

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PATRÍCIA SIMER**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE CONTROLE DE  
QUALIDADE DAS MATÉRIAS PRIMAS EMPREGADAS NA FABRICAÇÃO DE  
RAÇÕES SUÍNAS EM UMA COOPERATIVA DO SUDOESTE DO PARANÁ**

**FRANCISCO BELTRÃO  
2020**

**PATRÍCIA SIMER**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE CONTROLE DE  
QUALIDADE DAS MATÉRIAS PRIMAS EMPREGADAS NA FABRICAÇÃO DE  
RAÇÕES SUÍNAS EM UMA COOPERATIVA DO SUDOESTE DO PARANÁ**

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. Me. Franklin Ângelo Krukoski

Coorientadora: Profa. Dra. Sheila Regina Oro

**FRANCISCO BELTRÃO  
2020**



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE CONTROLE DE  
QUALIDADE DAS MATÉRIAS PRIMAS EMPREGADAS NA FABRICAÇÃO DE  
RAÇÕES SUÍNAS EM UMA COOPERATIVA DO SUDOESTE DO PARANÁ**

por

**PATRÍCIA SIMER**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado às 15 horas e 30 min. do dia 15 de fevereiro de 2020, como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Francisco Beltrão*. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Avaliadora composta pelos professores que abaixo assinam este Termo. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho \_\_\_\_\_ (Aprovado ou Reprovado).

---

**FRANKLIN ÂNGELO KRUKOSKI**

Professor Orientador

---

**SHEILA REGINA ORO**

Professora Coorientadora

---

**SHEILA REGINA ORO**

Membro da Banca

---

**ANDRIELE DE PRÁ CARVALHO**

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.**

***À minha família, esposo, pais e sogros, que sempre  
estiveram ao meu lado me apoiando em todos os  
momentos de minha vida!***

## AGRADECIMENTOS

*À Deus por permitir que eu chegasse ao fim de mais um desafio.*

*Ao Prof. Me. Franklin Krukoski pela orientação, pelos ensinamentos passados, pelo carinho, incentivo e atenção prestados e principalmente pela oportunidade gerada, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.*

*À Prof. Sheila Regina Oro pela co-orientação, colaboração, ensinamentos, incentivo, apoio e amizade.*

*Aos membros da banca que gentilmente aceitaram o convite para avaliação deste desta monografia.*

*À Universidade Tecnológica Federal do Paraná.*

*À Cooperativa localizada no Sudoeste do Paraná, pela disponibilidade dos dados e apoio à pesquisa.*

*À todos os colegas da Pós-graduação em Engenharia de Produção*

*Aos meus pais por todo o carinho, exemplo, amor e esforços realizados.*

*Ao meu amigo e companheiro Lucian, pelo incentivo e grande amor dedicado a mim.*

*À toda a minha família pela força.*

*Enfim, a todos que eu não tiver mencionado e que estiveram presentes durante a realização do trabalho, o meu muito obrigada!*

## RESUMO

No decorrer dos últimos anos as tecnologias no processamento e fabricação de rações estão avançando, de maneira a maximizar a eficiência produtiva e minimizar a perda de nutrientes, através da formulação de produtos mais elaborados, com qualidade assegurada e menor custo de produção. Tais mudanças estão ocorrendo devido às exigências de mercado consumidor, vindo a atender as suas necessidades e objetivos. Para isso, os produtos devem ser produzidos através de um processo estável, o qual apresente pequena variabilidade em torno dos padrões e características do produto. Sendo assim, o controle estatístico de qualidade, se tornou uma ferramenta indispensável para redução sistemática da variabilidade dos produtos. Desta maneira, este trabalho teve por objetivo verificar a qualidade das matérias primas utilizadas por uma cooperativa na fabricação de rações para alimentação de suínos localizada na região sudoeste do Paraná para os anos de 2018 e 2019, por meio de ferramentas estatísticas de controle de qualidade. As matérias primas selecionadas foram: milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos, sendo os parâmetros descritos para acidez, umidade, proteína bruta, fibra bruta, proteína solúvel, extrato etéreo e fósforo. Realizou-se um diagnóstico do nível de proteína bruta das matérias primas, por meio dos gráficos de controle para medidas individuais e detectou-se pequenas alterações do nível de proteína bruta das matérias primas por meio do gráfico de média móvel exponencialmente ponderada e da soma cumulativa. Para os dados analisados para as matérias primas Milho, Farelo de soja e Farinha de carne e ossos, observou-se que na média apenas o parâmetro acidez da farinha de carne e ossos não atendeu às exigências do CBAA. Sendo que todos os demais parâmetros para todas as matérias primas analisadas atenderam ao padrão. Quanto à utilização dos gráficos de controle, observou-se que os gráficos EWMA e CUSUM apresentaram-se mais sensíveis a pequenas mudanças no padrão dos dados, facilitando a visualização de mudanças no nível do processo e demonstrando pontos fora de controle os quais não foram identificados através do gráfico individual  $\bar{X}$ .

