. C. **Introdução à Inferência Estatística**. 2ed. SBM: Rio de Janeiro, 2010. 159p.
- BRIEN, C. J. Determining the analysis of variance table. In:_____. Statistical Modelling. 2007. Disponível em: <<http://chris.brien.name/ee2/course/SM06.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2015.
- CARVALHO, C.G.P. et al. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação a produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.187-193, 2003.
- CHAMPELY, S. **pwr: Basic Functions for Power Analysis**. 2015. R package version 1.1-3. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=pwr>>.
- CLEMENTE, A.L.; MUNIZ, J.A. Avaliação dos coeficientes de variação em experimentos com gramínea forrageira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.197-203, 2002.

- COHEN, J. **Statistical power analysis for behavior science**. 2ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 567p.
- COHEN, J. The earth is round ($p < .05$). **American Psychologist**. v.49, n.12, p.997-1003, 1994.
- COSTA, N.H. de A.D. et al. Novo método de classificação de coeficiente de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.243-249, 2002.
- COUTO, M. F.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Classificação dos coeficientes de variação para a cultura da cana de açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.6, p.,2013.
- COWLES, M. e DAVIS, C. On the origins of the .05 level of statistical significance. **American Psychologist**, v. 37, n. 5, p. 553-558, 1982.
- FARIA FILHO, D. E. et al. Classification of coefficients of variation in experiments with commercial layers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.12, n.4, p. 255-257, 2010.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Ipef, 1989. 12p. (Circular técnica, 171).
- GRAYBILL, F. A. **An introduction to Linear Statistical Models**. McGraw-Hill Book Co.: New York, 1961.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. Bookman: Porto Alegre, 2009. 688p.
- IOANNIDIS, J. P.; TARONE, R.; MCLAUGHLIN, J. K. The false-positive to false-negative ratio in epidemiologic studies. **Epidemiology**, v.22, n.4, p.450-456, 2011.
- IBGE. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 dez. 2015.
- JUDICE MG, MUNIZ JA, AQUINO LH, BEARZOTI E. Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.1035-1040, 2002.

- JUDICE, M. G. et al. Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1. p.170-173, 1999.
- LEMOS, F. K. **A evolução da bovinocultura de corte brasileira: elementos para a caracterização do papel da Ciência e da tecnologia na sua trajetória de desenvolvimento**. 2013. 239 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.
- MOHALLEM, D. F.; TAVARES, M.; SILVA, P. L.; GUIMARÃES, E. C.; FREITAS, R. F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, Belo Horizonte, v.60, n., p.449-453, 2008.
- MONTGOMERY, D. C. **Desing and Analysis of Experiments**. 8ed. Wiley: New Jersey, 2012. 752p.
- PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. Nobel: São Paulo, 1985. 467p.
- PIMENTEL-GOMES, F. P. A estatística é como um biquini. **Informações Agronômica N°108**, 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 15.ed. Esalq: Piracicaba, 2009. 451p.
- POSSAS, M. L.; SALLES-FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. da. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Reserch Policy**, v.25, n.6, p.933-945, 1996.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- RICHARDSON, C. R.; NUNNERY, G. A.; WESTER, D. B.; COLE, N. A.; GALYEAN, M. L. Power of test consideration for beef cattle experiments: A review. **Journal of Animal Science**, 2012.

SCAPIM, C.A. et al. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

SEARLE, S. R. **Linear Models**. John Wiley & Sons: New York, 1971.

SILVA, J.G.C. da. **Planejamento de experimentos, versão preliminar**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Física e Matemática, 2005.

VIEIRA, S. **Estatística Experimental**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999. 159p.

APÊNDICES

Apêndice A - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Ganho de Peso

Poder	f	Média	Desvio	CV%	ru	$r80\%$
0,10	0,12	1,35	0,20	14,81	16	275
0,06	0,14	1,26	0,18	14,29	3	150
0,05	0,14	0,65	0,14	21,23	2	150
0,10	0,20	1,17	0,14	12,14	6	90
0,11	0,21	1,54	0,23	14,61	6	54
0,18	0,26	1,43	0,19	13,29	8	60
0,27	0,29	1,52	0,26	17,11	12	48
0,25	0,33	1,37	0,25	18,39	8	30
0,24	0,36	1,39	0,15	10,79	6	22
0,34	0,37	1,35	0,23	16,74	8	21
0,16	0,40	1,19	0,28	23,53	4	26
0,19	0,44	1,4	0,14	9,93	4	18
1,00	0,48	0,85	0,17	20,35	180	17
0,99	0,49	0,56	0,25	45,18	33	15
0,20	0,53	1,24	0,23	18,71	3	11
0,19	0,57	1,73	0,36	21,04	3	13
0,66	0,58	1,48	0,23	15,27	8	10
0,66	0,58	1,53	0,20	12,94	8	10
0,24	0,58	1,11	0,23	20,36	3	9
0,24	0,62	1,78	0,37	20,67	3	9
0,27	0,62	1,16	0,17	15,00	3	8
0,48	0,64	1,38	0,12	8,70	4	7
0,86	0,65	1,38	0,25	18,26	12	10
0,13	0,65	0,89	0,12	13,48	2	9
0,20	0,68	1,29	0,22	17,05	4	10
0,17	0,71	1,24	0,09	7,10	2	7
0,38	0,75	1,1	0,18	16,64	3	6
0,47	0,85	1,1	0,22	20,00	3	5
0,20	0,86	0,97	0,13	13,51	2	5
0,20	0,87	0,94	0,20	21,38	2	5
0,25	0,98	1,21	0,16	13,39	2	5
0,24	0,98	0,53	0,11	21,51	2	5
0,85	1,30	0,86	0,10	12,09	3	3
0,92	1,34	0,82	0,20	23,78	3	2
0,92	1,45	0,91	0,31	34,29	3	3
0,50	1,54	0,82	0,11	13,41	2	2
1,00	1,58	0,97	0,10	10,21	120	2
0,95	1,58	0,483	0,16	32,92	4	2
0,90	1,61	1,1	0,22	20,00	4	3
0,93	1,94	0,7	0,11	15,71	2	2
1,00	2,37	0,93	0,13	14,41	8	2

Apêndice B - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Consumo

Poder	f	Média	Desvio	CV%	ru	$r80\%$
0,05	0,06	8,50	0,82	9,67	4	1062
0,07	0,07	8,95	0,76	8,49	16	908
0,05	0,07	2,76	0,24	8,8	3	655
0,05	0,08	9,79	0,73	7,43	3	488
0,06	0,09	2,43	0,55	22,4	8	365
0,05	0,10	3,60	0,16	4,34	2	305
0,05	0,10	34,60	2,93	8,46	3	319
0,07	0,10	103,60	23,56	22,74	8	260
0,06	0,11	1,83	0,12	6,34	3	280
0,06	0,11	2,86	0,27	9,3	4	228
0,05	0,11	2,30	0,10	4,25	2	221
0,06	0,11	7,98	1,09	13,69	3	301
0,06	0,12	1,45	0,13	9,05	4	189
0,06	0,12	9,77	0,91	9,31	4	189
0,06	0,12	2,40	0,33	13,63	3	263
0,06	0,13	43,47	2,70	6,21	4	204
0,06	0,14	1,96	0,83	42,5	3	151
0,07	0,14	5,42	0,50	9,3	4	132
0,11	0,15	2,71	0,45	16,71	12	185
0,07	0,16	1,03	0,06	5,81	4	131
0,09	0,18	2,59	0,11	4,38	6	127
0,08	0,19	36,25	2,29	6,32	4	77
0,09	0,19	9,68	0,44	4,58	6	108
0,15	0,19	8,79	1,14	13	12	107
0,07	0,20	0,78	0,07	8,89	3	78
0,17	0,21	2,98	0,38	12,8	12	90
0,12	0,22	29,21	4,13	14,14	6	51
0,08	0,22	16,07	1,18	7,35	4	66
0,14	0,22	8,80	1,13	12,86	8	65
0,15	0,22	7,98	1,29	16,21	8	55
0,09	0,24	0,38	0,02	5,31	4	59
0,09	0,24	29,13	2,68	9,2	4	48
0,06	0,25	18,66	1,12	6,01	2	47
0,06	0,25	6,82	0,35	5,17	2	46
0,10	0,25	123,30	7,79	6,32	4	46
0,16	0,25	2,98	0,38	12,64	8	53
0,14	0,25	1,36	0,19	14,09	6	39
0,16	0,25	47,68	5,83	12,23	8	52
0,06	0,25	0,90	0,05	5,63	2	43
0,10	0,26	68,50	4,36	6,36	4	42
0,14	0,26	8,77	0,35	3,99	6	42
0,08	0,27	110,80	6,61	5,97	3	46

