

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**MARIZA VIEIRA**

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS INDICADORES NUTRICIONAIS DE  
MATÉRIA-PRIMA DE ORIGEM ANIMAL UTILIZADO NA  
FABRICAÇÃO DE INSUMOS**

**FRANCISCO BELTRÃO  
2019**

**MARIZA VIEIRA**

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS INDICADORES NUTRICIONAIS DE  
MATÉRIA-PRIMA DE ORIGEM ANIMAL UTILIZADO NA  
FABRICAÇÃO DE INSUMOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Produção da UTFPR-Universidade Tecnológica Federal do Paraná em exigência para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sheila Regina Oro

**FRANCISCO BELTRÃO  
2019**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização**

#### **ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS INDICADORES NUTRICIONAIS DE MATÉRIA-PRIMA DE ORIGEM ANIMAL UTILIZADO NA FABRICAÇÃO DE INSUMOS**

por

**MARIZA VIEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado às 13 horas e 30 minutos do dia 14 de dezembro de 2019, como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores que abaixo assinam este Termo. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho Aprovado.

---

**SHEILA REGINA ORO**

Professor(a) Orientador(a)

---

**NAIMARA VIEIRA DO PRADO**

Membro da Banca

---

**MAIQUEL SCHMIDT DE OLIVEIRA**

Membro da Banca

---

**Prof. Maiquiel Schmidt de Oliveira**

Responsável pela Coordenação do CEEP  
Curso de Especialização em Engenharia de Produção

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ORIGINAL (ASSINADA) ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO DO  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.**

**Aos meus pais Luis Vieira e Ceni Alves Garcia Vieira,  
as minhas irmãs Marizete Vieira, Miriam Vieira, Milena  
Vieira e Mariane Vieira, as minhas amigas Bruna  
Pereira, Jeane Carla de Oliveira, Elidiane Lorenzett e  
Patrícia Franzosi por toda a força, companheirismo e  
compreensão durante este trabalho.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me auxiliado em mais uma caminhada árdua, onde sempre busquei forças para seguir. Agradeço também a minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sheila Regina Oro, a qual me auxiliou prontamente sempre que necessário, me estimulando para a criação de novos conhecimentos, assim como a Instituição UTFPR, campus Francisco Beltrão, e a todos os envolvidos no projeto de especialização do curso que é a Engenharia de Produção.

Agradeço a todos os envolvidos da empresa estudada, que me auxiliaram para com o trabalho, em especial Angelo Moura e Vinicius Zanela, que foram essenciais para execução deste.

E o último agradecimento vai para o ser, que me inspira a cada dia, pela sua calma, tranquilidade e perspicácia, meu gato Garfield, que sempre estava ao meu lado em cada segundo da construção deste, me transmitindo calma e tranquilidade para raciocinar e manter o foco.

## RESUMO

Atualmente as indústrias de matérias-primas de insumos de origem animal agregam um grande valor comercial, a produção de Farinha de Vísceras é de extrema importância não só econômica quanto ambiental. Este trabalho tem como objetivos verificar por métodos estatísticos se pode ser agregado uma matéria-prima alternativa, que seria a Carne Macanicamente Separada juntamente com o Resíduos do setor de Cortes, para a produção de Farinha de Vísceras Low Ash. A metodologia consiste em análise de dados laboratoriais das amostras coletadas, para verificação de similaridade dos resultados centesimais. Através das análises, podemos identificar diferença estatística para com os resultados de matéria mineral (cinzas), que é a variável decisiva de qualidade para com esse produto.

**Palavras-Chave:** ANOVA, Análise de Regressão, Farinha de Vísceras.

## ABSTRACT

Currently the raw material industries of animal inputs add a great commercial value, the production of viscera flour is of extreme economic and environmental importance. This work aims to verify by statistical methods whether an alternative raw material, which would be Mechanically Separated Meat together with the Waste of the cuts sector, can be added to produce Low Ash Viscera Flour. The methodology consists of laboratory data analysis of the collected samples, to verify the similarity of the centesimal results. Through the analyzes, we can identify statistical difference with the results of mineral matter (ashes), which is the decisive quality variable with this product.

**Key words:** ANOVA, Regression Analysis, Poultry viscera flour.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados ANOVA de Umidade de Matérias-Primas	32
Tabela 2 – Resultados ANOVA de Proteína Bruta de Matérias-Primas	33
Tabela 3 – Resultados ANOVA de Lipídios de Matérias-Primas	34
Tabela 4 – Resultados ANOVA de Matéria Mineral de Matérias-Primas	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processamento de Aves e Destinação para Fábrica de Subprodutos	21
Figura 2 - Dados típicos para uma Análise de Variância de um fator	25
Figura 3 - Exemplos Correlação	28

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados de Umidade de Matérias-Primas	31
Quadro 2 – Resultados de Proteína Bruta de Matérias-Primas	32
Quadro 3 – Resultados de Lipídios de Matérias-Primas	34
Quadro 4 – Resultados de Matéria Mineral de Matérias-Primas	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Diferença entre os resultados de Matérias-Primas	36
Gráfico 2 – Diferença entre os resultados de Matérias-Primas	37
Gráfico 3 – Teste Tukey de Matéria Mineral	37
Gráfico 4 – Regressão Linear de Umidade	38
Gráfico 5 – Regressão Quadrática de Umidade	39
Gráfico 6 – Regressão Linear de Proteína Bruta	40
Gráfico 7– Regressão Quadrática de Proteína Bruta	40
Gráfico 8 – Regressão Linear de Lipídios	41
Gráfico 9 – Regressão Quadrática de Lipídios	42
Gráfico 10 – Regressão Linear de Matéria Mineral	43
Gráfico 11 – Regressão Quadrática de Matéria Mineral	43

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Tabela parcial do valor de  $q$  para o nível de significância de 5% 49

## LISTAS DE ABREVIATURAS

ABRA	Associação Brasileira de Reciclagem Animal
ANFAL	Associação Nacional de Fabricantes de Alimentos pa Animais
ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
CMS	Carne Mecanicamente Separada
CMSR	Carne Mecanicamente Separada com Resíduo
DA	Dependências Anexas
GLM	Modelo Linear Generalizado
HSD	Honestly Significant Difference
IN	Inscrição Normativa
MAPA	Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária
MQ	Médias Quadrática
MQE	Médias Quadrática Ponderada
SINDIRAÇÕES	Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal
SDQ	Soma de Quadrados Devida ao Tratamento
SQT	Soma de Quadrados Total
SQE	Soma de Quadrados dos Erros
TCCE	Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização
UBPNC	Unidades de Beneficiamento de Produtos Não Comestíveis
WSD	Wholly Significant Difference

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>20</b>
3.1	FABRICAÇÃO DE INSUMOS DE ORIGEM ANIMAL	20
3.2	QUALIDADE NUTRICIONAL DA FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES	22
3.3	ANÁLISE DE DADOS QUANTITATIVOS	23
3.3.1	Análise ANOVA	24
3.3.2	Teste TUKEY	26
3.3.3	Análise de Regressão	26
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>31</b>
5.1	ANÁLISE DE UMIDADE	31
5.2	ANÁLISE DE PROTEÍNA	32
5.3	ANÁLISE DE LIPÍDIOS	34
5.4	ANÁLISE DE MATÉRIA MINERAL	35
5.5	ANÁLISES DE REGRESSÃO DE UMIDADE	38
5.6	ANÁLISES DE REGRESSÃO PROTEÍNA BRUTA	39
5.7	ANÁLISES DE REGRESSÃO LIPÍDIOS	41
5.8	ANÁLISES DE REGRESSÃO MATÉRIA MINERAL	42
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente as indústrias de matérias-primas de insumos de origem animal agregam grande valor comercial. O que antigamente era considerado uma graxaria ou subprocesso, apenas para dar destino aos rejeitos não comestíveis de abatedouros, hoje é considerado uma indústria de matérias-primas para nutrição animal.

O estado do Paraná concentra a maior quantidade de indústrias de processamento de rejeitos de abatedouros do país, também chamadas de Dependências Anexas (DA) e Unidades de Beneficiamento de Produtos Não Comestíveis (UBPNC), onde consiste em 25 DAs e 23 UBPNs, totalizando 48 fábricas. Com isso, o Paraná é o segundo estado com maior exportação de farinha de vísceras e ossos nacional. O setor movimentou no ano de 2018 quase 8 Bilhões de Reais do Produto Interno Bruto (PIB) Brasileiro (ABRA, 2019).

Atualmente a Legislação que normatiza a atividade, é a Inscrição Normativa 34 (IN34) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2008), que estabelece que: farinha é um subproduto não comestível, resultante do processamento de resíduos animais, que atenda ao padrão de identidade e qualidade preestabelecido, nos aspectos higiênico-sanitários, tecnológicos e nutricionais; e óleo de aves é o produto gorduroso resultante deste, onde se encontra em estado líquido.

O processo estudado consiste basicamente em fritar em digestor contínuo as matérias-primas, sendo elas: cabeças, pés, vísceras, e descartes do abatedouro, para posterior extração do óleo com prensagem, redução das partículas com o auxílio de moinho e peneira e aplicação de antioxidante para conservação do produto final.

A utilização dessa matéria-prima tem vantagens como o custo reduzido para a fabricação de rações Pet e animais não ruminantes; o alto teor de nutrientes, sendo rico em aminoácidos; melhora a palatabilidade da ração, proporcionando um melhor sabor para a mesma; e é isenta de fatores alergênicos ou antinutricionais, proporcionando maior segurança alimentas aos consumidores finais.