**Palavras-Chave:** Ração, Qualidade, Gráficos de controle.

## ABSTRACT

In the last year, technologies in the processing and manufacturing of rations are advancing, in a way to maximize the productive efficiency and minimize the loss of nutrients, through the formulation of more elaborated products, with ensured quality and lower cost production. Such changes are occurring due to the consumer market requirements, coming to meet your needs and objectives. For that, the products must be produced through a stable process, which presents small variability around the product standards and characteristics. Therefore, statistical quality control, became an indispensable tool for the systematic reduction of product variability. In this way, this work has aim to check the quality of raw materials used by a Cooperative in the manufacture of swine feeding plants located in the southeast region of Paraná for the years of 2018 and 2019, through statistical tools. The raw materials selected were: corn, soya bean and beef flour and bones, the parameters being described for acidity, humidity, gross protein, raw fiber, soluble protein, etheric extract and phosphorus. A diagnosis of the raw material raw protein level, through control graphics for individual measures, and small changes in the raw material material material material material material detailed . For the data analyzed for raw materials maize, soybean and beef flour and bones, it was noted that only the parameter of acidity of beef and bones did not meet the requirements of CBAA. Being that all other parameters for all raw materials analyzed meet the standard. Regarding the use of control graphics, it was observed that the EWMA and CUSUM graphics were more sensitive to small changes in the data pattern, facilitating the visualization of changes at the level of the process and not causing deformation. Through the individual graphic  $\bar{X}$ .

**Key words:** Feed, Quality, Control charts.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Parâmetros mensurados para milho	23
Tabela 02 - Parâmetros mensurados do Farelo de soja	24
Tabela 03 - Parâmetros mensurados do Farinha de Carne	24
Tabela 04 - Análise exploratória dos parâmetros do Milho	35
Tabela 05 - Análise exploratória dos parâmetros do Farelo de Soja	37
Tabela 06 - Análise exploratória dos parâmetros do Farinha de Carne e Ossos	38



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Gráfico de controle individual $\bar{X}$ para Proteína Bruta do Milho	40
Figura 02 - Gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) para Proteína Bruta do Milho	41
Figura 03 - Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta do Milho	41
Figura 04 - Gráfico de controle individual $\bar{X}$ para Proteína Bruta do Farelo de Soja	42
Figura 05 - Gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) para Proteína Bruta do Farelo de Soja	43
Figura 06 - Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta de Farelo de Soja	44
Figura 07 - Gráfico de controle individual $\bar{X}$ para Proteína Bruta da Farinha de Carne e Ossos.	45
Figura 08 - Gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) para Proteína Bruta da Farinha de Carne e Ossos	45
Figura 09 - Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta de Farinha de Carne e Ossos	46

## LISTAS DE ABREVIATURAS

CEP	Controle Estatístico de Processo
CUSUM	Gráfico de controle da soma cumulativa
EWMA	Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada
LC	Linha Central
LIC	Limite Inferior de Controle
LSC	Limite Superior de Controle
MP	Matéria prima
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO</b>	<b>16</b>
3.1	CARNE SUÍNA	16
3.1.1	Consumo, Produção e Comercialização de carne suína	16
3.2	GESTÃO DA QUALIDADE NA COOPERATIVA	17
3.3	CONTROLE DE QUALIDADE	18
3.4	CONTROLE DE QUALIDADE PARA FABRICA DE RAÇÕES SUÍNAS	19
3.4.1	Controle de qualidade dos ingredientes	20
3.4.2	Parâmetros e padronização	22
3.5	CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE	25
3.5.1	Controle por amostragem	26
3.5.2	Gráficos de controle	26
3.5.2.1	Gráficos $\bar{X}$ e AM de controle de variável para medidas individuais	27
3.5.2.2	Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (EWMA)	28
3.5.2.3	Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM)	30
3.5.2.3.1	Gráfico CUSUM Tubular ou Algorítmico	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>32</b>
4.1	TIPO DA PESQUISA	32
4.2	MATÉRIAS PRIMAS MONITORADAS	32
4.3	MILHO	32
4.4	FARELO DE SOJA	33
4.5	FARINHA DE CARNE E OSSOS	33
4.6	COLETA DE DADOS E TRATAMENTO ESTATISTICO	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>36</b>
5.1	RESULTADOS ENCONTRADOS PARA OS PARAMETROS	36

5.1.1	Milho	36
5.1.2	Farelo de soja	37
5.1.2	Farinha de carne e ossos	39
5.2	GRÁFICOS DE CONTROLE PARA O PARÂMETRO PROTEÍNA BRUTA	41
5.2.1	Milho	41
5.2.2	Farelo de soja	43
5.2.3	Farinha de carne e ossos	45
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento do conhecimento pela população e a busca por produtos com maior qualidade, fez com que as empresas redirecionassem sua gestão, a qual atendia apenas produtos e processos, englobando apenas questões internas e desejos mais recentes dos consumidores (BARBOSA; TRIGO; SANTANA, 2015).