Apêndice B - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,08	0,27	351,8	21,00	5,97	3	46
0,08	0,27	40,97	2,45	5,98	3	46
0,10	0,27	3,243	0,20	6,17	4	47
0,08	0,27	20,33	1,22	5,98	3	46
0,18	0,27	12,69	1,60	12,58	8	45
0,18	0,27	12,69	1,60	12,58	8	45
0,18	0,27	7,27	0,91	12,52	8	44
0,18	0,27	7,27	0,91	12,52	8	44
0,19	0,27	3,883	0,49	12,6	8	44
0,14	0,28	0,365	0,05	14,76	6	52
0,11	0,28	0,405	0,16	39,97	4	35
0,17	0,29	10,31	1,37	13,34	6	30
0,12	0,29	1,602	0,10	6,09	4	33
0,21	0,30	10,16	0,93	9,11	8	38
0,12	0,30	1,192	0,38	32,15	4	32
0,09	0,31	0,253	0,02	6,11	3	36
0,22	0,31	395,3	38,77	9,81	8	35
0,20	0,31	9,712	1,38	14,18	6	26
0,16	0,31	1,74	0,19	11,18	6	42
0,16	0,31	1,95	0,19	9,97	6	42
0,13	0,31	2,888	0,17	6,03	4	29
0,24	0,32	134,1	2,09	1,56	8	33
0,24	0,32	134,1	2,09	1,56	8	33
0,24	0,32	134,1	13,10	9,77	8	32
0,24	0,32	2,7	0,25	9,28	8	32
0,13	0,33	0,845	0,05	6,04	4	27
0,24	0,33	1,547	0,14	9,24	8	31
0,43	0,33	2,595	0,20	7,71	16	38
0,47	0,33	12,98	1,19	9,2	12	29
0,10	0,33	6,503	0,67	10,35	3	30
0,26	0,34	0,828	0,08	9,34	8	30
0,29	0,34	2,6	0,23	8,71	8	25
0,13	0,34	2,367	0,19	8,2	4	29
0,31	0,35	8,935	0,76	8,55	8	23
0,11	0,35	2,457	0,15	6,11	3	27
0,14	0,36	1,197	0,08	6,69	4	26
0,11	0,36	0,451	0,03	6,11	3	25
0,30	0,37	36,43	2,29	6,29	8	25
0,11	0,37	0,908	0,06	6,11	3	24
0,11	0,37	7,705	1,09	14,13	3	29
0,11	0,38	2,315	0,33	14,14	3	28
0,33	0,39	12,34	0,78	6,34	8	22
0,45	0,39	0,44	0,05	11,65	12	27
0,12	0,39	5,877	0,47	7,97	3	22

Apêndice B - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,12	0,39	5,877	0,47	7,97	3	22
0,13	0,40	2,447	0,21	8,5	3	21
0,13	0,40	2,447	0,21	8,5	3	21
0,13	0,41	1,663	0,14	8,34	3	20
0,51	0,42	12,7	1,60	12,59	12	23
0,53	0,43	1,19	0,14	11,67	12	22
0,21	0,44	6,81	1,02	15,05	4	15
0,16	0,45	2,075	0,29	14,03	3	15
0,43	0,47	332,2	21,23	6,39	6	12
0,24	0,47	439,3	26,05	5,93	4	13
0,45	0,48	15,39	0,97	6,33	6	11
0,45	0,48	0,346	0,02	6,02	6	11
0,16	0,48	10,17	0,64	6,34	3	15
0,16	0,48	32,3	2,05	6,34	3	15
0,21	0,49	8,5	0,82	9,67	4	18
0,47	0,49	2,596	0,16	6,24	6	11
0,48	0,50	7,492	0,45	6,07	6	11
0,17	0,50	1,043	0,07	6,34	3	14
0,19	0,51	4,4	0,45	10,26	3	11
0,68	0,52	395,5	38,33	9,69	12	16
0,37	0,52	2,595	0,30	11,46	6	15
0,37	0,52	3,215	0,30	9,23	6	15
0,18	0,52	105,9	7,49	7,08	3	13
0,17	0,53	7,14	1,86	26,1	3	15
0,55	0,53	115,8	7,14	6,17	6	9
0,71	0,54	134,1	13,10	9,76	12	15
0,31	0,54	8,567	0,50	5,82	4	10
0,26	0,55	101,5	8,26	8,14	4	14
0,19	0,55	8,65	0,66	7,62	3	12
0,19	0,55	8,65	0,66	7,62	3	12
0,20	0,57	3,76	0,20	5,34	3	11
0,30	0,57	7,767	1,22	15,71	4	11
0,35	0,58	95,53	11,42	11,95	4	9
0,41	0,58	2781	211,75	7,62	5	12
0,64	0,59	110,3	7,06	6,4	6	8
0,69	0,60	0,437	0,03	6,49	8	10
0,66	0,60	2,484	0,15	6,03	6	8
0,48	0,61	3,945	0,17	4,37	6	12
0,31	0,62	2,34	0,18	7,64	4	11
0,14	0,62	267,5	13,05	4,88	2	8
0,27	0,62	1,948	0,17	8,92	3	8
0,23	0,64	335,8	39,26	11,69	3	11
0,23	0,64	100,9	11,72	11,62	3	11
0,29	0,64	2,705	0,17	6,41	3	8

Apêndice B - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,29	0,65	4,438	0,38	8,61	3	7
0,35	0,67	101,5	8,26	8,14	4	10
0,16	0,67	12,88	0,60	4,67	2	7
0,29	0,69	7,667	0,47	6,11	3	8
0,29	0,70	98	4,18	4,27	2	5
0,81	0,70	5,046	0,71	14,09	6	6
0,82	0,71	5,358	0,71	13,31	6	6
0,39	0,77	5,9	0,79	13,36	3	6
0,52	0,78	3,25	0,30	9,23	4	6
0,96	0,80	19,69	1,82	9,27	12	7
0,33	0,81	6,77	1,68	24,81	3	7
0,97	0,81	53,42	5,01	9,37	12	7
0,44	0,81	6,188	0,31	5,05	3	5
0,92	0,82	3,362	0,47	13,97	6	5
0,10	0,84	27,79	3,98	14,32	4	10
0,64	0,84	532,5	38,86	7,3	5	7
0,95	0,86	8,79	0,14	1,61	8	5
0,91	0,87	116,1	4,22	3,64	6	5
0,54	0,87	2,325	0,18	7,64	4	6
0,24	0,88	4,07	0,32	7,79	2	5
0,53	0,91	7,75	1,24	15,95	3	4
0,66	0,91	0,37	0,05	14,76	4	5
0,40	0,91	6,435	0,52	8,08	3	6
0,97	0,93	8,797	0,14	1,61	8	5
0,93	0,94	2,101	0,09	4,3	5,5	4
0,28	0,95	6,515	0,30	4,65	2	4
0,93	0,95	87,75	3,57	4,07	5,5	4
1,00	0,98	38,1	1,67	4,39	8	4
0,29	0,99	51,25	1,95	3,8	2	4
0,73	0,99	1,97	0,20	9,97	4	4
0,30	1,00	0,315	0,01	4,52	2	4
0,63	1,02	2,343	0,19	8,19	3	4
0,64	1,02	92,92	7,50	8,07	3	4
1,00	1,02	11,1	0,45	4,08	8	4
0,77	1,04	5,867	0,80	13,59	4	4
0,99	1,05	19,69	0,28	1,44	8	4
0,33	1,06	2,383	0,10	4,15	2	4
0,74	1,14	2,75	0,29	10,72	3	3
0,70	1,15	2,308	0,14	6,1	4	4
1,00	1,15	2,98	0,06	1,9	8	4
0,87	1,17	0,303	0,02	7,4	4	4
1,00	1,18	2,747	0,09	3,28	6	3
0,96	1,20	29,66	1,47	4,96	6	4
0,97	1,21	7,93	0,38	4,79	6	4

Apêndice B - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,97	1,22	348,5	16,76	4,81	6	4
0,42	1,23	32,75	1,21	3,68	2	3
1,00	1,23	2,983	0,06	1,9	8	3
0,63	1,25	316,8	35,42	11,18	3	4
0,82	1,26	5,26	0,35	6,63	3	3
0,64	1,26	95,18	10,52	11,05	3	4
1,00	1,26	53,42	0,99	1,85	8	3
1,00	1,29	1,346	0,09	6,83	6	3
1,00	1,30	57,19	4,09	7,15	6	3
1,00	1,31	60,06	4,10	6,82	6	3
0,79	1,34	7,07	0,16	2,33	3	3
1,00	1,35	1,284	0,09	6,81	6	2
0,54	1,43	1,258	0,05	3,84	2	3
0,55	1,45	0,806	0,03	3,72	2	3
0,77	1,48	366	60,06	16,41	3	3
0,84	1,49	2,1	0,31	14,56	4	4
0,98	1,49	2,61	0,30	11,46	4	3
0,86	1,52	2,8	0,30	10,66	4	4
0,89	1,53	0,643	0,09	14,06	3	3
1,00	1,55	38,19	2,69	7,04	6	2
0,99	1,58	1,753	0,20	11,18	4	3
1,00	1,60	0,86	0,06	6,73	6	2
1,00	1,60	395,5	5,94	1,5	8	3
1,00	1,64	395,5	5,80	1,47	8	3
0,86	1,67	6,125	0,47	7,68	3	3
1,00	1,74	1,187	0,03	2,39	8	2
0,94	1,95	28,03	2,05	7,33	3	1
1,00	1,96	0,517	0,08	14,98	6	1
1,00	1,96	4,92	0,08	1,73	8	1
1,00	1,97	36,43	2,31	6,35	12	1
1,00	2,00	12,34	0,79	6,4	12	1
0,96	2,05	8,42	0,59	6,96	3	1
0,97	2,10	3,055	0,54	17,78	4	1
0,87	2,13	3039	288,98	9,51	2	1
1,00	2,30	8,72	0,34	3,93	12	1
1,00	2,30	0,183	0,02	9,93	3	1
0,93	2,39	5,172	0,15	2,89	2	1
1,00	2,50	1,815	0,11	5,85	12	1
1,00	2,63	575,2	113,08	19,66	3	1
1,00	2,64	38,1	1,70	4,47	16	1
1,00	2,70	83,09	15,26	18,36	3	1
1,00	2,72	27,16	1,79	6,59	3	1
0,98	2,79	639,7	61,35	9,59	2	1
1,00	2,89	1,817	0,03	1,56	8	1