A qualidade deste produto, assim como seu valor comercial é baseado em sua especificação nutricional, ou seja em sua composição centesimal, onde se quantifica os percentuais de umidade, proteína, gordura (também chamado de lipídios ou extrato etéreo) e material mineral (cinzas – ou a junção de todos os nutrientes

minerais, como: cálcio, fósforo, sódio, potássio), os ensaios laboratoriais das matérias-primas são indispensáveis para se verificar a possibilidade de aumento de produção.

A análise de variância ANOVA é utilizada neste, com o intuito de verificar o quão semelhantes são as amostras de matérias-primas, para avaliar a possibilidade de utilização de acrescentar resíduos de CMS e do setor de cortes para o processamento de Farinha de Vísceras Low Ash, não havendo alteração dos parâmetros centesimais.

E a análise de Regressão foi utilizada para estabelecer modelo de interação entre a qualidade nutricional das matérias-primas e os resultados centesimais do produto Farinha de Vísceras Low Ash.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar através do método ANOVA, se há semelhanças estatísticas entre a matéria-prima a possibilidade de utilização de uma matéria-prima alternativa não utilizada atualmente para a fabricação de farinha de vísceras Low Ash.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar dados laboratoriais de matérias-primas, para verificar a qualidade e a composição centesimal das mesmas;
- Ajustar um modelo para a estimação das composições centesimais da farinha em função das composições centesimais da matéria-prima;
- Comparar as propriedades nutricionais das matérias-primas alternativas com aquelas já utilizadas na produção de farinha de aves.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 FABRICAÇÃO DE INSUMOS DE ORIGEM ANIMAL

Segundo a ABRA (2012), o primeiro registro de reaproveitamento de resíduos animal, data de 1550 A.C., onde os Egípcios utilizavam recortes de açougue para a produção de sabão. O chamado “Papiro de Ebers”, era composto por óleos vegetais e gordura animal combinados com sais alcalinos para a sua formulação, e desde então vem aperfeiçoando as técnicas de reaproveitamento de resíduos animal e se ampliando a sua utilização.

O processamento de insumos de origem animal é basicamente a última etapa na cadeia produtiva de proteína animal, não só para abatedouro de aves, mas para todos os tipos de processamento de carne. A última etapa do processo é a fabricação de farinhas, antigamente também chamada de subproduto. O termo subproduto não é mais utilizado comercialmente até mesmo pelo grande valor comercial dos produtos obtidos.

Atualmente a busca por tecnologias para este setor industrial e reaproveitamento de resíduos cárneos, tem se tornado cada vez mais frequente, até mesmo pelo valor agregado. No mercado atual existem classificações das matérias-primas de origem animal, pelo seu valor nutricional, onde pode-se utilizar para a fabricação de rações de animais de companhia (PET), peixes e outros animais para produção alimentar.

Segundo a Instrução Normativa 34 (IN34) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2008), é permitido a utilização de cabeças, pés, vísceras, órgãos internos, partes anatômicas não comestíveis para a fabricação de farinha de vísceras de aves e óleo de aves, apenas não sendo permitido a utilização das penas e sangue para estes. Pode se observar na Figura 1, como ocorre a interação direta do abatedouro com a destinação final para a “Fábrica de Subproduto”.



Padronização de Matéria-Prima para Alimentação Animal, que foi o ponto de partida para os principais monitoramentos de qualidade e ensaios laboratoriais voltados para esse setor. Atualmente o SINDIRAÇÕES é a entidade maior predileção, no que diz respeito a qualidade e padronização em fabricação de rações e nutrição animal.

### 3.2 QUALIDADE NUTRICIONAL DA FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES

A Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), foi fundada em 1884, em Rockville, Maryland, e se tornou internacional em 1991. Segundo Helrich (1990), os principais objetivos da organização são obter, melhorar, desenvolver, testar e uniformizar, confiabilidade, com métodos analíticos precisos para alimentos, ração, fertilizantes, água, e qualquer outra substância que afete a segurança dos alimentos, prejuízo econômico ao consumidor ou qualidade ambiental.

Os desafios mais crescentes para as indústrias de *Pet Food*, tem sido a busca de ingredientes de melhor qualidade nutricional. Sendo que sua maior preocupação se inicia na escolha das matérias-primas. Onde, dentre os principais fatores que podem afetar a estabilidade oxidativa e qualidade nutricional de farinhas de vísceras de aves, estão: grau de oxidação e degradação do material cru e, conseqüentemente, o tempo entre o processo de abate e o início do processamento; os materiais componentes; tempo e temperatura de processamento; assim como a adição de conservantes e a variação da composição química.

Para Nascimento (2002), os conhecimentos a respeito da composição química e energética dos alimentos é de grande importância para a formulação de rações, principalmente para com os produtos de origem animal, que apresentam valores variados, devido ao processamento e ao tipo e à proporção dos constituintes das farinhas, onde os nutricionistas buscam a obtenção de máximo desempenho de forma econômica.

O ramo da ciência que estuda as concentrações de substâncias e até mesmo a composição centesimal de uma determinada amostra, é chamada de bromatologia. Para o caso da farinha de vísceras de aves, considera-se: umidade, proteína bruta, lipídios ou extrato etéreo e matéria mineral, que somados devem representar aproximadamente 100% da composição da amostra.

Geralmente os métodos utilizados pelos laboratórios bromatológicos para ensaios centesimais de farinha de vísceras de aves, são os oficiais da AOAC, onde na sua maioria são relativamente simples e precisos.

- Para ensaio de Umidade de Matérias-Primas de Origem de produtos cárneos geralmente utiliza-se o Método AOAC 950.46 (2016), que consistem em calcular a variação de massa de um determinado material em Estufa a 105°C, com peso constante, para mensurar o percentual de água ou voláteis presentes na mesma.

- Para o ensaio de Proteína Bruta existem diversos métodos, onde basicamente se calcula a concentração de proteína sobre a concentração de Nitrogênio. O Método Dumas AOAC 992.15 (2019), é basicamente o método de ensaio a combustão, com bases de arraste e filtração do Nitrogênio para conversão em Proteína Bruta.

- Para o ensaio de Lipídios ou Extrato Etéreo, geralmente utiliza-se o Método AOAC 991.36 (2016) Soxhlet Extraction, onde basicamente se extrai a gordura de um determinado material com algum tipo de solvente (geralmente utilizado Éter Etílico, Éter de Petróleo ou Hexano), e quantificando comparando a massa extraída com inicial da amostra.

- Para o ensaio de Matéria Mineral Fixa, Método AOAC 920.153 (2000), geralmente utiliza-se a incineração da amostra em Mufla em 550°C, para eliminação total de matéria orgânica, restando somente a matéria mineral.

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS QUANTITATIVOS

A análise de dados corresponde à determinado cenário ou conjunto de dados, coletados através de amostragem, para explicar teorias ou hipóteses levantadas por uma determinada pesquisa. Para Vieira (2011), estatística é a ciência que fornece os princípios e os métodos para a coleta, organização, resumo, análise e interpretação de dados. Contudo, a análise de dados não se baseia em apenas criar gráficos, e sim, interpretar a compilação de dados apresentada por estes.

Segundo Guimarães (2008), para as variáveis quantitativas, a representação gráfica é simples, basta computar as frequências ou frequências relativas das diversas classificações existentes e elaborar a seguir um gráfico conveniente. No

entanto, no que diz respeito a análises estatísticas e testes de hipóteses é um pouco mais complexo que isso.

Para Guimarães; Hirakata (2012), quando desejamos avaliar uma variável ao longo do tempo em apenas dois momentos, a opção de análise mais apropriada para variáveis com distribuição normal seria o Teste T para amostra emparelhadas. Ainda segundo os mesmos, quando a mensuração for feita quando se deseja comparar o comportamento da variável ao longo dos diferentes momentos entre dois grupos, ou ainda, quando existir alguma variável cujo efeito se quer ajustar a esta comparação, seria necessário que se realizasse uma análise de variâncias para medidas repetidas (ANOVA-MR), considerada um GLM (modelo linear generalizado).

Segundo Alves (2017), a hipótese é fruto do embasamento filosófico da ciência, sendo o conhecimento tido como verdadeiro até que se prove o contrário pelos fatos. Para Vieira (2011), sempre há duas hipóteses em uma pesquisa, onde a primeira hipótese é de nulidade, que afirma não existir diferença entre grupos de dados e a hipótese alternativa que, contradiz a primeira, e a partir disso se aplica o teste estatístico para decidir por uma das duas hipóteses. Os testes estatísticos fornecem o p-valor (valor de probabilidade) que permite decidir, com base nos dados, se há evidências suficientes para a rejeição da hipótese nula. Com isso, por convenção, se o p-valor é menor ou igual ao valor de significância adotado (em geral 5%), a hipótese da nulidade deve ser rejeitada, ou seja, se  $p\text{-valor} < 0,05$ , os resultados são estatisticamente significantes.

### 3.3.1 Análise ANOVA

A ANOVA, do inglês *Analysis Of Variance*, ou análise de variância, é uma técnica estatística que permite avaliar as hipóteses sobre as médias de uma certa população de dados. Esta, visa verificar se há diferença significativa entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente.