O controle estatístico de qualidade com os gráficos de controle, têm tido cada vez mais relevância na indústria moderna por desempenhar papéis primordiais. O objetivo principal do Controle Estatístico da Qualidade é atingir uma garantia da qualidade, tornando-se o fator básico de decisão no momento da escolha da compra pelos consumidores de produtos e serviços. Este fator pode ser considerado a chave que conduz ao sucesso uma organização, garantindo a manutenção da competitividade no mundo globalizado, e a rentabilidade de um processo produtivo.

Desta maneira, trabalhar em melhorias de qualidade apresenta-se como uma ferramenta para as empresas concorrerem entre si, buscando a melhoria contínua e a melhor maneira de produzir, com recursos reduzidos e através de ferramentas para auxiliar neste processo, além da necessidade do engajamento de todos os envolvidos no processo visando a melhoria contínua e estabilidade do mesmo.

O setor de alimentação animal no Brasil tem se organizado e adequado às exigências de mercado, vindo a atender suas necessidades e objetivos. Para isso, no decorrer dos últimos anos as tecnologias no processamento e fabricação de rações está avançando de maneira a maximizar a eficiência produtiva e minimizar a perda de nutrientes, através da formulação de produtos mais elaborados com menor custo de produção.

Para que um produto corresponda as exigências dos consumidores o mesmo deve ser produzido através de um processo estável, o qual apresente pequena variabilidade em torno dos padrões e características do produto.

Uma técnica estatística aplicada à produção permitindo a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade é o controle estatístico do processo (CEP), tal controle contribui para a melhoria da qualidade intrínseca, produtividade, confiabilidade e custo do que está sendo produzido.

Os gráficos estatísticos de controle são utilizados para a detecção tanto da estabilidade, quanto de alterações do processo, e seu uso é indicado como excelente

maneira de detectar e reduzir a variabilidade. Para isso, existem os gráficos de controle para atributos e variáveis. Neste trabalho serão abordados o gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$  e AM (média e amplitude móvel) que são utilizados para controle de variáveis, proposto por Shewhart (1931), o gráfico EWMA (gráfico da média móvel exponencialmente ponderada) de Roberts (1959), e o gráfico CUSUM (gráfico de somas acumuladas, proposto por Page (1959), *apud* Montgomery (1996).

Estes gráficos são utilizados para detectar pequenas mudanças na média, proporcionar informações necessárias sobre os procedimentos que devem ser seguidos para a implantação do controle estatístico de qualidade, e estimular o uso desta ferramenta de melhoria de qualidade, aumentando o ganho na melhoria da qualidade e produtividade, com diminuição de custos através da redução da variabilidade do processo.

Assim, de acordo com o pressuposto este trabalho tem por finalidade avaliar se o processo está sob controle estatístico, com relação a qualidade dos macro ingredientes (milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos) recebidos nos anos de 2018 e 2019 em uma fábrica de ração para suínos localizada no Sudoeste do Paraná. Possibilitando, a partir da utilização dos gráficos de controle  $\bar{X}$ , EWMA e CUSUM, comparar e observar com maior facilidade os valores obtidos para as análises físico-químicas permitindo a troca de formulação das rações de acordo com a sazonalidade de recebimento das matérias primas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a qualidade das matérias primas (macro ingredientes) utilizadas na fabricação de rações para a alimentação de suínos em uma cooperativa situada no sudoeste do estado do Paraná, por meio de ferramentas estatísticas de controle de qualidade.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Descrever os dados dos parâmetros acidez, umidade, proteína bruta, fibra bruta, proteína solúvel, extrato etéreo e fósforo, dos macro ingredientes utilizados na fabricação de rações suínas, nos anos de 2018 e 2019;
- Realizar um diagnóstico do nível de proteína bruta das matérias primas, por meio dos gráficos de controle para medidas individuais e amplitude móvel;
- Detectar pequenas alterações do nível de proteína bruta das matérias primas por meio do gráfico de média móvel exponencialmente ponderada e da soma cumulativa;

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 CARNE SUÍNA**

##### **3.1.1 Consumo, Produção e Comercialização de carne suína**

O consumo de carne suína esteve presente nas mais antigas formas de alimentação, com início da domesticação dos animais por volta de 5.000 anos A.C. Devido a dieta onívora esta espécie permitia que os humanos primários os domesticassem antes de outros animais. Além da utilização da carne como alimento, a sua pele servia como abrigo, os ossos eram transformados em armas e ferramentas e pelos utilizados como escovas (ABPA, 2019A).