Apêndice B - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
1,00	2,93	8,16	0,50	6,1	3	1
1,00	2,94	4,92	0,25	5,04	12	1
0,99	2,98	2437	191,04	7,84	2	1
0,99	3,09	143,7	10,85	7,55	2	1
1,00	3,12	12,35	0,20	1,61	8	1
1,00	3,15	12,34	0,20	1,61	8	1
1,00	3,35	11,1	0,45	4,04	16	1
1,00	3,57	413,3	51,05	12,35	3	1
1,00	4,17	4,96	0,21	4,16	16	1
1,00	4,19	5,89	0,42	7,12	6	1
1,00	4,24	0,51	0,04	8,51	4	1
1,00	4,26	343,3	24,65	7,18	3	1
1,00	4,31	0,133	0,01	7	6	1
1,00	4,78	1482	81,62	5,51	3	1
1,00	4,81	36,43	0,57	1,56	8	1
1,00	4,81	36,43	0,57	1,56	8	1
1,00	4,81	833,7	49,44	5,93	2	1
1,00	5,05	445,2	23,24	5,22	3	1
1,00	5,19	5,713	0,24	4,11	8	1
1,00	5,20	1,035	0,07	7,17	4	1
1,00	5,40	0,67	0,04	5,97	3	1
1,00	5,76	647,4	49,53	7,65	3	1
1,00	5,76	467,3	35,75	7,65	3	1
1,00	5,76	2056	157,29	7,65	3	1
1,00	5,76	1686	128,98	7,65	3	1
1,00	5,77	66,36	5,07	7,64	3	1
1,00	6,45	6,627	0,26	3,87	5,5	1
1,00	7,19	2260	162,52	7,19	3	1
1,00	7,24	679	48,48	7,14	3	1
1,00	7,47	543,5	40,87	7,52	3	1
1,00	7,62	6,442	0,31	4,8	4	1
1,00	8,04	0,15	0,01	4,69	4	1
1,00	8,89	18,5	1,15	6,23	3	1

Apêndice C - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Conversão

Poder	f	Média	Desvio	CV%	ru	$r80\%$
0,05	0,02	2,28	1,05	46,20	6	10887
0,06	0,10	3,59	0,29	8,06	5	366
0,06	0,11	27,66	3,40	12,28	3	281
0,07	0,11	1,27	0,26	20,82	8	260
0,07	0,12	7,78	1,15	14,77	6	265
0,09	0,15	8,60	1,65	19,20	8	152
0,08	0,15	1,64	0,26	15,95	6	102
0,09	0,15	25,45	4,89	19,21	8	136
0,08	0,17	0,70	0,06	8,55	5	142
0,09	0,19	97,85	5,75	5,88	6	109
0,11	0,20	72,82	9,57	13,14	6	62
0,07	0,22	5,00	0,98	19,54	3	82
0,07	0,22	16,63	3,25	19,53	3	80
0,16	0,25	9,55	1,60	16,71	8	53
0,13	0,26	8,35	0,64	7,71	6	57
0,10	0,30	6,50	1,05	16,10	3	31
0,10	0,32	6,91	0,83	12,04	3	32
0,26	0,34	35,80	4,43	12,37	8	29
0,26	0,36	6,36	0,56	8,82	6	20
0,14	0,44	4,81	0,91	18,97	3	21
0,14	0,45	16,00	3,03	18,93	3	21
0,57	0,46	9,55	1,57	16,42	12	20
0,48	0,48	28,25	3,80	13,45	8	15
0,90	0,53	8,37	1,40	16,72	11	9
0,81	0,54	15,83	23,37	147,63	9,6	9
0,90	0,60	8,60	1,42	16,49	9,6	8
0,15	0,66	5,57	0,31	5,57	2	7
0,79	0,68	7,20	0,99	13,78	8	8
0,20	0,74	6,37	1,07	16,78	2	5
0,34	0,83	5,32	0,34	6,41	4	7
0,72	0,89	7,28	0,70	9,63	4	5
0,36	1,12	5,51	0,31	5,66	2	3
0,37	1,14	0,73	0,04	5,71	2	3
0,44	1,26	15,05	0,79	5,22	2	3
1,00	1,42	8,02	0,27	3,38	12	3
0,91	1,60	0,55	0,05	8,41	3	3
0,97	1,66	1,17	0,19	16,22	3	2
0,94	1,68	4,20	0,35	8,41	3	2
0,94	1,68	18,57	1,56	8,41	3	2
0,94	1,68	5,82	0,49	8,41	3	2

Apêndice C - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,99	1,89	26,03	3,83	14,71	3	2
1,00	3,84	6,65	0,35	5,23	5,5	1
1,00	4,61	7,71	0,28	3,67	8	1

Apêndice D - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Rendimento

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,05	0,04	53,79	1,37	2,54	3	2400
0,06	0,10	64,84	1,68	2,59	8	300
0,64	0,10	53,77	2,86	5,33	313	315
0,06	0,13	58,29	1,54	2,64	4	150
0,06	0,13	55,62	1,45	2,61	3	225
0,08	0,14	66,30	1,72	2,59	8	150
0,07	0,17	57,01	1,50	2,63	4	100
0,10	0,19	59,82	2,52	4,22	6	65
0,12	0,20	54,42	0,63	1,15	8	100
0,17	0,20	51,73	0,70	1,35	8	67
0,06	0,23	54,35	1,99	3,66	2	75
0,10	0,24	57,97	9,98	580,86	4	42
0,17	0,25	53,29	0,62	1,15	8	60
0,11	0,26	56,27	9,58	587,39	4	36
0,13	0,26	57,40	1,47	2,56	6	60
0,16	0,27	66,04	1,69	2,56	6	35
0,11	0,28	56,68	1,27	2,25	4	35
0,17	0,28	65,02	1,71	2,64	6	32
0,14	0,29	56,82	1,79	3,14	4	32
0,15	0,29	61,61	1,26	2,04	6	40
0,20	0,29	56,36	2,01	3,57	8	40
0,25	0,30	53,22	0,80	1,50	8	30
0,16	0,31	58,79	1,45	2,46	6	42
0,17	0,31	63,04	1,29	2,04	6	35
0,24	0,32	57,63	2,05	3,56	8	32
0,14	0,33	58,88	1,31	2,23	4	26
0,18	0,34	55,54	1,75	3,15	4	25
0,15	0,37	58,57	0,68	1,16	4	25
0,46	0,42	53,99	2,22	4,11	6	13
0,20	0,45	57,03	0,64	1,12	4	17
0,47	0,49	90,60	2,25	2,49	6	11
0,19	0,57	55,54	1,52	2,74	3	13
0,51	0,58	55,94	1,68	3,00	6	11
0,60	0,64	47,95	2,32	4,84	6	8
0,75	0,66	54,68	1,64	3,00	6	8

Apêndice D - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,86	0,74	52,31	2,52	4,81	8	7
0,87	0,75	58,88	0,27	0,46	6	5
0,34	0,82	64,55	1,02	1,58	3	7
0,88	0,82	62,07	0,60	0,97	8	6
0,98	0,94	55,36	2,52	4,55	8	5
0,55	1,13	62,40	1,02	1,64	3	3
0,99	1,34	63,61	0,55	0,86	8	5
1,00	3,92	47,84	0,44	0,92	25	1

Apêndice E - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Componentes de Corpo Vazio em Kg

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,05	0,02	36,14	3,64	10,06	6	14423
0,05	0,02	43,12	4,67	10,84	3	8575
0,05	0,04	47,88	13,55	28,29	6	3193
0,05	0,05	8,67	2,52	29,05	6	1179
0,05	0,05	136,02	45,03	33,11	6	1032
0,05	0,05	0,85	0,49	57,91	8	1391
0,05	0,05	0,83	0,10	12,41	3	1646
0,05	0,06	90,50	15,22	16,82	4	877
0,05	0,06	14,91	1,84	12,31	6	1094
0,05	0,06	65,13	21,52	33,05	6	1036
0,06	0,07	14,22	5,75	40,47	6	855
0,06	0,07	51,52	2,79	5,42	6	496
0,06	0,08	14,09	2,85	20,22	6	425
0,06	0,08	2,47	1,21	48,85	6	409
0,06	0,08	4,81	0,69	14,42	6	624
0,06	0,08	97,30	30,75	31,60	6	381
0,05	0,08	35,29	4,69	13,30	3	616
0,06	0,08	1,71	0,49	28,61	8	458
0,06	0,09	1,47	0,49	33,56	6	331
0,06	0,09	36,54	7,84	21,46	8	443
0,06	0,09	20,43	5,70	27,90	6	323
0,05	0,09	59,21	5,27	8,90	3	505
0,06	0,09	36,70	10,80	29,42	6	301
0,06	0,09	168,06	53,51	31,84	6	272
0,06	0,10	30,26	9,87	32,61	6	261
0,06	0,10	7,10	2,14	30,09	6	247
0,06	0,10	36,96	2,68	7,26	6	245
0,06	0,10	5,01	0,59	11,76	6	379

Apêndice E - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,06	0,11	0,77	0,14	18,12	6	336
0,07	0,11	7,69	2,36	30,66	6	206
0,06	0,11	8,53	1,07	12,59	6	315
0,07	0,11	33,80	4,61	13,64	8	259
0,07	0,12	0,55	0,15	26,65	8	243
0,06	0,12	62,06	16,16	26,04	4	164
0,07	0,12	0,83	0,22	26,30	6	164
0,08	0,12	4,33	0,17	3,81	9	268
0,07	0,12	8,11	3,29	40,61	6	157
0,06	0,12	110,13	20,39	18,52	4	179
0,08	0,13	6,62	0,65	9,86	8	200
0,06	0,13	149,26	31,68	21,23	4	164
0,08	0,13	1,15	0,23	19,69	8	191
0,08	0,13	14,35	3,24	22,55	8	191
0,07	0,13	2,82	1,88	66,53	6	137
0,06	0,14	5,36	0,79	14,78	3	205
0,06	0,14	82,27	3,86	4,69	4	163
0,07	0,14	5,46	0,59	10,80	6	189
0,07	0,14	4,89	0,62	12,76	6	189
0,09	0,15	91,00	7,84	8,62	8	150
0,06	0,15	12,67	2,27	17,94	3	166
0,08	0,15	2,74	0,52	18,98	6	167
0,08	0,16	6,26	2,00	31,91	6	164
0,07	0,16	31,57	4,27	13,52	5	113
0,08	0,16	13,68	3,90	28,48	6	99
0,08	0,16	1,22	0,44	35,91	6	97
0,08	0,16	20,12	1,42	7,06	6	157
0,08	0,16	5,74	1,81	31,55	6	97
0,08	0,16	2,86	1,27	44,33	6	96
0,08	0,17	13,61	2,43	17,83	6	145
0,10	0,17	1,19	0,12	10,31	8	116
0,09	0,17	11,46	1,21	10,52	6	83
0,10	0,17	39,72	3,53	8,88	8	111
0,09	0,17	1,49	1,09	73,26	6	131
0,09	0,18	157,72	23,02	14,59	6	122
0,07	0,18	143,37	9,08	6,33	4	96
0,08	0,19	45,13	12,55	27,82	4	70
0,08	0,19	13,10	3,95	30,14	4	70
0,09	0,19	7,27	1,25	17,18	6	112
0,11	0,19	5,46	0,60	10,91	8	88
0,10	0,19	11,99	5,86	48,86	6	64
0,11	0,19	22,83	2,65	11,59	8	86
0,08	0,20	37,67	9,19	24,39	4	63
0,10	0,20	1,35	0,44	32,49	6	62