Ao aplicar o método ANOVA, para análise estatística amostral deve-se considerar o Fator que nada mais é que as características que diferem as populações amostrais. Segundo Farias; Damarqui (2017), quando estudada uma população amostral, a mesma é representada por uma variável quantitativa  $X$ , e categorizada por um fator  $k$  níveis, cujas informações básicas podem ser representadas conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Dados típicos para uma Análise de Variância de um fator

Tratamento		Amostra				Estatísticas amostrais		
1	$X_1 \sim (\mu_1; \sigma_1^2)$	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1n_1}$	$\bar{X}_1$	$S_1^2$	$n_1$
2	$X_2 \sim (\mu_2; \sigma_2^2)$	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2n_2}$	$\bar{X}_2$	$S_2^2$	$n_2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
$i$	$X_i \sim (\mu_i; \sigma_i^2)$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	...	$X_{in_i}$	$\bar{X}_i$	$S_i^2$	$n_i$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
$k$	$X_k \sim (\mu_k; \sigma_k^2)$	$X_{k1}$	$X_{k2}$	...	$X_{kn_k}$	$\bar{X}_k$	$S_k^2$	$n_k$

Fonte: Farias, Damarqui (2017).

Segundo Farias; Damarqui (2017), uma importante ferramenta para a verificação destas suposições é o gráfico de dispersão dos resíduos, que deve apresentar um aspecto aleatório, sem qualquer tipo de estrutura sistemática. No caso da ANOVA de um fator, o valor ajustado é simplesmente a média amostral do grupo. Para os autores, o modelo ANOVA se baseia em três suposições fundamentais:

1. Independência dos resíduos;
2. Normalidade dos resíduos;
3. Homogeneidade de variâncias dos resíduos;

Segundo Vieira (2006), a análise de variância trabalha com o teste das hipóteses, onde uma hipótese é nula ( $H_0$ ) quando a média de todas as populações não tem efeito, ou seja, nenhuma variação em média entre os grupos, sendo assim, constatado a igualdade entre as amostras. E a hipótese alternativa ( $H_1$ ), onde nem todas as médias populacionais são iguais, ou seja, se tem pelo menos uma média é diferente, e a partir disso deve-se aplicar outros tipos de testes para se verificar a igualdade amostral. Para Alves (2017), o valor- $p$  é uma quantificação da probabilidade ao rejeitar a probabilidade nula  $H_0$ , onde se o valor- $p$  for maior do que o nível de significância, conclui-se que o correto é rejeitar a hipótese de nula, e considerar a hipótese alternativa, para posteriores análises.

Dentro deste método existe, o teste estatístico F, que nada mais é que a razão entre duas variâncias, onde são uma medida de dispersão, ou seja, a discrepância em que um determinado ponto dos dados está dispenso em relação à sua média. Existem ainda as Médias Quadráticas (MQ ou MQE), que se trata da divisão de uma soma de quadrados pelo seu número de graus de liberdade. Onde, a média quadrática total nada mais é que a variância  $S^2_x$ , e a MQE é a média ponderada pelos graus de liberdade das variâncias dos  $k$  grupos. E ainda, quando o teste F não acusa diferença significativa entre as médias dos  $k$  tratamentos, não há

informação de qual ou dos quais são diferentes, onde só faz sentido se o teste F foi significativo (FARIAS; DAMARQUI, 2017).

### 3.3.2 Teste TUKEY

O teste de Tukey é considerado por muitos pesquisadores como a mais precisa e relativamente fácil de executar, onde se demonstra a diferença entre o módulo das médias e a diferença honestamente significativa (*honestly significant difference*) (HSD), para verificar a igualdade entre um grupo de dados.

Para a metodologia do teste Tukey, a diferença de mínima significância, em geral é indicada pela letra grega  $\Delta$  (lê-se delta). Segundo Vieira (2006), para obter o valor da diferença honestamente significativa ( $\Delta$  ou HSD) pelo teste de Tukey é preciso calcular:

$$1. \quad HSD = q_{k,gl,\alpha} \sqrt{\frac{QMR}{r}}$$

Nessa fórmula:  $q(k,gl,\alpha)$  é denominado amplitude estudentizada e é encontrado na tabela de amplitude estudentizada  $q$ , ao nível de significância  $\alpha$ , para  $k$  tratamentos e  $gl$  graus de liberdade do resíduo da ANOVA.

QMR é o quadrado médio do resíduo da análise de variância;

$r$  é o número de repetições de cada um dos grupos.

De acordo com Vieira (2006), com o teste, duas médias são estatisticamente diferentes ao nível de significância  $\alpha$  toda vez que o valor absoluto da diferença entre elas for igual ou maior do que a diferença honestamente significativa, ou seja, igual ou maior do que o valor HSD.

### 3.3.3 Análise de Regressão

Consiste em uma análise estatística com o objetivo verificar a existência de uma relação funcional entre uma ou mais variáveis dependentes. Obtendo uma equação que tenta explicar a variação da variável dependente pela variação do nível das variáveis independentes (VIEIRA, 2006).

Segundo Plain (2014), a regressão é uma técnica que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quadráticas para determinar um modelo matemático de forma que o efeito de uma possa ser previsto através de outra variável, onde em uma

análise experimental, o modelo matemático mais empregado para tentar explicar o efeito dos tratamentos na variável resposta é o modelo polinomial, que pode ser descrita como:

$$1. \quad Y = \beta_0 + \beta_1 X + \dots + \beta_p X^p$$

Os mais utilizados são classificados em:

a) Polinômio do 1º grau ou Regressão Linear:

$$2. \quad Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

b) Polinômio do 2º grau ou Regressão Quadrática:

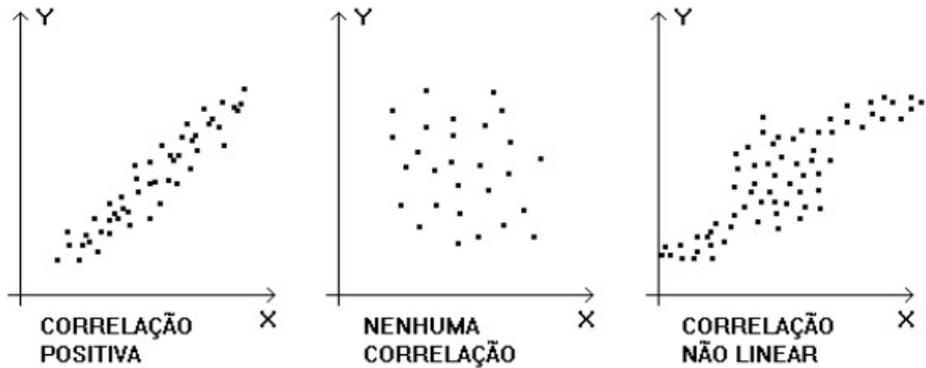
$$3. \quad Y = \beta_0 + \beta_1 X + \dots + \beta_2 X^2$$

Plain (2014), salienta ainda que para todos esses modelos estão envolvidos apenas as variáveis X e Y, e que em casos de experimentos, a variável independente (X), é uma variável não aleatória correspondente aos tratamentos e a variável dependente (Y) como sendo a variável aleatória.

Para Ribeiro; Caten (2000), os modelos de regressão linear são utilizados frequentemente para análises de dados provenientes de experimentos não planejados, porém são utilizadas também para experimentos planejados que incluem fatores a níveis contínuos. Onde para uma amostra de  $n$  pares de valores  $(x,y)$  o coeficiente de correlação  $r$  fornece uma medida da relação linear que existe entre duas variáveis aleatórias X e Y.

Toda regressão, possui uma correlação que pode ser de ordem positiva ou negativa, podemos observar na figura 5 como são graficamente as correlações entre X e Y.

Figura 3 – Exemplos Correlação



Fonte: Ribeiro; Caten (2010).

Existe ainda o valor de  $r$ , segundo Ribeiro; Caten (2000), é um valor sem dimensão, que apenas fornece representa a relação linear entre duas variáveis, podendo ser encontrada usualmente pela equação, onde  $S^2$  é a variância dos desvios em relação ao modelo e o  $S_y^2$  é a variância dos valores de Y:

$$4. \quad S^2 = \frac{n-1}{n-2} (1 - r^2) S_y^2$$

Para Ribeiro; Caten (2000),  $r^2$  equivale a proporção da variabilidade dos valores de Y que podem ser atribuída à regressão com a variável X. Ou seja, pode-se atribuir  $r^2$  como um coeficiente de determinação, em outras palavras quando  $r^2$  estiver mais próximo de 1, melhor a qualidade do modelo.

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa que realizaremos nesta, será o Hipotético-dedutivo de forma quantitativa, pois será construída hipóteses que serão testadas. As amostras de matéria-prima alternativa (Carne Mecanicamente Separada - CMS e resíduos do setor de cortes), onde sua junção chamaremos de CMSR, onde, faremos a avaliação através da ANOVA para verificar se são semelhante as amostras de vísceras utilizadas na formulação de Farinha de Vísceras Low Ash, podendo assim ser utilizada para a fabricação deste produto.

As amostras foram coletadas da seguinte maneira: 5 amostras vísceras, CMS mais Resíduos do setor de cortes e *Pool* (a junção das duas matérias-primas) de 500g cada, no período de agosto a outubro de 2019, sempre no 2º turno de produção com lotes semelhantes buscando sempre similaridade entre as amostras. A amostra de vísceras fora composta por intestino grosso, uma unidade de pé e uma cabeça de frango. Para a amostra de CMS mais Resíduos do setor de cortes (CMSR), 300g de resíduo de CMS, mais 100g de pele e mais uma unidade de sobrecoxa de aproximadamente 100g. Com relação, ao *Pool* (junção das duas matérias-primas), foram coletado exatamente as mesmas quantidades das demais amostras e juntado as duas. Após serem coletadas todas as amostras foram congeladas imediatamente. Obtendo um total de 15 amostras para realização de todos os ensaios laboratoriais, onde todas foram preparadas a uma temperatura de 5°C para preservação da umidade das mesmas, as amostras foram moídas em moedor de carne elétrico, e homogeneizadas integralmente e enviadas para o laboratório físico-químico da unidade produtora analisada.