Segundo a Associação Brasileira de Produção Animal (ABPA), a produção mundial de carne suína em 2018 foi de 113.292 mil toneladas. Os maiores produtores são a China (54.040 mil toneladas), a União Europeia (24.300 mil toneladas), e os Estados Unidos (11.942 mil toneladas). Juntos estes são responsáveis por aproximadamente 80% da produção mundial, sendo que só a China produz 47% do total mundial (ABPA, 2019B).

O Brasil é o 4º maior produtor (3.974 mil toneladas) ficando à frente da Rússia (3.155 mil toneladas) onde 3.035 mil toneladas dessa produção foram destinadas ao mercado interno e 730 mil toneladas para exportação (USDA, 2019). O Brasil também ficou na quarta colocação em relação a exportação mundial em 2018 de carne suína (646 mil toneladas) (ABPA, 2019B).

O consumo da carne suína no Brasil ocupa apenas o 5º lugar no ranking mundial segundo a CONAB (2015), mesmo observando-se a evolução no decorrer dos anos sendo o consumo per capita de 15,9 kg por habitante, o qual apresenta-se muito baixo em comparação ao consumo da carne de frango e bovina que consiste em 42 kg e 30,7 kg por habitante/ano, respectivamente ABPA (2019B).

O baixo consumo da carne suína, está ligado a alguns fatores como o alto teor de gordura, as condições sanitárias, a forma de realização do abate e as zoonoses que foram-se associando aos animais no decorrer dos anos, apresentando riscos aos consumidores (CORDEIRO, 2019). Nos dias de hoje este cenário de criação e



composição da carcaça apresenta-se totalmente diferente, porém se faz necessária a conscientização sobre o preconceito no consumo deste alimento.

### **3.2 GESTÃO DA QUALIDADE NA COOPERATIVA**

A busca constante por melhorias e inserção de inovações no âmbito tecnológico e gerencial, se faz necessária observando-se a instabilidade econômica com elevada oferta de produtos no Brasil (OLIVEIRA et al., 2012). Este cenário intensificou a necessidade de obtenção de produtos de qualidade, com linhas de produção com perdas minimizadas, maximizando a eficiência produtiva da indústria e tornando os sistemas cada dia mais competitivos no mercado (SCHNEIDER et al., 2019).

Segundo De Castro Marino (2006), a gestão da qualidade visa a garantia de produtos e serviços de qualidade, os quais atendam as especificações e de maneira a minimizar os defeitos, possibilitando através desta ferramenta aplicada a tecnologias de produção, aumentar a produtividade e competitividade.

O termo qualidade, de acordo com a Fundação Nacional da Qualidade – FNQ (2014) é a “Totalidade de características de uma entidade (atividade, processo ou produto), organização, ou combinação destes, que lhes confere capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas dos clientes e demais partes interessadas”.

Segundo Silvino e Do Prado Rafalski (2013) a qualidade de um produto pode ser definida como o grau de satisfação que um produto possa proporcionar ao consumidor. Pensando-se assim em fiabilidade, adequabilidade, durabilidade, características individuais que unidas estabelecem a qualidade do produto.

Para Carpinetti (2012) em relação à qualidade, as necessidades do mercado consumidor também devem ser observadas, além de outros aspectos, levando a associação de características que deem valor ao produto, de maneira a diferencia-los dos demais e levando à escolha pelos consumidores.

Já a gestão da qualidade é um conjunto das dimensões e atividades a serem aplicadas e desenvolvidas na organização de forma sistemática, buscando à garantia da qualidade dos produtos e melhoria dos processos. Sendo assim, para analisar a gestão da qualidade em uma empresa, pode-se identificar a “percepção” que as

pessoas que estão dentro dos processos, têm sobre a importância dessas atividades da gestão da qualidade (LIMA; TOLEDO, 2004).

De acordo com Slack (1996), as atividades da gestão da qualidade influenciam diretamente no planejamento, controle e melhoria das operações produtivas das empresas. Conforme Toledo (1997), a gestão da qualidade pode ser definida como "a abordagem adotada e o conjunto de práticas utilizadas para obter, de forma eficiente e eficaz, a qualidade pretendida para o produto".

Para as agroindústrias a gestão da qualidade é de suma importância, permitindo que as mesmas alcancem um nível de qualidade desejável a seus produtos (VILAS BOAS, 2005).

A aplicação da qualidade sempre deve estar ligada a melhoria contínua, ou seja, dever ser um processo continuado de mudanças, as quais melhoram a empresa e agregam valor ao produto (SILVINO; DO PRADO RAFALSKI, 2013).