Apêndice E - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,13	0,20	1,65	0,13	7,60	9	99
0,11	0,21	4,27	1,43	33,51	6	57
0,13	0,21	5,30	0,34	6,42	9	94
0,13	0,22	63,81	9,12	14,29	8	69
0,08	0,23	47,28	4,25	8,99	3	54
0,23	0,23	3,17	2,06	NA	8	50
0,13	0,23	6,45	3,98	NA	6	46
0,24	0,23	7,35	1,28	17,37	8	48
0,15	0,24	13,48	0,86	6,36	8	59
0,24	0,24	10,73	3,65	34,01	8	47
0,13	0,24	7,35	3,50	47,64	6	43
0,10	0,24	156,31	38,55	24,66	4	43
0,13	0,24	4,41	2,05	46,54	6	43
0,14	0,24	0,91	0,62	67,60	6	41
0,08	0,25	0,56	0,08	14,54	3	66
0,10	0,25	28,13	3,00	10,66	4	46
0,10	0,26	33,19	6,01	18,12	4	43
0,12	0,26	132,88	13,48	10,15	5	43
0,08	0,26	28,09	1,79	6,37	3	42
0,18	0,27	159,23	13,20	8,29	8	46
0,11	0,27	148,20	13,18	8,89	4	38
0,17	0,28	35,96	6,59	18,33	6	32
0,11	0,28	89,45	6,08	6,80	4	36
0,19	0,28	0,17	0,06	35,04	8	42
0,11	0,28	112,73	5,72	5,07	4	42
0,14	0,28	95,96	9,78	10,19	5	35
0,19	0,28	5,40	0,48	8,95	8	42
0,15	0,29	1,12	0,24	21,74	6	48
0,15	0,29	0,19	0,03	18,28	6	48
0,09	0,29	119,31	6,93	5,81	3	34
0,21	0,29	4,37	0,28	6,30	9	47
0,12	0,30	34,95	3,04	8,69	4	32
0,22	0,31	125,99	9,11	7,23	8	36
0,09	0,31	147,47	21,07	14,29	3	43
0,09	0,31	2,47	0,47	19,14	3	43
0,23	0,31	1,51	0,33	22,07	8	35
0,23	0,31	3,75	0,79	21,02	8	34
0,12	0,31	24,43	1,50	6,14	4	34
1,00	0,31	46,00	6,86	14,92	NA	34
0,35	0,32	16,66	2,91	17,50	8	26
0,17	0,32	37,16	6,88	18,52	6	40
0,10	0,32	12,14	1,96	16,14	3	39
0,25	0,33	27,43	2,56	9,33	8	31
0,25	0,33	1,33	0,29	21,84	8	30

Apêndice E - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,10	0,33	59,57	6,03	10,12	3	37
0,18	0,33	4,77	1,98	41,50	6	37
0,13	0,33	33,67	1,78	5,29	4	30
0,26	0,34	6,06	1,18	19,50	8	30
0,26	0,34	0,37	0,15	40,56	8	29
0,30	0,35	30,27	0,83	2,75	5,7	22
0,20	0,36	1,16	0,28	24,07	6	32
0,31	0,37	1,28	0,34	26,67	8	25
0,11	0,37	8,59	1,41	16,36	3	30
0,31	0,37	6,89	3,25	47,21	8	24
0,17	0,38	124,43	8,52	6,85	4	20
0,11	0,38	26,97	3,08	11,43	3	28
0,34	0,39	36,31	4,55	12,54	8	22
0,49	0,40	5,32	1,29	24,16	8	17
0,18	0,40	27,43	4,32	15,74	4	18
0,36	0,40	8,37	1,83	21,82	8	21
0,12	0,40	4,92	0,50	10,09	3	25
0,36	0,41	13,64	1,56	11,46	8	21
0,42	0,44	15,97	0,98	6,14	8	18
0,14	0,44	14,33	1,29	9,01	3	21
0,42	0,44	0,97	0,05	4,65	9	21
0,30	0,45	1,35	0,07	5,17	5,7	17
0,43	0,45	8,63	0,87	10,04	8	17
0,44	0,45	0,13	0,06	41,45	8	17
1,00	0,45	158,47	18,49	11,67	NA	17
0,46	0,47	15,14	2,26	14,96	8	16
0,47	0,47	1,19	0,40	33,61	8	15
0,16	0,50	1,51	0,24	16,05	3	17
0,51	0,50	34,09	6,07	17,81	8	14
0,11	0,51	44,83	2,67	5,96	2	12
0,11	0,51	55,38	3,43	6,20	2	11
0,54	0,51	165,33	32,77	19,82	8	13
0,17	0,53	37,01	4,53	12,23	3	15
0,59	0,54	23,36	5,11	21,89	8	12
0,18	0,54	1,72	0,26	15,02	3	14
0,42	0,54	1,18	0,13	10,63	5,7	12
0,59	0,54	0,77	0,07	9,19	8	12
0,49	0,57	161,63	18,12	11,21	6	11
0,65	0,58	3,60	1,57	43,58	8	11
0,66	0,58	9,54	1,61	16,84	8	10
0,68	0,59	5,40	0,91	16,93	8	10
0,65	0,61	2,65	0,39	14,68	5,7	8
0,21	0,61	3,25	0,76	23,25	3	12
0,48	0,61	1,40	0,39	28,04	6	12

Apêndice E - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,62	0,62	129,52	16,00	12,35	6	8
0,73	0,65	14,27	0,40	2,77	9	10
0,76	0,65	4,34	1,05	24,19	8	9
0,87	0,67	97,77	14,49	14,82	8	7
0,76	0,67	38,54	5,55	14,41	6	7
0,74	0,68	4,27	0,48	11,27	5,7	6
0,80	0,68	3,92	0,44	11,32	8	8
0,78	0,68	0,24	0,05	21,76	9	9
0,75	0,69	126,90	2,87	2,26	5,7	6
0,74	0,70	29,49	3,67	12,44	6	7
0,76	0,70	35,37	2,20	6,23	5,7	6
0,78	0,71	58,24	2,40	4,11	5,7	6
0,17	0,72	18,63	1,66	8,90	2	6
0,67	0,73	3,87	0,23	5,99	5,7	7
0,85	0,73	8,87	1,44	16,24	8	7
0,29	0,74	14,46	1,68	11,64	3	8
0,87	0,74	13,29	2,98	22,39	8	7
0,84	0,77	76,38	2,33	3,05	5,7	5
0,89	0,77	136,75	20,69	15,13	8	7
0,84	0,77	96,67	2,87	2,97	5,7	5
0,85	0,79	1,62	0,39	24,08	5,7	5
0,89	0,80	1,86	0,13	6,75	9	7
0,91	0,80	2,33	0,44	18,90	8	6
0,89	0,80	1,11	0,07	6,20	9	7
0,91	0,83	0,92	0,03	3,28	9	7
0,93	0,86	35,39	1,25	3,54	9	6
0,95	0,90	5,61	0,16	2,77	9	6
0,86	0,91	18,71	0,76	4,08	5,7	5
0,94	0,92	77,38	9,11	11,77	6	4
0,95	0,96	1,64	0,18	10,85	5,7	4
0,97	0,99	28,07	4,44	15,82	6	4
0,99	1,00	1,15	0,34	29,42	8	4
0,99	1,06	10,29	0,78	7,62	9	5
0,95	1,06	7,12	0,17	2,34	5,7	4
0,99	1,06	34,58	6,56	18,96	8	4
0,99	1,06	11,62	0,77	6,60	9	5
0,95	1,07	5,78	0,55	9,48	5,7	4
1,00	1,14	0,98	0,07	6,75	9	4
0,97	1,14	0,76	0,05	6,95	5,7	4
0,79	1,21	12,07	0,83	6,90	3	3
0,99	1,30	0,29	0,02	8,15	5,7	3
1,00	1,46	64,84	3,57	5,50	6	3
1,00	1,49	0,74	0,24	32,64	5,7	3
1,00	1,50	8,42	0,75	8,89	5,7	3

Apêndice E - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
1,00	1,52	4,55	0,42	9,23	5,7	3
1,00	1,70	16,27	1,67	10,29	6	2
1,00	1,75	47,96	2,57	5,35	6	2
0,89	1,77	19,60	3,07	15,67	3	3
1,00	1,81	11,17	0,25	2,25	9	3
1,00	1,84	4,51	0,27	6,00	5,7	2
1,00	1,87	8,20	0,67	8,21	5,7	2
1,00	1,89	1,71	0,06	3,26	9	3
1,00	2,14	6,74	0,28	4,14	5,7	1
1,00	2,15	1,65	0,09	5,44	5,7	1
1,00	2,20	7,50	0,19	2,55	9	1
1,00	2,32	11,67	0,33	2,84	5,7	1
1,00	3,28	109,59	2,03	1,86	9	1
1,00	4,02	83,73	1,65	1,97	9	1
1,00	4,77	26,75	0,38	1,42	9	1
1,00	6,92	71,58	8,17	11,42	9	1

Apêndice F - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Componentes de Corpo Vazio em %