Foram realizados ensaios de Umidade e Voláteis (Método AOAC 950.46), Determinação de Proteína Bruta Método Dumas (Método AOAC 992.15), Determinação de Lipídios (Método AOAC 991.36) e Determinação de Resíduos Minerais Fixos (Método AOAC 920.153).

Primeiramente, testou-se a hipótese nula de igualdade dos efeitos das matérias-primas, isto é,  $H_0 = V = CMSR = Pool$ , por meio da aplicação da ANOVA. Posteriormente, o teste Tukey foi utilizado para verificar quais amostras apresentaram resultados distintos para os ensaios laboratoriais de Umidade, Proteína Bruta, Lipídeo e Matéria Mineral, quando não aceitado a hipótese nula.

Por fim, foram realizadas as análises de regressão por modelos lineares e quadráticos, para verificar qual o melhor modelo para descrever os resultados centesimais do produto acabado (farinha de vísceras) em função da matéria-prima utilizada (vísceras).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados que serão apresentados a seguir, foram obtidos através dos ensaios centesimais das amostras de vísceras, CMSR, e Pool, ensaiadas em laboratório físico-químico da unidade estudada.

### 5.1 ANÁLISE DE UMIDADE

Primeiramente analisar-se-á todos os resultados das variáveis separadamente, para o ensaio de umidade, via estufa a 105°C, das amostras de matérias-primas obtivemos os seguintes valores:

Quadro 1 – Resultados de Umidade de Matérias-Primas

Amostra	Vísceras	CMSR	Pool
1	72,09	70,69	72,27
2	72,03	72,80	70,68
3	74,93	71,58	74,71
4	70,75	64,94	68,13
5	75,97	73,61	69,67
Média	73,15	70,73	71,09
Desvio Padrão	2,19	3,42	2,52
CV	3%	5%	4%

Fonte: Aatoria Própria (2019).

Se avaliarmos superficialmente os valores da Tabela 1, podemos constatar que a média das umidades da matéria-prima vísceras é maior que a média da matéria-prima CMSR. No entanto, se for feita a média entre elas, obtemos um valor de 71,94%, que é menos de 1% de diferença com relação ao resultado médio do Pool, nos mostrando que estatisticamente o Pool é semelhante a junção das duas de fato, e que pode ser um parâmetro para análises posteriores.

Podemos observar também que o Coeficiente de Variação (CV), obtidos pelas médias das matérias-primas para com os ensaios de umidade foram < 10%, o que nos demonstra baixa variabilidade dos resultados, podendo ter maior confiabilidade dos resultados e das análises de maneira geral.

A partir da compilação dos dados de umidade mostrados do quadro 1, o teste da ANOVA será realizado para verificar se realmente os resultados são semelhantes ou não, com um valor de significância de 5%.

Tabela 1 – Resultados ANOVA de Umidade de Matérias-Primas

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	17,13	2,00	8,56	1,12	0,36	3,89
Dentro dos grupos	91,51	12,00	7,63			
Total	108,64	14				

Fonte: Autoria Própria (2019).

Conforme tabela 1, observamos que o *valor-P* obtido é de 0,36 ou seja 36%, sendo maior do que o nosso nível de significância, e que os resultados de F são menores do que o F-crítico, onde podemos aceitar a nossa hipótese nula ( $H_0$ ). Ou seja, através da análise da ANOVA podemos constatar que os resultados de umidade são semelhantes, para as amostras de vísceras, CMSR e o Pool entre elas, não havendo necessidade da aplicação de outros testes de Variância.

## 5.2 ANÁLISE DE PROTEÍNA

Os ensaios de Proteína Dumas realizados nas matérias-primas, podem ser observadas conforme quadro 2:

Quadro 2 – Resultados de Proteína Bruta de Matérias-Primas

Amostra	Vísceras	CMSR	Pool
1	10,15	11,98	11,26
2	9,85	12,66	8,15
3	8,64	12,40	13,58
4	12,94	10,15	11,91
5	10,81	13,32	8,12
Média	10,478	12,102	10,604
Desvio Padrão	1,59	1,19	2,41
CV	15%	10%	23%

Fonte: Autoria Própria (2019).

Podemos analisar através dos resultados de Proteína Bruta das matérias-primas, que há uma variabilidade alta entre as médias, pois o CV de todas as amostras apresentou resultado acima de 10%, outro fato a ser notado é que a média da CMSR para esse parâmetro é basicamente 2% acima do que o da matéria-prima hoje utilizada (vísceras). E a partir dos resultados obtidos por este ensaio, será aplicado o método de ANOVA, com nível de significância de 5%, de acordo com a Tabela 2, para avaliar se as amostras realmente possuem grande variabilidade.

Tabela 2 – Resultados ANOVA de Proteína Bruta de Matérias-Primas

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	8,16	2,00	4,08	1,26	0,32	3,89
Dentro dos grupos	38,95	12,00	3,25			
Total	47,11	14,00				

Fonte: Aatoria Própria (2019).

Através da ANOVA, podemos observar que o *valor-P* obtido é de 0,32 (32%), sendo maior do que o nosso nível de significância, e que os resultados de *F* é menor do que o *F-crítico*, onde também podemos aceitar a nossa hipótese nula ( $H_0$ ). Ou seja, através da análise da ANOVA para com os resultados de proteína bruta das matérias primas, afirmar que os resultados são semelhantes, não havendo necessidade da aplicação de outros testes de para as amostras.

### 5.3 ANÁLISE DE LIPÍDIOS

Para os ensaios laboratoriais de lipídios (também chamado de extrato etéreo ou gordura) método Soxhlet, das amostras de matérias-primas, obtivemos os resultados segundo quadro 3:

Quadro 3 – Resultados de Lipídios de Matérias-Primas

Amostra	Vísceras	CMSR	Pool
1	9,09	16,16	12,48
2	9,90	7,02	13,19
3	9,16	11,74	8,25
4	7,55	18,96	16,55
5	10,19	10,82	13,25
Média	9,178	12,94	12,744
Desvio Padrão	1,03	4,68	2,97
CV	11%	36%	23%

Fonte: Autoria Própria (2019).

Primeiramente podemos constatar que para o ensaio de lipídios, houve um desvio maior entre as médias amostrais do que para as características analisadas anteriormente de Umidade e Proteína, obtendo um CV de 36% para as amostras de CMSR, e uma média de 4% de diferença entre a matéria-prima vísceras e CMSR. Para podermos afirmar se as amostras realmente são diferentes nesse aspecto nutricional, há a necessidade da aplicação da ANOVA, com nível de significância de 5% podendo ser observada conforme tabela 3.

Tabela 3 – Resultados ANOVA de Lipídios de Matérias-Primas

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	44,85	2,00	22,42	2,12	0,16	3,89
Dentro dos grupos	127,00	12,00	10,58			
Total	171,85	14,00				

Fonte: Autoria Própria (2019).

De acordo com a tabela 3, pode-se analisar que o *valor-P* obtido é de 0,16 (16%), sendo maior do que o nosso nível de significância, e que os resultados de F é menor do que o F-crítico, onde também podemos aceitar a nossa hipótese nula ( $H_0$ ). Ou seja, através deste, podemos afirmar que os resultados do ensaio laboratorial de

lipídios das matérias primas são semelhantes. Ou seja, não necessitando da aplicação de outros testes para avaliar a variabilidade destas.

#### 5.4 ANÁLISE DE MATÉRIA MINERAL

Os ensaios realizados para verificar a concentração de matéria mineral ou também chamada de cinzas, para as amostras coletadas de Vísceras, CMSR e para o Pool, foram os seguintes:

Quadro 4 – Resultados de Matéria Mineral de Matérias-Primas

Amostra	Vísceras	CMSR	Pool
1	1,57	4,66	3,35
2	3,00	6,26	2,93
3	1,66	7,32	5,46
4	3,23	5,18	3,73
5	2,46	5,24	3,32
Média	2,384	5,732	3,758
Desvio Padrão	0,76	1,06	0,99
CV	32%	18%	26%

Fonte: Autoria Própria (2019).

Podemos avaliar com os resultados apresentados no quadro 4, a grande discrepância entre as médias amostrais, e a maior variabilidade obtida se compararmos com as demais análises, tendo uma diferença 14% entre o CV das vísceras e o CV do CMSR. Dessa forma, devendo ser aplicado o método da ANOVA, para constatar se há variabilidade amostral.

Tabela 4 – Resultados ANOVA de Matéria Mineral de Matérias-Primas

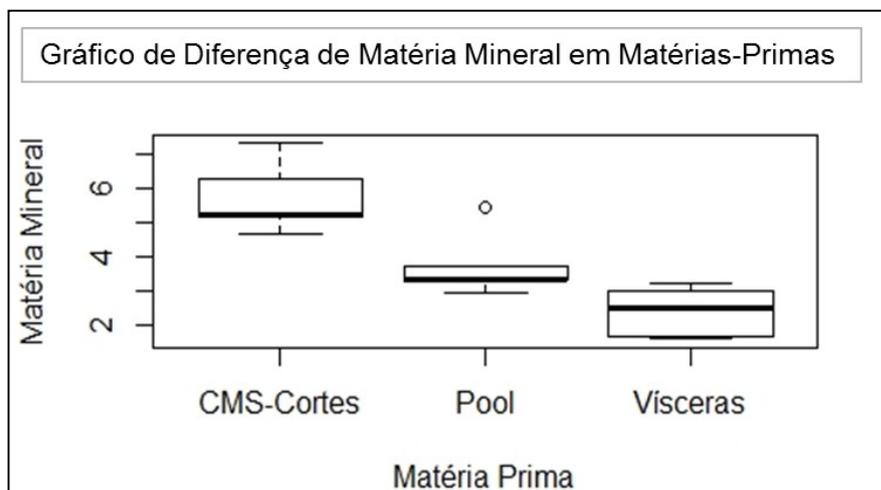
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	28,32	2,00	14,16	15,84	0,00	3,89
Dentro dos grupos	10,73	12,00	0,89			
Total	39,05	14,00				

Fonte: Autoria Própria (2019).