Portanto, a gestão da qualidade mostra-se como uma maneira de organização das empresas visando a garantia de produtos e serviços de qualidade, envolvendo o atendimento as especificações, aparência atrativa do produto, diminuição de defeitos, menor tempo de produção. Além disso, com o uso de tecnologias (de processo, de materiais, de processo de manuseio e de produção) associadas ao processo da gestão da qualidade, tem-se a possibilidade de aumento da produtividade acarretando no aumento da competitividade (DE CASTRO MARINO, 2006).

### **3.3 CONTROLE DE QUALIDADE**

Sistema de qualidade segundo De Castro Mariano (2006), é basicamente um sistema de informação, o qual permite organizar o conhecimento utilizado na empresa, conectando todos os envolvidos (colaboradores e fornecedores) em busca do sucesso da empresa. A informação gerada no processo, que se apresenta como base para a organização das empresas, concedendo um meio de comunicação entre os setores da empresa, repassando segurança no fornecimento de produtos adequados, com as especificações necessárias a cada cliente (requisitos, prazo de entrega e quantidades corretas), com menor custo possível e gerando a satisfação de todos os envolvidos com a empresa.

A garantia da qualidade na fábrica de rações, conforme Bernardi (2017), pode ser definida como um programa que abrange políticas, procedimentos e controles de processos os quais resultam em um produto consistente. Para Chewning et al. (2012), para o controle de qualidade na fábrica de rações, são necessárias avaliações no processo assegurando que os parâmetros relacionados a qualidade sejam observados durante a recepção, fabricação e entrega do produto.

### **3.4 CONTROLE DE QUALIDADE PARA FABRICA DE RAÇÕES SUÍNAS**

No decorrer dos anos a produção de ração animal nas indústrias tem aumentado, acompanhando o crescimento da demanda pela produção de proteína animal, chegando em 2017 a uma produção de 68,7 milhões de toneladas (ZANI, 2018).

A alimentação dos animais corresponde a até 70% dos gastos totais em uma criação animal, sendo assim as despesas na produção de alimentos acarretam no crescimento ou não, de uma empresa nesta atividade. Uma das ferramentas de gerenciamento necessária neste cenário são as Boas Práticas de Fabricação, a qual engloba procedimentos operacionais de higiene e sanidade em todo o fluxo de produção (desde o recebimento de matérias primas à distribuição final do produto), visando a garantia da qualidade, conformidade e segurança dos produtos destinados à alimentação animal (FORMIGONI; CASTRO MARCELO; NUNES, 2017).

Conforme Klein (1999), para que uma fábrica de ração seja considerada boa é necessário um projeto racional, retilíneo, que seja operacional e automatizado, de tal maneira a diminuir problemas frequentes como a contaminação cruzada. Se faz necessário também, máquinas adequadas que garantam a uniformidade dos processos.

No Brasil a principal atividade econômica, em todas as regiões, é a pecuária e as indústrias de nutrição animal, observando-se desta maneira, evolução constante na melhoria de desempenho produtivo dos animais (FUCILLINI; VEIGA, 2014).

A exigência por produtos de qualidade e a competitividade tem gerado necessidade cada vez maior por produtos naturais e livres de contaminação, para isso, é de grande importância o controle de todos os aspectos relacionados à

qualidade da matéria prima, evitando prejuízos econômicos gerados pelo uso de alimentos contaminados (SILVA; MOREIRA, 2018) ou fora do padrão físico-químico.

### **3.4.1 Controle de qualidade dos ingredientes**

O controle de qualidade é um conjunto de procedimentos o qual tem como objetivo verificar e assegurar a conformidade das matérias primas, ingredientes, rótulo e embalagem, produto intermediário, bem como do produto acabado de acordo com as especificações estabelecidas (MAPA, 2007).

Para Bellaver et al. (2005), uma gestão da qualidade adequada deve considerar pontos específicos, como: disponibilidade comercial, quantidade de energia e de nutrientes, qualidade desses nutrientes e as características físicas do ingrediente.

A importância elevada do controle de qualidade para ingredientes de rações para animais deve-se ao fato de que esses ingredientes afetam diretamente o desempenho e bem estar dos animais, necessitando-se assim garantir a qualidade durante sua produção (BELUCIO et.al.; 2000).

Produzir ração é basicamente submeter as matérias primas a processos distintos e conhecidos, necessitando-se assim de controle dos pontos críticos de processo, buscando atingir o máximo potencial nutricional através de modificações físicas e/ou químicas nos alimentos (SINDIRAÇÕES, 2002).

Segundo Paranthaman (1990), ao receber/aceitar matérias primas de baixa qualidade, além da produção com maiores tempos de máquinas paradas, tempo de mão-de-obra ocioso elevando tempo de produção das rações, também será afetado o padrão de qualidade do produto final. Sendo de responsabilidade do encarregado de compras procurar comprar produtos com composição de qualidade adequada.