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
1,00	2,69	50,30	0,31	0,61	25	1
0,99	1,10	36,91	0,25	0,66	9	4
1,00	1,51	48,38	0,36	0,75	9	3
1,00	6,54	63,18	0,58	0,92	25	1
0,38	0,64	51,37	0,48	0,93	4	9
1,00	42,50	101,37	0,95	0,94	9	1
0,43	0,26	35,85	0,35	0,96	25	59
0,17	0,32	51,26	0,52	1,01	6	40
0,91	0,87	38,34	0,40	1,04	5,7	4
1,00	41,06	25,47	0,27	1,06	9	1
0,98	1,00	2,64	0,03	1,14	9	5
0,85	0,75	3,05	0,04	1,31	9	8
0,07	0,19	37,47	0,50	1,33	4	91
0,69	0,64	48,53	0,70	1,44	5,7	7
0,60	0,55	12,33	0,19	1,54	9	14
1,00	1,23	15,20	0,23	1,54	5,7	3
1,00	3,39	13,85	0,22	1,55	25	1
0,27	0,33	1,77	0,03	1,69	9	36
1,00	2,36	2,23	0,04	1,80	5,7	1
0,09	0,19	51,16	0,93	1,82	5	75

Apêndice F - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,32	0,38	2,05	0,04	1,96	9	29
0,26	0,40	37,18	0,76	2,05	6	21
1,00	1,40	4,82	0,10	2,13	5,7	2
0,51	0,50	0,47	0,01	2,15	9	17
0,15	0,48	50,86	1,11	2,18	3	18
0,40	0,43	51,88	1,15	2,22	8	19
0,95	0,90	8,36	0,19	2,27	9	6
0,73	0,75	50,33	1,17	2,33	6	7
0,22	0,26	18,15	0,43	2,39	5,7	38
0,13	0,29	35,85	0,86	2,39	5	47
0,25	0,89	46,63	1,12	2,40	2	5
0,51	0,50	0,41	0,01	2,47	9	17
1,00	1,30	3,38	0,08	2,51	9	4
0,13	0,27	37,69	0,97	2,57	6	56
0,93	0,86	1,33	0,03	2,62	9	6
1,00	1,19	3,90	0,10	2,69	9	4
0,06	0,25	37,73	1,02	2,70	2	43
0,95	1,15	1,28	0,03	2,71	6	4
0,37	0,40	63,82	1,74	2,72	5,7	17
0,57	0,55	12,98	0,37	2,82	5,7	9
0,88	1,08	24,13	0,68	2,82	4	3
1,00	1,12	19,02	0,54	2,84	25	4
0,74	0,11	49,53	1,45	2,92	NA	257
0,94	0,89	1,53	0,04	2,93	9	6
1,00	1,50	1,03	0,03	2,93	9	3
1,00	1,58	1,19	0,03	2,94	9	3
0,80	0,70	9,66	0,28	2,95	9	9
0,17	0,05	37,63	1,11	2,96	NA	1502
1,00	2,17	2,10	0,06	3,00	5,7	1
0,13	0,34	65,03	1,96	3,01	4	29
1,00	1,50	3,64	0,11	3,01	5,7	3
0,15	0,37	11,13	0,34	3,05	4	25
0,76	0,67	0,25	0,01	3,06	9	10
0,26	0,47	48,20	1,48	3,08	5	19
0,06	0,10	36,95	1,17	3,17	5	301
0,81	0,71	0,22	0,01	3,26	9	9
0,09	0,15	50,81	1,67	3,28	8	141
0,05	0,02	36,99	1,25	3,37	3	9756
0,17	0,26	65,52	2,39	3,65	8	50
0,71	0,88	62,13	2,27	3,66	4	5
0,09	0,30	15,95	0,59	3,72	3	46
0,51	0,50	0,27	0,01	3,77	9	17
1,00	1,50	0,27	0,01	3,79	9	3
0,15	0,27	36,76	1,41	3,83	6	39

Apêndice F - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,20	0,53	63,78	2,46	3,86	3	11
0,08	0,14	37,47	1,47	3,92	8	174
0,29	0,75	13,75	0,55	3,98	3	8
0,07	0,14	19,88	0,80	4,03	4	132
0,22	0,37	5,84	0,24	4,04	5,7	24
0,64	0,60	11,01	0,47	4,24	5,7	8
0,98	1,00	0,23	0,01	4,36	9	5
0,98	1,00	0,23	0,01	4,36	9	5
0,37	0,58	66,60	2,91	4,37	5	13
1,00	1,96	1,40	0,06	4,50	5,7	1
0,08	0,19	51,37	2,33	4,53	4	64
0,06	0,01	66,27	3,08	4,65	NA	16488
0,46	0,51	62,08	2,90	4,67	6	11
0,13	0,30	37,48	1,79	4,77	4	27
0,47	1,01	63,36	3,05	4,82	3	5
0,30	0,57	15,33	0,74	4,83	4	11
0,50	0,49	36,47	1,81	4,97	8	14
0,10	0,20	62,23	3,19	5,12	6	97
0,57	0,76	14,70	0,76	5,19	4	6
0,42	1,22	15,65	0,82	5,26	2	3
0,48	0,86	12,87	0,69	5,40	3	5
0,40	0,53	0,42	0,02	5,52	5,7	13
0,34	0,39	3,15	0,18	5,72	9	27
1,00	2,18	0,52	0,03	5,73	5,7	1
0,13	0,20	0,44	0,03	5,76	9	100
0,45	0,55	63,31	3,68	5,82	6	12
0,51	0,50	1,03	0,06	5,83	9	17
0,32	0,37	2,74	0,16	5,85	9	29
0,51	0,50	1,20	0,07	5,86	9	17
0,73	0,65	1,45	0,08	5,88	9	10
0,39	0,42	3,61	0,21	5,90	8	19
0,25	0,60	15,11	0,90	5,93	3	9
0,83	0,73	1,26	0,07	5,97	9	8
0,05	0,09	1,82	0,11	6,12	3	488
0,07	0,13	60,83	3,77	6,20	5	152
0,75	0,95	15,95	1,00	6,25	5	5
0,63	0,62	14,15	0,91	6,41	6	8
0,51	0,50	2,79	0,18	6,47	9	17
0,25	0,67	3,32	0,22	6,50	3	10
0,43	0,95	3,85	0,25	6,55	3	5
0,86	0,73	2,30	0,15	6,56	8	7
0,19	0,34	1,21	0,08	6,59	5,7	28
0,69	0,61	11,30	0,75	6,61	8	10
0,23	0,65	9,89	0,65	6,62	3	10

Apêndice F - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,09	0,31	2,12	0,14	6,83	3	41
0,63	1,24	12,40	0,85	6,89	3	4
0,79	0,83	0,24	0,02	6,91	5,7	6
0,38	0,89	8,54	0,59	6,94	3	6
0,06	0,07	1,77	0,12	6,96	8	732
0,42	0,44	2,43	0,17	7,03	9	21
0,09	0,16	1,45	0,10	7,19	8	122
0,12	0,21	1,44	0,10	7,21	8	75
0,17	0,48	48,65	3,56	7,31	3	13
0,08	0,18	65,33	4,79	7,33	4	72
0,14	0,29	12,14	0,89	7,33	5	33
1,00	1,08	12,71	0,94	7,37	8	4
0,17	0,32	2,25	0,17	7,72	6	40
0,93	0,86	0,45	0,03	7,74	9	6
0,11	0,27	65,27	5,22	8,00	4	39
0,20	0,29	13,98	1,13	8,06	8	41
0,86	0,73	0,21	0,02	8,23	8	7
0,95	1,04	12,48	1,04	8,30	6	4
0,10	0,18	0,32	0,03	8,36	8	102
0,08	0,17	9,49	0,80	8,40	6	138
0,19	0,56	6,24	0,53	8,46	3	14
0,48	0,47	3,64	0,31	8,47	8	15
0,09	0,18	3,57	0,31	8,75	6	127
0,30	0,28	61,41	5,39	8,78	8	34
0,82	0,72	0,40	0,03	8,82	9	9
0,10	0,20	3,92	0,35	8,84	6	97
0,36	0,59	6,05	0,54	8,96	4	9
1,00	1,33	2,63	0,24	8,96	5,7	3
0,05	0,06	11,15	1,00	9,01	6	1310
0,27	0,71	7,24	0,66	9,14	3	9
1,00	1,46	2,55	0,23	9,21	5,7	3
0,15	0,47	1,14	0,11	9,33	3	19
1,00	1,44	0,45	0,04	9,53	5,7	2
0,80	0,85	1,80	0,17	9,57	5,7	6
0,62	0,61	13,34	1,29	9,66	6	8
0,26	0,69	0,15	0,01	9,70	3	9
0,24	0,66	1,33	0,13	9,75	3	10
0,12	0,41	0,13	0,01	9,77	3	24
0,65	0,61	1,32	0,13	9,77	5,7	8
0,06	0,07	0,71	0,07	9,83	6	755
0,26	0,34	6,09	0,61	10,04	8	29
0,86	0,13	12,80	1,29	10,06	NA	196
0,07	0,15	16,35	1,65	10,09	5	172
0,16	0,31	14,37	1,46	10,14	5	29