Ao aplicarmos o teste ANOVA podemos observar na tabela 4, que o valor F apresentou resultado maior do que o F-crítico, mesmo tendo um valor-P igual a zero, não podemos aceitar a hipótese nula, ou seja, deve-se considerar que as amostras apresentam resultados de variância média estatisticamente distintos.

No gráfico Boxplot (gráfico 1) abaixo é possível perceber as diferenças na faixa de valores da Matéria Mineral conforme a Matéria-prima, podemos perceber uma nítida diferença entre as amostras.

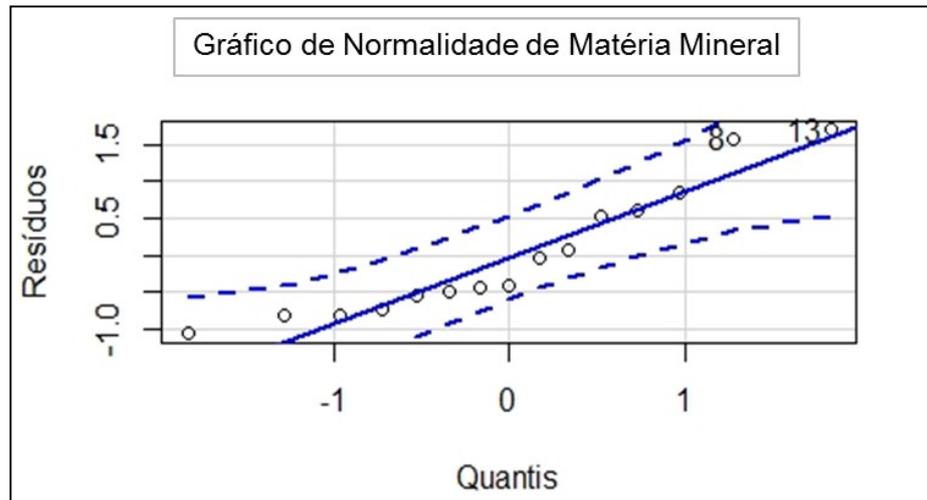
Gráfico 1 – Diferença entre os resultados de Matérias-Primas



Fonte: Autoria Própria (2019).

Podemos observar no gráfico 2, que as amostras encontram-se dentro da faixa de Normalidade, onde foi confirmada (valor-p > 5%) pelo teste Shapiro-Wilk, obtendo  $W = 0,9002$  e  $p\text{-valor} = 0,096$ .

Gráfico 2 – Diferença entre os resultados de Matérias-Primas

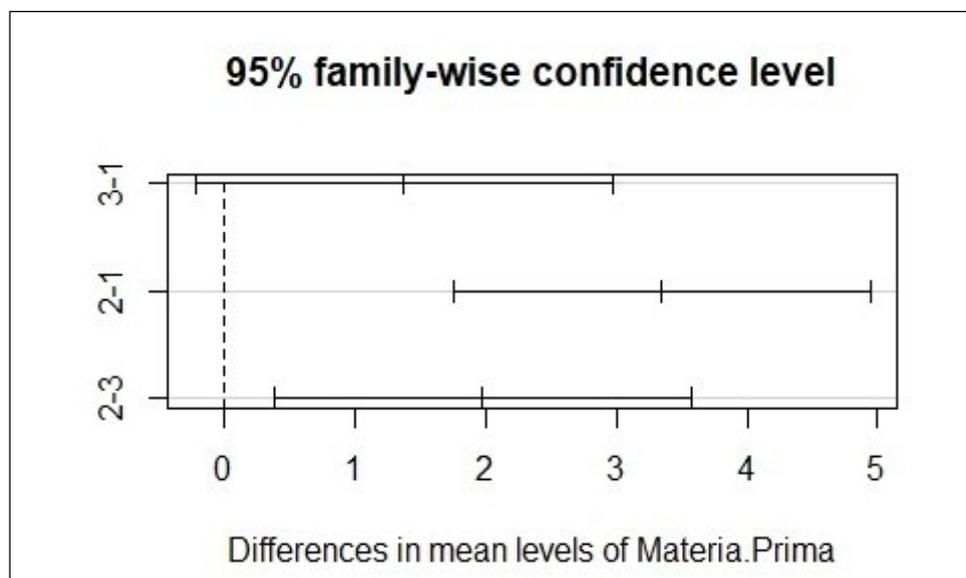


Fonte: Aatoria Própria (2019).

Desse modo, é necessária a aplicação de outros testes para analisar se há realmente diferença amostral para o valor nutricional de matéria mineral. Com isso, realizaremos a seguir o teste de Tukey, para verificar o percentual de discrepância.

O gráfico abaixo apresenta o resultado do Teste de Tukey, em que é possível perceber que houve diferença significativa nas médias da Matéria Mineral de Vísceras e CMS-Cortes (2-1) e nas médias da Matéria Mineral de CMS-Cortes e Pool (2-3).

Gráfico 3 – Teste Tukey de Matéria Mineral

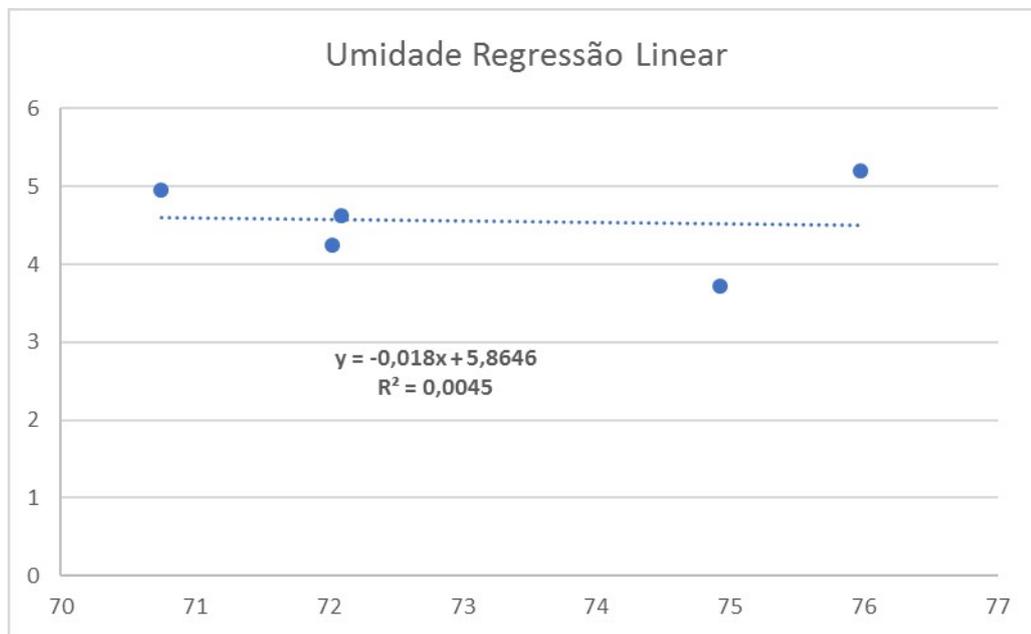


Fonte: Aatoria Própria (2019).

## 5.5 ANÁLISES DE REGRESSÃO DE UMIDADE

Analisaremos através do método de Regressão os resultados matéria-prima que é utilizada atualmente (vísceras), e do produto dos períodos correspondentes, para verificar a correlação entre o valor nutricional da matéria-prima utilizada para com os resultados da Farinha de Vísceras Low Ash.

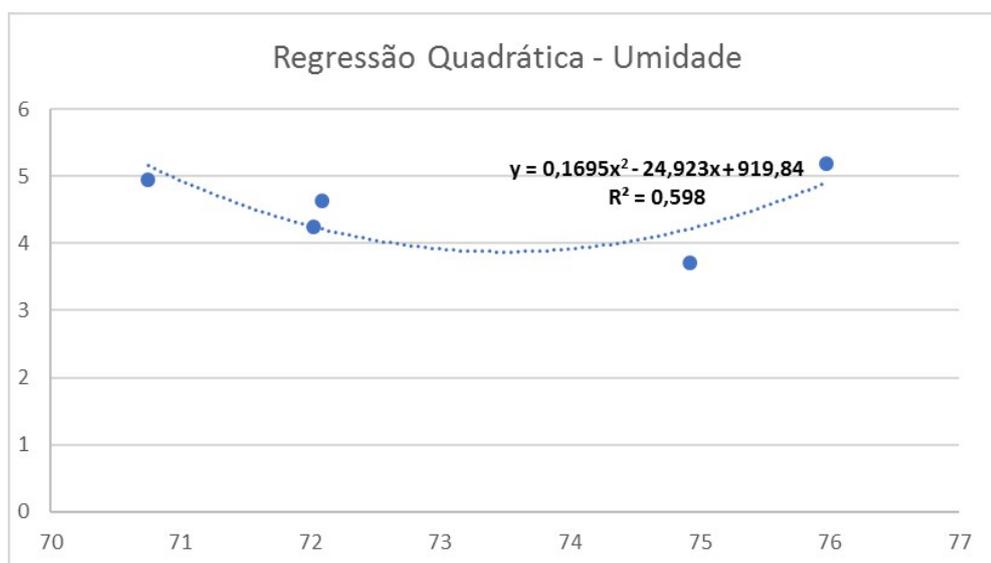
Gráfico 4 – Regressão Linear de Umidade



Fonte: Autorial Própria (2019).