Antes mesmo do recebimento dos ingredientes na fábrica, já tem início o controle de qualidade, devendo existir no momento da compra uma seleção de fornecedores pelo histórico dos resultados das análises laboratoriais (média e desvio padrão dos resultados) resumindo a qualidade e constância de cada fornecedor, juntamente com o padrão mínimo de qualidade requerido, que deve ser cumprido (PINHEIRO, 1994).

Uma ótima formulação de ração não garante um bom resultado, se os ingredientes utilizados não atenderem o padrão das especificações utilizado na formulação ou forem de má qualidade (VILAS BOAS, 2005).

Para toda matéria prima recebida, deve ser coletada uma amostra para realização de análise física e posteriormente realização de análises bromatológicas em laboratório externo. Tal coleta deve ser feita antes mesmo da liberação para descarga dos produtos, podendo assim o mesmo observar uma não conformidade e relatar o problema ao fornecedor deixando a carga disponível para avaliação (BUTOLO, 2002). A recepção dos produtos pode ser considerada como a última linha de defesa prevenindo a chegada de ingredientes de baixa qualidade ou fora do padrão à produção, sendo que, uma vez descarregados e direcionados ao armazenamento, ficará muito difícil realizar a segregação deste produto com os demais já recebidos com boa qualidade (PEREIRA, 2008).

KIELING (1998), menciona a importância de se ter pessoal treinado para a descarga de produtos, para que mesmo antes da realização de qualquer análise, após a visualização de algum problema o responsável sugira que não se realize a descarga. Cada ingrediente que chega à fábrica deve ser amostrado eficientemente para que represente o lote, sendo assim as coletas devem ser eficazes.

Para a coleta de amostras de produtos ensacados, conforme o CONAB (2015), deve-se utilizar de um calador de metal colhendo-se a amostra no sentido diagonal, abrangendo as partes superior, média e inferior da embalagem e misturando-se posteriormente. Amostras representativas podem ser obtidas coma utilização de um calador simples, ou ainda, através de um calador de parede dupla, com coleta aleatória de no mínimo 10% das sacas recebidas para um mesmo lote (BUTOLO, 2002).

No recebimento de produtos à granel, devem coletadas pequenas quantidades de produtos em diversos pontos da carga (PINHEIRO, 1994). Sendo de extrema importância que o instrumento utilizado para a colheita seja adequado, abrangendo as partes superior, média e inferior do material em todos os pontos escolhidos, principalmente para produtos que não apresentem boa homogeneidade ou tenham a tendência à separação/segregação (CONAB, 2015).

O quarteamento da amostra deve ser realizado preferencialmente com auxílio de um quarteador, de maneira a se garantir que a amostra enviada ao laboratório terá

a maior representatividade possível em relação ao lote avaliado. Após a coleta das amostras os produtos devem seguir para a armazenagem.

O controle de qualidade do produto final também é de extrema importância, além de ser necessário o acompanhamento de todas as etapas do processo incluindo manutenção e calibração de equipamentos e instrumentos, formulários, sequência de adição das matérias primas, coleta de amostras de produto acabado para análise, bem como, todos os demais processos envolvidos e necessários conforme a IN 04/2007 (MAPA, 2007).

Desta maneira observando-se todos os pontos apresentados anteriormente, pode-se ligar a eficácia da produção de uma boa ração à segurança e rapidez de um controle de qualidade bem executado.

### **3.4.2 Parâmetros e padronização**

Um dos principais problemas enfrentados pela indústria de nutrição animal é a grande variabilidade das matérias primas existentes no mercado brasileiro, sendo desta maneira de suma importância o controle de qualidade para melhoramento da qualidade dos ingredientes comercializados (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2013).

Os fabricantes de ração normalmente dependem de fontes publicadas para definir os requerimentos nutricionais, porém, tais tabelas de composição de ingredientes, quase que em sua maioria, não apresentam os dados de desvio padrão ou coeficiente de variação. Além disso, é impossível prever as variações nutricionais ligadas as condições climáticas durante o cultivo, à qualidade do solo, ou as etapas de processamento pelo qual os produtos foram submetidos, os quais causarão impactos na padronização nutricional das matérias primas (BERNARDI, 2017).

A formulação de rações combina de maneira criteriosa, alimentos e subprodutos, fornecendo a quantidade adequada de nutrientes requeridos pelos animais. Os resultados analíticos dos parâmetros de qualidade nutricional dos ingredientes, permite utilizar ferramentas estatísticas para avaliar a qualidade da matéria prima e desempenho dos fornecedores a curto prazo, bem como sua evolução no decorrer do fornecimento (NASCIMENTO, 2007).

Inicialmente os padrões utilizados eram de outras nações, sendo que somente a partir da década de 80, o Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES) e a Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais (ANFAR), juntaram-se para estabelecer padrões adequados às condições de clima e produção brasileira para as principais matérias primas utilizadas para a alimentação animal, pois o funcionamento eficiente deste mercado depende da padronização dos produtos (CBAA, 2013; FARINA, 2003).