Apêndice F - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,61	0,55	14,95	1,53	10,25	8	12
1,00	1,46	1,42	0,15	10,37	5,7	3
0,05	0,04	1,32	0,14	10,54	6	3015
0,17	0,32	1,65	0,17	10,54	6	40
0,31	0,78	0,35	0,04	11,00	3	8
0,15	0,34	15,77	1,75	11,08	4	22
0,05	0,04	1,25	0,14	11,13	6	3015
0,89	0,83	0,09	0,01	11,20	5,7	5
0,45	0,98	0,41	0,05	11,37	3	5
0,61	0,72	0,31	0,03	11,43	6	9
0,20	0,42	14,61	1,68	11,53	4	16
0,11	0,36	1,44	0,17	11,61	3	31
0,42	0,54	0,37	0,04	11,62	5,7	12
0,07	0,21	1,24	0,15	11,74	3	93
0,10	0,20	14,93	1,77	11,85	6	80
0,07	0,13	63,66	7,56	11,88	6	134
0,52	0,09	19,27	2,31	11,96	NA	416
0,12	0,20	9,02	1,09	12,08	8	82
0,07	0,15	10,93	1,34	12,27	4	107
0,17	0,53	1,98	0,25	12,38	3	15
0,13	0,24	2,14	0,27	12,79	6	42
0,87	0,81	0,83	0,11	13,68	5,7	5
0,05	0,01	5,31	0,73	13,71	6	83073
0,22	0,62	2,31	0,32	13,74	3	11
0,10	0,19	3,50	0,49	14,11	6	71
0,91	1,82	5,22	0,74	14,28	3	3
0,05	0,07	15,16	2,18	14,41	3	833
0,05	0,05	1,44	0,21	14,43	6	1696
0,91	0,79	2,53	0,37	14,69	8	6
0,92	1,86	4,52	0,67	14,88	3	3
0,16	0,27	0,36	0,05	15,15	6	34
0,51	0,50	0,07	0,01	15,48	9	17
0,08	0,14	1,75	0,27	15,66	6	122
0,06	0,18	3,26	0,52	15,88	3	117
0,99	0,99	0,62	0,10	15,94	8	4
0,08	0,28	2,81	0,45	16,14	3	52
0,38	0,44	0,33	0,06	16,48	6	13
0,07	0,21	2,93	0,48	16,50	3	93
0,67	0,59	1,44	0,24	16,78	8	10
0,12	0,25	14,62	2,46	16,86	6	64
0,09	0,29	3,40	0,58	17,06	3	47
0,07	0,14	0,20	0,03	17,78	6	190
0,15	0,26	3,38	0,60	17,87	6	36
0,51	0,50	0,06	0,01	18,33	9	17

Apêndice F - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,20	0,58	0,46	0,09	18,60	3	13
0,15	0,47	0,40	0,07	18,89	3	19
0,06	0,08	0,30	0,06	18,95	8	479
0,68	0,78	0,37	0,07	19,42	6	8
0,06	0,08	5,03	0,99	19,60	6	428
0,07	0,12	13,94	2,74	19,66	6	158
0,10	0,20	1,92	0,38	19,93	6	103
0,28	0,35	2,24	0,47	20,85	8	27
0,90	0,86	0,50	0,11	21,24	5,7	4
0,22	0,62	0,75	0,16	21,46	3	11
0,26	0,69	0,87	0,19	21,56	3	9
0,09	0,29	0,57	0,12	21,76	3	49
0,88	0,76	1,16	0,25	21,78	8	7
0,09	0,15	0,15	0,03	22,09	8	153
0,06	0,13	0,66	0,15	22,98	3	227
0,10	0,19	1,42	0,33	23,15	6	71
0,37	0,41	0,34	0,08	23,70	8	20
0,20	0,31	1,06	0,28	26,12	6	26
0,06	0,09	0,21	0,05	26,60	6	300
0,09	0,17	2,00	0,55	27,42	6	81
0,10	0,19	8,99	2,58	28,72	6	66
0,08	0,16	1,90	0,55	28,95	6	94
0,98	0,98	0,30	0,09	29,47	8	5
1,00	1,57	0,23	0,07	29,47	5,7	3
0,14	0,25	0,71	0,22	31,23	6	39
0,19	0,30	2,92	0,94	32,14	6	28
0,22	0,30	0,05	0,02	33,25	8	36
0,19	0,30	1,82	0,61	33,52	6	28
0,17	0,28	1,08	0,39	35,86	6	32
0,17	0,32	0,39	0,14	36,49	6	39
0,24	0,32	0,04	0,01	39,63	8	32
0,12	0,22	0,69	0,28	39,75	6	51
0,20	0,31	1,57	0,67	42,58	6	27
0,06	0,07	0,61	0,27	44,79	6	478
0,12	0,22	0,23	0,17	NA	6	48
0,07	0,14	0,05	0,04	NA	6	194
0,10	0,22	0,73	3,14	NA	6	85

Apêndice G - Poder do teste, tamanho do efeito (f), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste ($r80\%$) para variáveis da categoria Relação

Poder	f	Média	Desvio	CV%	ru	$r80\%$
0,60	0,56	0,87	0,01	1,04	9	14
1,00	2,98	3,01	0,05	1,51	9	1
1,00	2,58	3,48	0,06	1,73	9	1
0,97	1,01	4,20	0,10	2,38	5,7	3
1,00	1,41	5,47	0,17	3,12	9	3
1,00	8,02	4,10	0,13	3,19	25	1
0,96	1,15	4,15	0,16	3,90	4	3
1,00	0,89	3,38	0,13	3,97	25	6
0,29	0,56	5,58	0,28	5,02	4	11
0,20	0,44	4,28	0,26	6,07	4	17
0,60	0,79	5,85	0,37	6,36	4	6
0,08	0,19	4,24	0,28	6,53	4	81
0,21	0,54	5,69	0,45	7,87	3	10
0,39	0,47	4,40	0,35	7,92	6	13
0,20	0,44	3,35	0,28	8,37	4	18
0,47	0,52	6,13	0,52	8,52	6	11
0,12	0,25	4,27	0,41	9,67	5	44
0,06	0,15	2,99	0,31	10,42	3	120
0,08	0,23	4,26	0,45	10,52	3	52
0,05	0,08	2,14	0,24	11,33	3	459
0,12	0,25	4,28	0,49	11,34	6	65
0,16	0,31	6,06	0,70	11,57	5	29
0,14	0,26	5,74	0,67	11,74	6	47
0,58	0,53	4,44	0,52	11,74	8	12
0,15	0,29	4,23	0,51	11,98	6	39
0,16	0,35	5,37	0,72	13,36	4	21
0,06	0,14	5,69	0,76	13,45	3	209
0,24	0,47	5,97	0,80	13,45	4	13
0,51	0,49	5,81	0,80	13,81	8	14
0,64	0,10	3,49	0,49	13,96	NA	323
0,07	0,23	4,24	0,60	14,11	3	78
0,32	0,69	3,08	0,45	14,68	3	7
0,73	0,90	2,74	0,41	14,98	4	4
0,62	1,22	3,05	0,49	15,96	3	4
0,15	0,24	3,39	0,57	16,75	8	58
0,17	0,38	4,55	0,78	17,22	4	20
0,14	0,27	5,92	1,04	17,59	6	55
0,56	0,52	4,17	0,84	20,20	8	13
0,08	0,15	4,56	0,93	20,44	6	114
0,83	0,71	5,84	1,20	20,54	8	8
0,07	0,14	2,49	0,54	21,63	5	134

Apêndice G - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,07	0,13	6,24	1,37	21,96	6	148
0,11	0,22	2,76	0,80	29,04	6	83
0,21	0,05	4,46	1,43	32,08	NA	1184
0,07	0,12	2,78	1,26	NA	6	177

Apêndice H - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Quebra

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,05	0,02	19,60	3,27	16,66	3	11624
0,14	0,04	7,78	2,80	36,00	NA	1926
0,40	0,08	29,83	3,46	11,61	NA	569
0,06	0,08	25,94	5,34	20,59	4	412
0,06	0,10	7,79	3,51	45,08	6	242
0,06	0,11	2,84	2,28	NA	3	237
0,06	0,11	10,73	1,57	14,62	3	335
0,06	0,12	1,55	0,40	26,11	5	258
0,09	0,14	8,03	0,50	6,17	9	197
0,09	0,17	29,81	8,57	28,73	6	81
0,10	0,24	24,30	4,17	17,15	5	69
0,09	0,24	8,48	0,96	11,33	4	55
0,10	0,27	2,58	0,32	12,40	4	47
0,13	0,28	2,25	1,02	45,24	5	36
0,14	0,33	3,87	1,03	26,76	4	25
0,13	0,34	24,13	2,58	10,71	4	29
0,22	0,36	23,94	6,18	25,83	6	26
0,23	0,37	11,13	3,08	27,64	6	24
0,17	0,38	11,70	1,80	15,37	4	20
0,33	0,38	31,39	0,66	2,12	9	28
0,22	0,39	2,49	2,27	NA	5	19
0,19	0,41	24,97	4,05	16,24	4	17
0,28	0,44	15,89	5,62	35,34	5	15
0,43	0,45	9,77	1,61	16,52	8	17
0,43	0,45	21,96	4,89	22,26	8	17
0,26	0,46	2,94	0,84	28,46	4	12
0,38	0,46	10,49	1,49	14,21	6	14
0,38	0,47	22,67	4,30	18,96	6	14
0,53	0,51	2,20	0,23	10,24	8	14
0,29	0,52	9,31	2,43	26,07	4	11
0,30	0,53	2,19	0,32	14,69	4	11
0,62	0,56	24,96	4,91	19,69	8	11
0,21	0,61	3,27	0,67	20,53	3	12

Apêndice H - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,58	0,66	17,15	1,44	8,40	5,7	8
1,00	0,69	4,95	0,51	10,27	NA	9
0,78	0,69	2,25	0,35	15,58	6	6
0,66	0,76	25,68	3,69	14,38	6	8
0,97	1,01	2,46	0,32	12,83	5,7	3
1,00	1,22	10,46	1,66	15,87	8	3
0,99	1,23	8,78	1,15	13,11	5,7	3
1,00	1,31	2,58	0,17	6,62	8	3
0,89	1,37	6,80	0,90	13,19	3	3
1,00	1,62	2,08	0,04	1,93	9	3
1,00	1,86	31,33	0,69	2,19	NA	3
1,00	1,94	6,30	0,72	11,47	5	1
1,00	2,10	2,17	0,33	15,27	NA	1
1,00	2,63	22,63	1,31	5,77	3	1
1,00	6,45	5,71	0,52	9,09	6	1
1,00	26,06	1,64	0,01	0,63	2	1
1,00	63,27	11,36	0,02	0,18	4	1
1,00	0,00	17,96	0,02	0,11	4	1