Podemos observar o método de Regressão Linear aplicado, através do Gráfico 4, que há pouca interação entre as amostras, obtendo um  $r^2$  de 0,45% de variabilidade dos resultados de umidade. Para constatar se realmente não há interação, se faz necessária a aplicação da Regressão Quadrática.

Gráfico 5 – Regressão Quadrática de Umidade



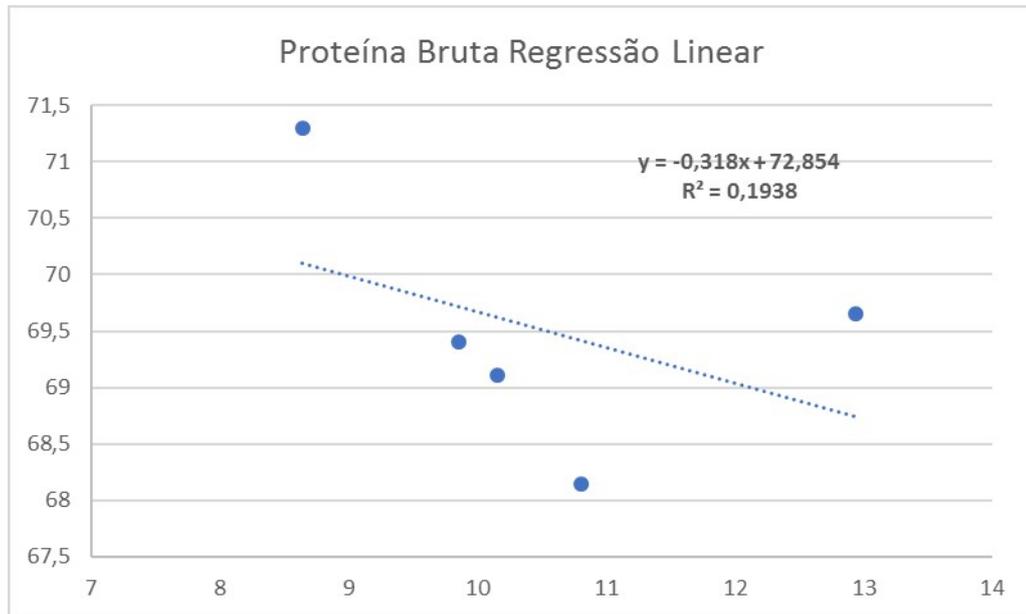
Fonte: Aatoria Própria (2019).

Ao aplicarmos a Regressão Quadrática para os mesmos resultados, podemos observar uma variabilidade muito menor entre os resultados, pois esse modelo apresentando um  $r^2$  de 0,598, ou seja, 59,80%. Ou seja, podemos afirmar que 59,80% dos resultados de umidade da farinha de vísceras decorrem da umidade da matéria-prima, e 40,20% podem ter influência de outros fatores.

## 5.6 ANÁLISES DE REGRESSÃO PROTEÍNA BRUTA

Primeiramente aplicaremos o modelo de Regressão Linear, para verificarmos a interação entre a proteína bruta contida nas vísceras e a proteína apresentada obtida na farinha de vísceras, conforme Gráfico 6.

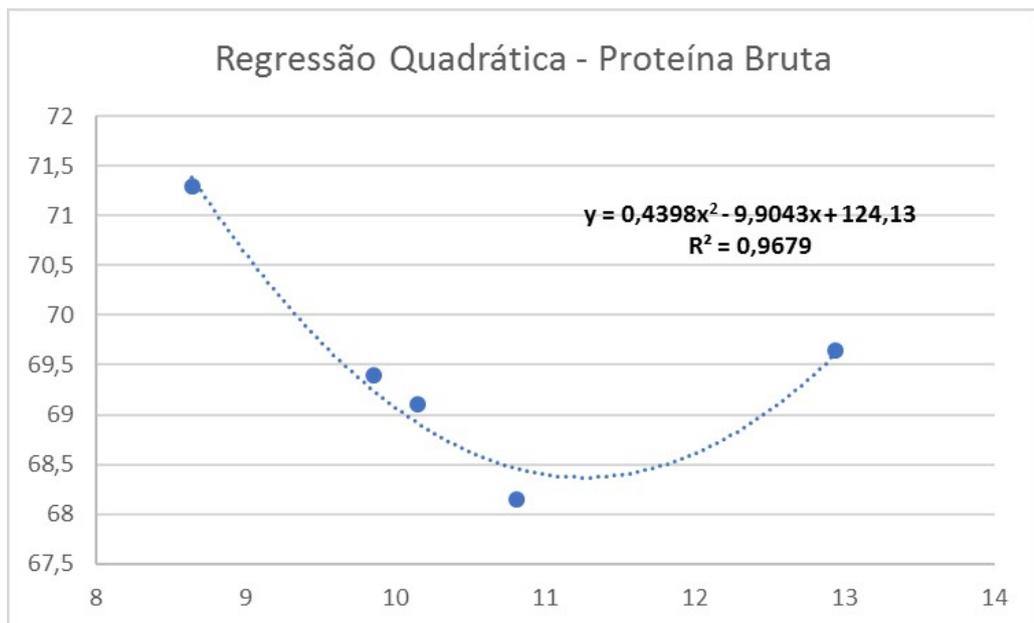
Gráfico 6 – Regressão Linear de Proteína Bruta



Fonte: Autoria Própria (2019).

Podemos analisar com a Regressão Linear, um resultado de 19,38% de interação entre os resultados. Para confirmarmos essa baixa interação, avaliaremos os mesmos resultados pelo Modelo de Regressão Quadrático, no gráfico a seguir:

Gráfico 7– Regressão Quadrática de Proteína Bruta



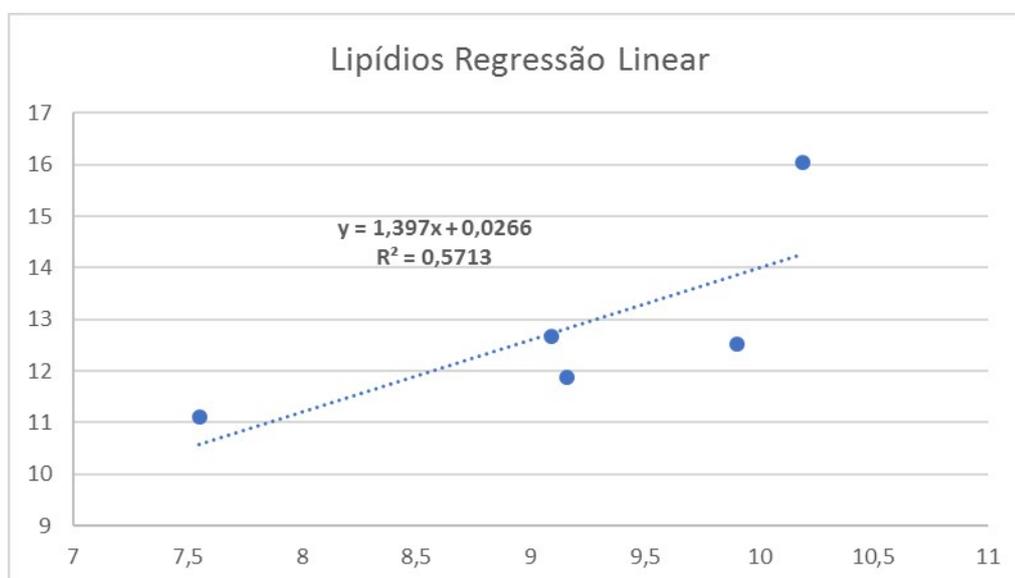
Fonte: Autoria Própria (2019).

Quando aplicamos o Modelo Quadrático, podemos observar uma maior interação entre os resultados, maior ainda do que os resultados de umidade. O Gráfico 4 nos demonstra um resultado de  $r^2 = 0,9679$ , ou seja, 96,79% da variabilidade dos resultados de proteína bruta da farinha de vísceras, decorrem da matéria-prima, vísceras. Podendo haver 3,21% do valor de proteína, influência de outros fatores.

## 5.7 ANÁLISES DE REGRESSÃO LIPÍDIOS

A variável lipídios ou também chamada de extrato etéreo, nada mais é do que a gordura presente em uma determinada substância, podemos considerar de grande fator desfavorável para o produto em questão, pois é através deste que ocorre a oxidação através do contato com a luz e com o oxigênio. Para avaliarmos a influência da gordura da matéria-prima ao produto final, analisaremos o Modelo de Regressão Linear.