Na sequência serão apresentados os padrões exigidos por CBAA (2013), para as matérias primas a serem analisadas neste estudo.

O milho é o principal ingrediente utilizado na alimentação de suínos, constituindo aproximadamente em 75% da formulação de rações, sendo assim, equivalendo a 40% do custo de produção dos suínos no Brasil (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2020). Na tabela 01 pode-se observar os padrões para milho.

Tabela 01 - Parâmetros mensurados para milho.

PARÂMETRO	PADRÕES DO CBAA (%)
Umidade (máximo)	14,00
Proteína Bruta (mínimo)	7,00
Extrato Etéreo (mínimo)	2,00
Fibra Bruta (máximo)	3,00

Fonte: CBAA, 2013.

O farelo de soja é denominado como um subproduto obtido por meio do processamento do grão de soja integral durante a extração do óleo, tendo ampla utilização na formulação de alimentos para aves e suínos. Em estudos realizados comparando-se farelos de soja com produção em diferentes países, demonstrou que sua composição química e valor energético são variáveis (VAN KEMPEN et al., 2002; KARR-LILIETHAL et al., 2005).

O principal ingrediente proteico nas rações avícolas é o farelo de soja, além disso o mesmo apresenta bom valor nutricional e valores de aminoácidos essenciais (ROSTAGNO et al., 2005). Os parâmetros mensurados para farelo de soja e seus respectivos padrões podem ser observados na tabela 02.

Tabela 02 - Parâmetros mensurados do Farelo de soja.

PARÂMETRO	PADRÕES DO CBAA (%)
Umidade (máximo)	12,50
Proteína Bruta (mínimo)	45,00
Proteína solúvel (KOH 0,2%) (mínimo)	80,00

Fonte: CBAA, 2013.

\*Variação do pH.

A farinha de carne e ossos é um ingrediente proveniente de graxarias ou frigoríficos, fazendo parte de sua constituição ossos, vísceras não comestíveis e tecidos provenientes de aparas da desossa de bovinos e suínos (CBAA, 2013). Os parâmetros mensurados de farinha de carnes e seus padrões podem ser observados na tabela 03.

Tabela 03 - Parâmetros mensurados do Farinha de Carne.

PARÂMETRO	PADRÕES DO CBAA
Acidez (máximo)	4,00 Mg NaOH/g
Umidade (máximo)	8,00%
Proteína Bruta (mínimo)	45,00%
Fósforo (mínimo)	5,00%
Extrato Etéreo (mínimo)	8,00%

Fonte: CBAA, 2013.

A maior parte das fabricas de rações que utilizam matérias primas de origem orgânica, não possuem tempo hábil para envio da amostra ao laboratório e recebimento dos resultados para proceder a formulação da dieta, tendo assim que confiar na regularidade da qualidade dos produtos de certos fornecedores, ou então formulando com margens de segurança (utilizando valores obtidos através de tabelas de composição nutricional). Por isso, é muito importante que a equipe esteja treinada para que a qualquer alteração aparente no produto recebido relate imediatamente aos seus superiores.

A inspeção das matérias primas antes da compra junto ao fornecedor também é adotada por algumas empresas, porém isto também não garante a qualidade no recebimento, devido a possibilidade de haver mudanças nas origens após a inspeção (BELLAYER, 2005).



Sendo assim, para a obtenção de uma ração de boa qualidade deve-se ter um controle de qualidade eficaz, seguro e rápido, possibilitando ações corretivas e preventivas para problemas futuros (VILLAS BOAS, 2005).

### **3.5 CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE**

A carta estatística para o controle da variabilidade dos produtos foi desenvolvida em 1924, por Shewhart. Este marco foi considerado o começo do controle estatístico da qualidade, sendo Shewhart o “pai” do controle estatístico da qualidade (SIQUEIRA, 1997). No início tal ideia não foi muito difundida, porém com a chegada da Segunda Guerra Mundial, a carta estatística foi muito utilizada, atraindo a atenção de muitos professores universitários (MAXIMIANO, 2004).

Simultaneamente nas indústrias, os processos de produção em série tiveram início com verificação dos sistemas sequenciais (CARVALHO & PALADINI, 2005). Segundo Samohyl (2009) atualmente, todas as fábricas no mundo implementam ao menos alguns dos métodos mais simples do Controle Estatístico de Qualidade (CEQ), para a melhoria dos seus processos industriais.

O CEQ visa a minimização das variabilidades nos produtos e processos de produção visando a melhoria nos níveis de qualidade da empresa (SAMOHYL, 2009; CARVALHO & PALADINI, 2005). Quando um processo ocorre sob condições conhecidas, o mesmo estará exposto apenas a efeitos de causas comuns, isso define a posição e a dispersão do processo, sendo uma configuração de Distribuição Normal, podendo assim realizar-se uma previsão de todo o seu acontecimento (PINTON, 1997).