Apêndice I - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Gordura

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,05	0,06	60,48	35,64	58,93	6	785
0,06	0,06	1,41	2,97	NA	6	959
0,47	0,08	18,27	2,95	16,13	NA	475
0,06	0,10	0,37	0,47	NA	6	434
0,06	0,10	23,04	8,34	36,18	6	228
0,07	0,11	24,25	0,65	2,68	9	339
0,07	0,14	60,24	15,40	25,57	6	189
0,09	0,14	27,94	0,59	2,11	9	190
0,08	0,20	45,85	10,28	22,42	4	63
0,09	0,21	25,19	4,38	17,37	5	64
0,09	0,24	46,55	8,78	18,86	4	50
0,18	0,26	10,13	0,86	8,54	9	59
0,19	0,28	48,34	8,00	16,55	8	41
0,20	0,29	19,94	3,02	15,16	8	40
0,11	0,29	20,63	3,63	17,59	4	34
0,12	0,29	19,08	2,78	14,60	4	29
0,27	0,34	11,20	0,58	5,19	9	36
1,00	0,34	43,70	8,92	20,42	NA	29
0,27	0,34	3,75	0,24	6,28	9	35

Apêndice I - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,19	0,34	23,51	4,13	17,57	6	35
0,31	0,37	4,31	0,25	5,69	9	30
0,34	0,39	8,56	0,36	4,21	9	27
0,36	0,39	21,24	1,69	7,97	5,7	18
0,21	0,41	17,05	3,53	20,69	5	24
0,18	0,42	19,87	1,38	6,95	4	20
0,40	0,43	1,31	0,14	10,74	9	23
0,42	0,44	42,55	4,16	9,77	5,7	14
0,42	0,44	2,43	0,17	7,03	9	21
0,46	0,47	1,50	0,16	10,76	9	19
0,51	0,50	2,79	0,18	6,47	9	17
0,56	0,52	2,34	0,52	22,09	8	13
0,59	0,54	22,33	4,18	18,72	6	10
0,30	0,56	43,70	3,15	7,20	4	11
0,58	0,59	24,26	3,02	12,45	6	9
0,85	0,75	2,06	0,22	10,74	9	8
0,91	0,80	1,31	0,35	26,92	8	6
0,43	0,81	21,41	2,25	10,52	3	5
0,91	0,82	0,24	0,03	12,91	9	7
0,92	0,85	0,60	0,04	5,89	9	7
0,94	0,87	0,70	0,04	5,77	9	6
0,95	0,91	5,50	0,58	10,52	9	6
0,40	0,91	50,83	7,97	15,67	3	6
0,97	0,92	6,35	1,07	16,90	8	5
0,96	0,92	15,89	1,24	7,81	9	6
0,96	0,92	0,83	0,08	9,15	9	6
0,98	0,94	19,75	4,81	24,33	8	5
0,97	0,96	0,21	0,03	12,68	9	5
0,94	1,00	57,70	10,48	18,17	6	4
0,99	1,01	24,08	3,35	13,90	8	4
0,99	1,01	5,20	1,49	28,66	8	4
0,99	1,04	24,95	5,54	22,22	8	4
0,99	1,05	0,96	0,08	7,91	9	5
0,99	1,06	10,29	0,78	7,62	9	5
0,90	1,11	23,48	2,44	10,39	4	3
0,99	1,12	0,88	0,13	14,79	9	4
0,55	1,12	0,70	0,15	21,16	3	4
1,00	1,18	50,94	7,32	14,38	6	3
1,00	1,18	0,49	0,05	10,36	9	4
0,61	1,21	1,17	0,22	19,14	3	4
0,62	1,23	5,07	0,96	18,93	3	4
0,62	1,23	1,36	0,24	17,67	3	4
1,00	1,23	1,58	0,06	4,11	9	4
0,99	1,26	4,67	0,80	17,04	6	3

Apêndice I - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
1,00	1,29	65,70	12,81	19,50	8	3
0,66	1,29	2,34	0,55	23,40	3	4
1,00	1,29	31,47	1,60	5,09	9	4
0,70	1,35	8,80	2,10	23,82	3	3
1,00	1,36	0,57	0,06	9,79	9	3
0,98	1,36	56,40	5,55	9,84	4	3
0,72	1,38	2,03	0,47	23,16	3	3
1,00	1,39	1,82	0,06	3,57	9	3
1,00	1,39	3,54	0,34	9,57	9	3
1,00	1,52	19,75	3,95	20,02	6	3
0,79	1,52	21,69	2,04	9,39	3	3
1,00	1,60	2,55	0,16	6,38	9	3
0,85	1,65	2,71	0,44	16,09	3	3
0,88	1,73	0,72	0,10	14,42	3	3
0,90	1,80	0,63	0,09	14,65	3	3
1,00	1,82	55,57	1,52	2,74	9	3
1,00	2,11	102,40	2,59	2,53	9	1
1,00	6,34	16,57	0,50	2,99	NA	1
1,00	17,93	41,80	0,86	2,07	9	1

Apêndice J - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Métricas

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,05	0,01	23,90	1,54	6,46	6	93457
0,05	0,01	25,75	2,34	9,09	3	53753
0,05	0,05	59,73	5,78	9,67	3	1865
0,05	0,07	62,71	20,31	32,39	4	563
0,07	0,10	72,11	2,31	3,20	8	352
0,06	0,10	118,83	1,74	1,46	4	338
0,66	0,10	25,20	3,02	11,97	NA	307
0,06	0,10	27,18	2,93	10,80	4	259
0,06	0,11	40,70	2,76	6,78	4	283
0,06	0,12	200,56	32,82	16,36	3	204
0,06	0,12	72,75	10,11	13,90	4	172
0,06	0,13	26,52	9,32	35,14	4	154
0,07	0,13	65,60	2,36	3,59	5	243
0,86	0,13	3,13	1,57	50,25	NA	194
0,08	0,14	123,16	3,36	2,73	8	177
0,90	0,14	28,33	3,22	11,37	NA	172
0,06	0,15	40,19	2,05	5,09	3	172
0,07	0,17	125,95	3,15	2,50	4	95

Apêndice J - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,07	0,17	30,30	3,78	12,46	4	96
0,15	0,17	119,00	1,17	0,98	5,7	86
0,08	0,18	24,81	1,71	6,89	5	88
0,09	0,18	60,02	4,34	7,22	6	122
0,12	0,18	3,10	0,88	28,31	8	66
0,07	0,19	35,92	2,22	6,17	3	113
0,07	0,19	122,38	3,72	3,04	3	110
0,08	0,19	119,44	5,20	4,35	4	76
0,10	0,19	124,18	5,49	4,42	6	65
0,09	0,20	33,40	2,02	6,05	5	101
0,10	0,20	36,33	1,64	4,52	6	98
0,07	0,20	1,55	0,03	2,23	3	66
0,11	0,21	9,16	3,18	34,67	6	56
0,10	0,21	74,37	3,38	4,55	6	90
0,07	0,21	71,19	2,65	3,72	3	89
0,08	0,21	38,59	3,18	8,24	4	62
0,10	0,21	15,84	1,45	9,18	6	72
0,09	0,22	66,87	12,78	19,12	4	59
0,18	0,22	64,08	0,97	1,51	5,7	54
0,11	0,23	131,03	6,10	4,66	5	52
0,09	0,23	28,15	3,54	12,56	4	45
0,15	0,24	35,56	1,58	4,45	8	59
0,13	0,24	72,40	2,89	3,99	6	43
1,00	0,24	35,87	2,16	6,01	NA	57
1,00	0,24	40,60	2,24	5,51	NA	56
0,15	0,24	25,53	2,30	9,01	8	56
0,15	0,24	1,29	0,39	30,00	8	57
0,08	0,24	58,41	4,44	7,59	3	48
0,17	0,25	0,06	0,00	6,78	9	64
0,11	0,25	37,75	1,39	3,68	5	63
0,10	0,26	39,35	2,56	6,50	4	41
0,08	0,26	38,61	1,26	3,28	3	40
0,16	0,27	24,18	1,69	6,99	6	35
0,23	0,27	37,80	0,87	2,29	5,7	35
1,00	0,27	72,47	3,04	4,20	NA	44
0,20	0,28	60,95	2,36	3,88	9	52
0,11	0,28	25,30	1,00	3,95	4	41
0,14	0,28	123,10	6,25	5,08	6	50
0,12	0,28	42,75	5,78	13,51	4	31
0,17	0,29	21,02	2,53	12,02	6	30
0,09	0,29	1,73	0,03	2,00	3	34
0,12	0,29	69,09	4,10	5,94	4	33
0,20	0,29	41,46	2,33	5,61	8	39
1,00	0,29	67,00	8,41	12,56	NA	39