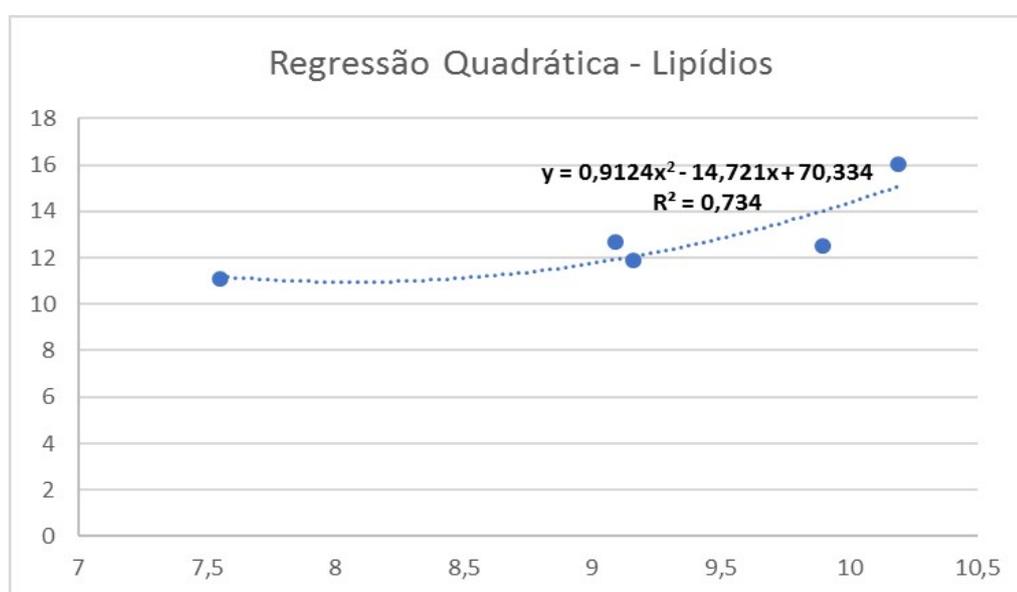
Gráfico 8 – Regressão Linear de Lipídios



Fonte: Autoria Própria (2019).

Ao ser analisado os resultados do gráfico 8, podemos constatar uma interação relativamente alta, pois o mesmo apresentou um  $r^2$  maior que 50%. No entanto, podemos observar anteriormente que as interações são maiores quando aplicado o modelo quadrático, isso posto, analisaremos a seguir o modelo de Regressão Quadrática para os resultados de Gordura.

Gráfico 9 – Regressão Quadrática de Lipídios



Fonte: Autoria Própria (2019).

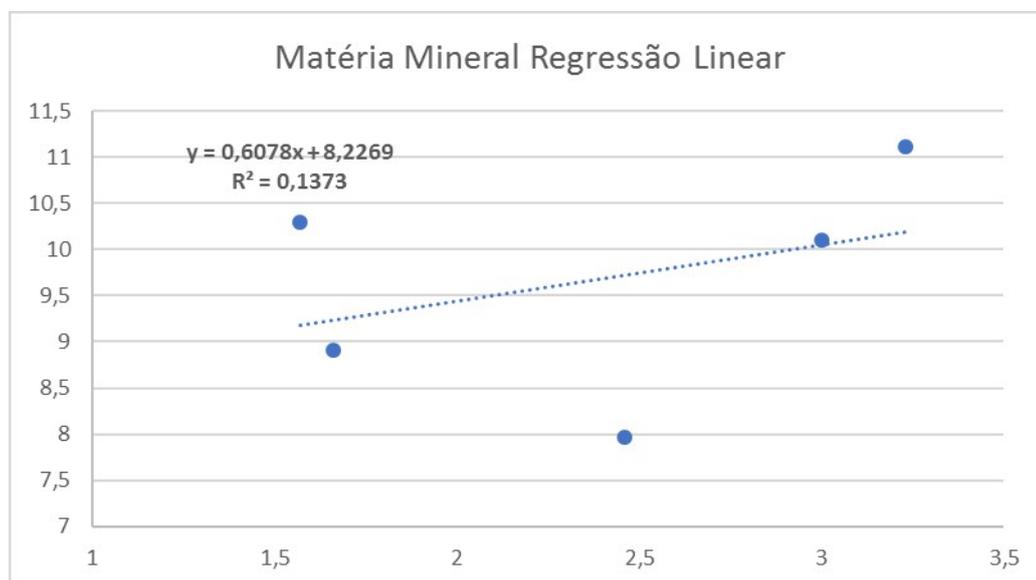
Observamos no gráfico 6, que a interação entre os resultados de lipídios é ainda maior, que anteriormente vista no gráfico 5. Onde, pode-se avaliar que há uma correlação de 2º grau para descrever a interação entre as amostras, apresentando um  $r^2$  de 0,734, ou seja, 73,40% da variabilidade dos resultados de gordura da farinha de vísceras, decorrem da matéria-prima vísceras. E o restante dos 26,60% podem ter influência de outros fatores.

## 5.8 ANÁLISES DE REGRESSÃO MATÉRIA MINERAL

A principal característica da Farinha de Vísceras Low Ash, é a baixa concentração de cinzas, ou seja, é uma variável de extrema importância,

principalmente comercial. Aplicaremos o modelo de Regressão Linear, para avaliar a influência da matéria-prima deste para com o produto Farinha, conforme Gráfico 10.

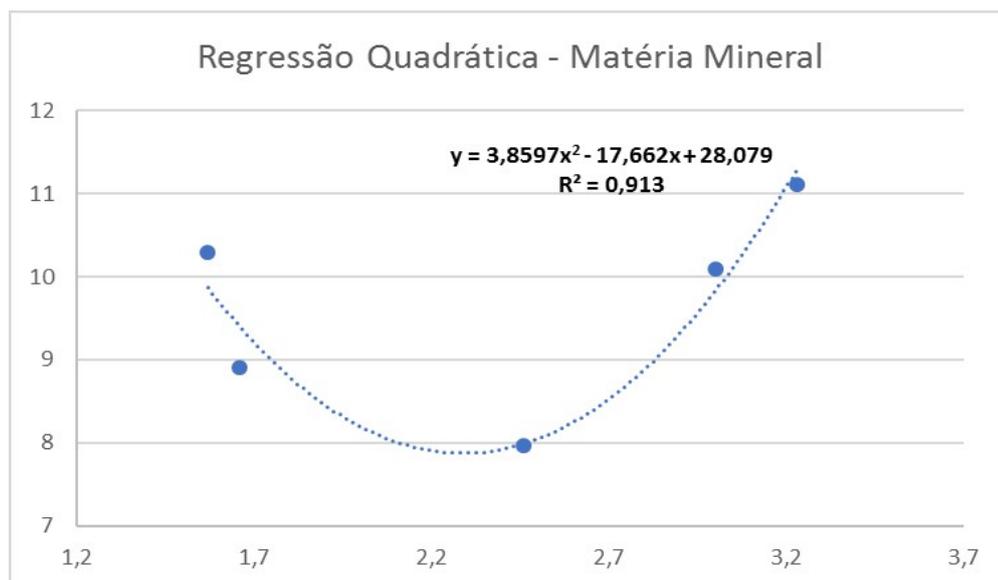
Gráfico 10 – Regressão Linear de Matéria Mineral



Fonte: Autoria Própria (2019).

Ao ser analisado os resultados de matéria mineral, através do gráfico 10, podemos observar uma baixa interação através do Modelo Linear, onde podemos avaliar através do modelo Quadrático se há uma maior influência quanto a esse parâmetro.

Gráfico 11 – Regressão Quadrática de Matéria Mineral



Fonte: Autoria Própria (2019).

Oposto ao resultado do gráfico 10, podemos constatar uma grande influência da cinza da matéria-prima ao produto final dos mesmos períodos correspondentes, ao aplicarmos o modelo Quadrático, conforme Gráfico 11. Onde, a interação entre as amostras, apresentando um  $r^2$  de 0,913, ou seja, 91,30% da variabilidade dos resultados de matéria mineral da farinha de vísceras, está tendo influência da matéria-prima vísceras. E o restante dos 8,70% podem ter influência de outros fatores.

## 6 CONCLUSÃO

Podemos concluir com todos os modelos estatísticos apresentados dos ensaios laboratoriais de matérias-primas, que as amostras de vísceras, CMSR e o Pool feito entre elas, são estatisticamente equivalentes ao aplicarmos o método ANOVA para a maioria das variáveis e testes.

Porém, se considerarmos que a principal variável para a qualidade nutricional e comercial do produto estudado, é a concentração de Matéria Mineral, onde podemos observar através do gráfico 11, que a concentração de cinza é um fator diretamente influenciável pelo da matéria-prima, e teste de Tukey (gráfico 3) para as amostras de matérias-primas, não deve-se agregar a matéria-prima alternativa de CMSR, pois haveria mudanças nos resultados para com o produto final Farinha de Vísceras de Aves Low Ash.

Outra conclusão que podemos constatar, é que ao realizar as análises de modelo de regressão, a mais válida para as correlações entre as matérias-primas utilizadas e os resultados de produto final farinha de vísceras de aves, é o modelo de Regressão Quadrática, que para todas as variáveis apresentou um coeficiente de determinação maior de 50%, sendo que para os ensaios de Proteína Bruta e Matéria Mineral esse valor foi superior a 90%, indicando que a matéria-prima influencia diretamente na qualidade dessas variáveis.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode ser demonstrado a aplicação da ANOVA em Matérias-Primas, porém de forma individual e unitária das matérias-primas, com uma amostragem e período de tempo maior, para posterior avaliação da variância dos resultados centesimais e até mesmo a criação de um modelo estatístico para a formulação da Farinha de Vísceras Low Ash, com a agregação de cada ingrediente.

## 7 REFERÊNCIAS

ALVES, M. C. **Teste t de Student**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”: Seção Técnica de Informática. Piracicaba, 2017. Disponível em: <[http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste\\_t.pdf](http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf)> Acesso em: 15/11/2019.

AOAC – Official Methods of Analysis – 21th. Ed, 2019 – **Official Method 992.15 Crude Protein in Meat and Meat Products Including Pet Foods**, Ch 39, p.6 e 7.