Apêndice J - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,12	0,30	43,70	2,08	4,76	4	32
0,24	0,30	1,24	0,06	5,03	8	31
0,13	0,30	36,62	3,94	10,76	4	27
0,15	0,30	62,80	10,08	16,06	5	31
0,13	0,31	1,79	0,61	33,85	4	29
0,13	0,32	64,47	6,99	10,84	4	28
0,26	0,32	1,01	0,02	2,38	8	28
0,16	0,32	36,33	2,15	5,91	5	28
0,12	0,32	71,37	0,78	1,09	4	32
0,13	0,32	4,00	1,07	26,73	4	27
0,07	0,33	28,58	2,60	9,11	2	26
0,26	0,34	36,88	1,87	5,06	8	30
0,27	0,34	9,30	0,59	6,39	9	36
0,13	0,34	26,53	1,24	4,67	4	29
0,24	0,34	5,02	1,31	26,06	6	22
0,24	0,34	55,04	7,46	13,56	6	21
0,11	0,34	34,19	1,16	3,39	3	24
0,29	0,36	23,92	1,59	6,65	8	26
0,15	0,36	58,27	3,78	6,49	4	25
0,16	0,37	31,50	3,93	12,47	4	21
0,17	0,38	70,45	3,23	4,58	4	20
0,32	0,38	61,90	5,24	8,47	8	24
0,13	0,40	23,21	1,11	4,78	3	18
0,32	0,40	40,92	1,37	3,35	6	16
0,34	0,41	1,92	0,42	21,86	6	15
0,25	0,41	42,41	1,81	4,28	6	24
0,41	0,42	25,40	1,99	7,84	6	16
0,53	0,42	2,00	0,75	37,62	8	15
0,26	0,42	73,18	2,53	3,46	5	16
0,40	0,43	54,12	1,80	3,33	5,7	15
0,27	0,43	24,21	3,47	14,32	5	16
0,17	0,43	204,83	14,22	6,94	3,7	18
1,00	0,45	122,93	4,49	3,66	NA	17
0,22	0,45	29,43	3,39	11,52	4	15
0,16	0,46	31,35	2,12	6,75	3	14
0,16	0,46	0,96	2,56	NA	3	14
0,10	0,46	68,05	6,34	9,32	2	14
0,25	0,46	67,50	13,81	20,46	5	19
0,17	0,47	0,18	0,03	19,12	3	13
0,39	0,47	59,67	7,14	11,96	6	13
0,48	0,47	136,46	2,89	2,12	8	15
0,22	0,48	35,07	1,00	2,85	4	15
0,17	0,48	1,34	0,02	1,30	3	13
0,27	0,48	25,35	2,18	8,58	5	18

Apêndice J - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,18	0,49	138,29	29,20	21,12	3	12
0,32	0,54	2,75	1,21	43,84	5	15
0,59	0,54	25,94	1,92	7,40	6	10
0,18	0,55	25,88	1,28	4,95	3	14
0,70	0,56	1,19	0,02	2,07	8	10
0,65	0,58	5,55	2,45	44,20	8	11
0,50	0,58	36,53	3,22	8,82	6	11
0,13	0,59	3,95	1,46	37,00	2	9
0,52	0,60	64,75	6,82	10,53	6	10
0,62	0,61	0,45	0,16	34,86	6	8
0,71	0,62	27,19	2,07	7,61	8	9
0,63	0,62	28,76	2,54	8,82	6	8
0,33	0,64	161,90	11,52	7,11	3,7	9
0,38	0,65	3,30	0,42	12,80	4	9
0,60	0,66	31,25	5,09	16,28	5	8
0,30	0,66	115,62	2,04	1,77	3	7
0,76	0,67	20,38	0,56	2,75	9	10
0,78	0,68	6,35	0,51	8,08	9	10
0,34	0,71	0,06	0,02	31,86	3	6
0,52	0,72	21,91	2,48	11,31	4	6
0,78	0,73	118,05	4,16	3,52	6	6
0,36	0,73	2,17	0,52	23,90	3	6
0,81	0,76	35,25	1,53	4,35	6	6
0,83	0,77	35,25	2,10	5,96	6	6
0,65	0,77	124,49	4,56	3,66	4	5
0,78	0,79	125,94	3,11	2,47	6	6
0,88	0,82	6,45	2,46	38,10	6	5
0,84	0,85	1,34	0,31	22,82	6	6
0,70	0,87	3,94	0,90	22,81	4	5
0,95	0,87	22,04	2,51	11,40	8	5
0,49	0,87	67,56	1,80	2,67	3	5
0,87	0,89	2,22	0,52	23,28	6	5
0,90	0,93	73,19	1,78	2,43	6	5
0,96	0,98	32,34	1,13	3,51	5,7	4
0,87	0,99	24,52	1,52	6,22	6	5
0,98	1,01	22,53	1,04	4,60	6	4
0,64	1,03	1,28	0,02	1,35	3	4
0,97	1,03	3,96	0,48	12,11	5,7	3
1,00	1,18	59,85	10,74	17,94	8	4
0,99	1,21	29,04	1,77	6,08	6	3
1,00	1,21	27,06	1,40	5,17	9	4
0,99	1,22	18,00	1,06	5,88	6	3
0,99	1,24	5,74	1,28	22,33	6	3
1,00	1,28	5,74	1,24	21,64	6	3

Apêndice J - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,94	1,29	129,70	5,14	3,96	5	4
1,00	1,34	66,24	0,95	1,43	9	3
1,00	1,36	50,16	3,08	6,14	6	3
1,00	1,38	23,07	0,86	3,74	5,7	2
1,00	1,57	16,63	0,63	3,76	9	3
1,00	1,59	66,03	1,96	2,97	6	2
1,00	1,83	30,80	1,29	4,20	6	2
1,00	1,97	124,11	1,04	0,83	9	1
1,00	2,02	25,98	0,39	1,48	25	1
1,00	2,40	59,41	2,41	4,05	25	1
1,00	2,46	131,61	1,00	0,76	25	1
1,00	2,63	36,95	0,36	0,98	9	1
1,00	2,64	4,76	0,58	12,21	3	1
1,00	2,71	2,05	0,24	11,89	3	1
1,00	2,82	6,74	0,37	5,47	5	1
1,00	2,93	32,70	0,36	1,09	25	1
1,00	3,00	26,83	0,74	2,77	25	1
1,00	3,14	3,69	0,68	18,55	25	1
1,00	3,26	113,10	0,95	0,84	9	1
1,00	3,60	122,40	0,81	0,66	9	1
1,00	4,49	40,13	0,30	0,74	25	1
1,00	4,78	69,03	0,46	0,66	25	1
1,00	4,78	1,35	0,05	3,38	4	1
1,00	77,50	40,25	0,01	0,02	5	1

Apêndice K - Poder do teste, tamanho do efeito (*f*), média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%), repetições por tratamento usadas (ru) e repetições por tratamento para 80% de poder do teste (r80%) para variáveis da categoria Comportamento

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,05	0,05	550,44	50,02	9,09	6	1749
0,12	0,08	0,13	0,01	10,14	12	530
0,06	0,09	297,83	51,21	17,19	4	410
0,06	0,10	15,17	4,02	26,53	4	297
0,07	0,13	35,80	8,59	23,99	6	238
0,07	0,13	6,68	0,60	9,00	6	222
0,07	0,14	11,52	0,47	4,08	6	206
0,07	0,16	29,72	3,03	10,18	4	164
0,08	0,17	8,07	0,39	4,89	6	145
0,07	0,17	492,40	48,41	9,83	4	115
0,09	0,19	412,82	67,95	16,46	6	113
0,09	0,19	12,51	0,37	2,94	6	109
0,08	0,19	54,70	3,70	6,77	4	88

Apêndice K - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
0,09	0,19	59,00	5,19	8,80	6	107
0,21	0,20	11,29	1,22	10,84	8	62
0,09	0,23	610,03	76,06	12,47	4	64
0,34	0,26	4,38	0,75	17,20	12	47
0,28	0,26	8,15	0,83	10,20	8	38
0,10	0,27	16,77	3,73	22,27	4	44
0,10	0,28	43,63	4,77	10,94	4	43
0,10	0,28	829,90	63,23	7,62	4	43
0,07	0,29	274,27	65,74	23,97	2	39
0,24	0,31	8,39	1,02	12,15	8	30
0,36	0,32	4,37	0,73	16,79	8	25
0,29	0,34	11,28	1,19	10,54	8	25
0,19	0,34	7,10	0,56	7,87	6	35
0,13	0,34	39,83	3,90	9,80	4	29
0,07	0,34	371,45	36,51	9,83	2	34
0,40	0,35	0,13	0,01	4,85	8	22
0,20	0,35	1,39	0,41	29,72	6	33
0,59	0,39	8,16	0,83	10,14	12	21
0,17	0,40	28,40	1,96	6,91	4	21
0,24	0,40	4,29	0,37	8,73	6	25
0,18	0,42	372,50	91,64	24,60	4	19
0,19	0,43	790,23	15,92	2,01	4	18
0,09	0,45	369,33	36,31	9,83	2	17
0,22	0,47	25,63	1,98	7,73	4	16
0,24	0,50	560,21	108,01	19,28	4	14
0,78	0,51	11,38	1,24	10,89	12	13
0,36	0,51	7,73	1,08	14,01	6	16
0,25	0,52	55,10	2,78	5,05	4	13
0,26	0,52	23445,00	3211,97	13,70	4	13
0,40	0,54	4,42	0,47	10,64	6	14
0,69	0,56	11,22	1,19	10,63	8	10
0,72	0,57	8,16	1,02	12,55	8	9
0,11	0,59	184,70	43,07	23,32	2	12
0,12	0,64	270,45	64,83	23,97	2	11
0,44	0,70	27,93	1,42	5,09	4	8
1,00	0,74	2,70	0,41	15,10	NA	8
0,53	0,79	591,87	63,33	10,70	4	6
0,47	0,80	6,95	2,07	29,80	4	7
0,54	0,80	447,03	25,05	5,60	4	6
0,16	0,80	45,45	1,43	3,15	2	7
0,55	0,81	409,76	67,45	16,46	4	6
0,56	0,82	0,99	0,02	2,02	4	6
0,75	0,85	43,39	4,75	10,94	6	7
0,52	0,90	187,13	36,31	19,40	3	4

Apêndice K - Continuação...

Poder	<i>f</i>	Média	Desvio	CV%	ru	r80%
1,00	1,05	2,93	0,52	17,60	NA	4
1,00	1,29	2,85	1,36	47,79	8	4
0,96	1,59	408,88	32,67	7,99	3	2
1,00	1,59	29,72	3,03	10,18	6	3
0,99	3,52	2,87	0,07	2,35	2	1
1,00	4,39	741,90	2,25	NA	12	1
1,00	8,15	216,00	2,62	1,21	8	1
1,00	10,69	199,50	0,98	NA	12	1
1,00	12,54	202,00	0,98	NA	8	1
1,00	13,41	519,00	2,01	NA	12	1
1,00	13,99	518,00	2,46	NA	8	1
1,00	15,67	740,00	2,80	NA	8	1
1,00	16,64	222,00	2,16	NA	12	1