AOAC – Official Methods of Analysis – 20th. Ed, 2016 – **Meat and Meat Product. 992.36 Fat (crude) in Meat and Meat Products** – Solvent Extraction (submersion) Method.

AOAC – Official Methods of Analysis – 20th. Ed, 2016 – **Official Method 950.46 Loss on Drying (Moisture) in Meat**. Cap. 39, p.01.

AOAC – Official Methods of Analysis – **Meat and Meat Product. 920.153 Ash of Meat**, 2000.

BELLAVER, C; ZANOTTO, D. L. **Parâmetros de Qualidade em Gorduras e Subprodutos Protéicos de Origem Animal**. 2004. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros\\_qualidade\\_gorduras\\_e\\_subprodutos\\_proteicos\\_de\\_origem\\_animal\\_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros_qualidade_gorduras_e_subprodutos_proteicos_de_origem_animal_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf)>, Acesso em: 10/11/2019.

BRASIL, **Instrução Normativa nº34 Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 29 maio 2008.

CALDAS, R. (Coord.). **I Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal: Conheça o que a ABRA tem feito pelo setor**. Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA) 2012. Disponível em: <[abra.ind.br/wp-content/uploads/2017/10/I\\_diagnostico.pdf](http://abra.ind.br/wp-content/uploads/2017/10/I_diagnostico.pdf)>, Acesso em: 15/08/2019.

CASSEL, R. A.; ANTUNES, J. A. V. Jr. **Maximização da Lucratividade em Produção Conjunta: Um Caso na Indústria Frigorífica**. Produção 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v16n2/05.pdf>>, Acesso em: 01/08/2019.

COSTA, D. P. S; ROMANELLI, P. F; TRABUCO, E. **Aproveitamento de vísceras não comestíveis de aves para elaboração de farinha de carne.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008. Disponível em: <[repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/28130/S0101-20612008000300035.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/28130/S0101-20612008000300035.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 10/11/2019.

FARIAS, A. M. L.; DEMARQUI F. N. **Análise de Variância de Um Fator.** Universidade Federal Fluminense Instituto de Matemática e Estatística. (2017). Disponível em: <[www.professores.uff.br/anafarias/wp-content/uploads/sites/32/2017/12/get00182\\_IV-00.pdf](http://www.professores.uff.br/anafarias/wp-content/uploads/sites/32/2017/12/get00182_IV-00.pdf)> Acesso em: 15/11/2019.

FONSECA J.S.; MARTINS G.A. **Curso de Estatística.** São Paulo: Atlas, 1986.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos.** Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2008.

GUIMARÃES, P. R. B.; HIRAKATA, V. **Uso do Modelo de Equação de Estimções Generalizadas na Análise de Dados Longitudinais.** Revista HCPA. 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/158366>>, Acesso em: 30/10/2019.

HELDRICH, K. **Official Methods of Analysis.** Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia – USA. 1990, 15th Edition, Volume One.

NASCIMENTO, P. C. G; GOMES, P. C; ALBINO, L. F. T; ROSTAGNO, H. S; TORRES, R. A. **Composição Química e Valores de Energia Metabolizável das Farinhas de Penas e Vísceras Determinados por Diferentes Metodologias para Aves.** Revista Brasileira de Zootecnia, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n3s0/13097.pdf>>, Acesso em: 30/10/2019.

RIBEIRO, J. L.D; CATEN, C. S. **Controle Estatístico do Processo:** Cartas de Controle para Variáveis, Cartas de Controle para Atributos, Função de Perda Quadrática, Análise de Sistemas de Medição. Série monográfica Qualidade. FEENG/UFRGS – Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388\\_apostilacep\\_2012.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf)>, Acesso em: 10/11/2019.

SOARES, L. P. (Org.). **Anuário ABRA (Associação Brasileira de Reciclagem Animal):** Setor de Reciclagem Animal. Versão 2 – setembro/2019. Disponível em: [www.abra.ind.br/anuario2018](http://www.abra.ind.br/anuario2018). Acesso em: 15/09/2019.

PLAIN, R. M. **Análise de Regressão Quadrática:** Estudo das médias – Regressão na Análise de Variância. 2014. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/215830713/Analise-de-Regressao-Quadratica>, Acesso em: 30/10/2019.

VIEIRA, S. **Análise de Variância:** ANOVA. Atlas: Rio de Janeiro, 2006.

## ANEXO A - Tabela parcial do valor de q para o nível de significância de 5%

v	P											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	6,080	8,331	9,799	10,881	11,734	12,435	13,028	13,542	13,994	14,396	14,759	
3	4,501	5,810	6,825	7,502	8,037	8,478	8,852	9,177	9,462	9,717	9,946	
4	3,927	5,040	5,757	6,287	6,706	7,053	7,347	7,602	7,826	8,027	8,208	
5	3,635	4,602	5,218	5,673	6,033	6,330	6,582	6,801	6,995	7,167	7,323	
6	3,460	4,339	4,896	5,305	5,628	5,895	6,122	6,319	6,493	6,649	6,789	
7	3,344	4,165	4,681	5,060	5,359	5,606	5,815	5,987	6,158	6,302	6,431	
8	3,261	4,041	4,529	4,886	5,167	5,399	5,596	5,767	5,918	6,053	6,175	
9	3,199	3,948	4,415	4,755	5,024	5,244	5,432	5,595	5,738	5,867	5,983	
10	3,151	3,877	4,327	4,654	4,912	5,124	5,304	5,460	5,598	5,722	5,833	
11	3,113	3,820	4,256	4,574	4,823	5,028	5,202	5,353	5,486	5,605	5,713	
12	3,081	3,773	4,199	4,508	4,750	4,950	5,119	5,265	5,395	5,510	5,615	
13	3,055	3,734	4,151	4,453	4,690	4,884	5,049	5,192	5,318	5,431	5,533	
14	3,033	3,701	4,111	4,407	4,639	4,829	4,990	5,130	5,253	5,364	5,463	
15	3,014	3,673	4,076	4,367	4,595	4,782	4,940	5,077	5,198	5,306	5,403	
16	2,998	3,649	4,046	4,333	4,557	4,741	4,896	5,031	5,150	5,256	5,352	
17	2,984	3,628	4,020	4,303	4,524	4,705	4,858	4,991	5,108	5,212	5,306	
18	2,971	3,609	3,997	4,276	4,494	4,673	4,824	4,955	5,071	5,173	5,266	
19	2,960	3,593	3,977	4,253	4,468	4,645	4,794	4,924	5,037	5,139	5,231	
20	2,950	3,578	3,958	4,232	4,445	4,620	4,768	4,895	5,008	5,108	5,199	
21	2,941	3,565	3,942	4,213	4,424	4,597	4,743	4,870	4,981	5,081	5,170	
22	2,933	3,553	3,927	4,196	4,405	4,577	4,722	4,847	4,957	5,056	5,144	
23	2,926	3,542	3,914	4,180	4,388	4,558	4,702	4,826	4,935	5,033	5,121	
24	2,919	3,532	3,901	4,166	4,373	4,541	4,684	4,807	4,915	5,012	5,099	
25	2,913	3,523	3,890	4,153	4,358	4,526	4,667	4,789	4,897	4,993	5,079	
26	2,907	3,514	3,880	4,141	4,345	4,511	4,652	4,773	4,880	4,975	5,061	
27	2,902	3,506	3,870	4,130	4,333	4,498	4,638	4,758	4,864	4,959	5,044	
28	2,784	3,332	3,655	3,883	4,058	4,200	4,319	4,421	4,511	4,590	4,662	
29	2,882	3,403	3,853	4,111	4,311	4,475	4,613	4,732	4,837	4,930	5,014	
30	2,887	3,409	3,861	4,120	4,322	4,486	4,625	4,745	4,850	4,944	5,029	
31	2,882	3,403	3,853	4,111	4,311	4,475	4,613	4,732	4,837	4,930	5,014	
32	2,888	3,486	3,845	4,102	4,301	4,464	4,601	4,720	4,824	4,917	5,001	
33	2,884	3,481	3,838	4,094	4,292	4,454	4,591	4,709	4,812	4,905	4,988	
34	2,881	3,475	3,832	4,086	4,284	4,445	4,581	4,698	4,802	4,894	4,976	
35	2,871	3,461	3,814	4,066	4,261	4,421	4,555	4,671	4,773	4,863	4,945	
36	2,868	3,457	3,809	4,060	4,255	4,414	4,547	4,663	4,764	4,855	4,936	
37	2,865	3,453	3,804	4,054	4,249	4,407	4,540	4,655	4,756	4,846	4,927	
38	2,863	3,449	3,799	4,049	4,243	4,400	4,533	4,648	4,749	4,838	4,919	
39	2,861	3,445	3,795	4,044	4,237	4,394	4,527	4,641	4,741	4,831	4,911	
40	2,858	3,442	3,791	4,039	4,232	4,388	4,521	4,634	4,735	4,824	4,904	
50	2,841	3,416	3,758	4,002	4,190	4,344	4,473	4,584	4,681	4,768	4,846	
60	2,829	3,399	3,737	3,977	4,163	4,314	4,441	4,550	4,646	4,732	4,808	
70	2,821	3,386	3,722	3,960	4,144	4,293	4,419	4,527	4,621	4,706	4,781	
80	2,814	3,377	3,711	3,947	4,129	4,277	4,402	4,509	4,603	4,686	4,761	
90	2,810	3,370	3,702	3,937	4,118	4,265	4,389	4,495	4,588	4,671	4,746	
100	2,806	3,365	3,695	3,929	4,109	4,256	4,379	4,484	4,577	4,659	4,733	

Fonte: Farias, Damarqui (2017).