O conhecimento das condições do processo torna simples a identificação de ocorrências de variações, tais variações podem ser ocasionadas por causas aleatórias de pequena importância, ou por causas especiais, que tem maior importância e devem ser eliminadas do processo, pois podem influenciar o processo significativamente na sua qualidade (RAMOS, 2003).

Segundo Paladini (1990), o CEQ tem por objetivo a prevenção de erros do processo, com base objetiva de análise, possui ampla atuação por não se limitar a alguns casos específicos mas sim à produção como um todo, permitindo a adequada avaliação da qualidade.

### **3.5.1 Controle por amostragem**

A inspeção por amostragem alcançou elevada importância na Gestão da Qualidade a partir da década de 20 do século passado, estando entre os elementos da era do Controle Estatístico de Qualidade no movimento da qualidade Norte Americano como destacado por David A. Garvin (MARTINS, 2010).

Para a realização do controle estatístico do processo (CEP) é feita a inspeção por amostragem no decorrer do mesmo. O objetivo é a verificação da presença de causas não naturais ao processo (consideradas como causas especiais) pois, as mesmas podem afetar a qualidade do produto produzido. Quando estas causas são identificadas permite-se atuar sobre elas, através de melhorias no processo de produção e qualidade do produto final (RIBEIRO; CATEN, 2012).

A coleta de dados deve ser realizada com certa periodicidade, sendo o tamanho da amostra definida de acordo com o tipo de produto avaliado. Para se avaliar a frequência ideal de amostragem, deve-se levar em consideração as principais causas para a variação que estão presentes em cada sistema. Logo após, realiza-se o cálculo da média, desvio padrão, e em seguida os limites de controle com associação às causas comuns de variabilidade poderão ser definidos (RIBEIRO; CATEN, 2012).

O número de produtos que devem ser inspecionados a cada lote e os critérios para aprovação do lote, são definidos pelo plano de amostragem. A possibilidade de aceitação ou negação de um lote, deve ter um padrão fixo para o plano de amostragem (CIVARDI, 2017). Sendo assim um plano de amostragem deve ser muito bem delineado e conduzido para permitir que as informações do processo possibilitem a detecção de falhas.

### **3.5.2 Gráficos de controle**

O desempenho do processo pode ser indicado pelos gráficos de controle, permitindo a visualização de sua variação, por meio do controle estatístico de um atributo ou uma variável, relacionado a uma característica de qualidade do produto, subconjunto ou peça. O gráfico de controle é usado para controlar uma saída (alteração) ou efeito de um processo (GALUCH, 2002; MARTINS, 2010).

A construção de um gráfico de controle é realizada por meio de uma Linha Média Central (LMC), que representa o valor médio de qualidade, uma linha superior compondo o Limite Superior de Controle (LSC) e uma linha inferior indicando o Limite Inferior de Controle (LIC) (MONTGOMERY, 1996).

O uso dos gráficos de controle permite a identificação de um processo com variação de causas comuns a ele (sempre presentes) como também, se a origem da variação ocorreu por outras causas, ditas especiais. Desta maneira, a identificação da variação do processo deve ocorrer quando o mesmo ainda em operação, quando o aparecimento de causas ou a tendência ao aparecimento possibilita identificar antes que todas as unidades do produto sejam produzidas, permitindo a tomada de ações corretivas (POZZOBON, 2001).

Segundo Siqueira (1997), as causas comuns referem-se às muitas fontes de variação que podem ocorrer no processo sob controle estatístico. São representadas pela soma dos efeitos de pequenas causas inevitáveis inerentes, as quais não podem ser evitadas mesmo que os procedimentos adequados sejam implementados. Já as *causas especiais* referem-se a fontes que causam variabilidade nas medidas, mas não podem ser adequadamente explicadas por qualquer distribuição, mesmo se o processo estivesse sob controle, as quais podem ser eliminadas. Desta forma, quando o processo estiver controlado torna-se possível concluir e prever, significativamente, em relação ao desempenho do mesmo.

Além de possibilitar a segregação de lotes bons e ruins os gráficos de controle permitem o acúmulo de informações sobre os processos de produção incentivando a fabricação de produtos com boa qualidade (PAWLOWSKI, 1987).

### **3.5.2.1 Gráficos $\bar{X}$ e AM de controle de variável para medidas individuais**

São chamados gráficos para medidas individuais os gráficos de controle para amostras de tamanho  $n = 1$ , no qual o número de repetições de cada amostra é único, não sendo possível obter amostras de tamanho superior a um (1). A variabilidade neste gráfico é estimada por meio da amplitude móvel (MR ou AM) de duas observações sucessivas (MONTGOMERY, 1996; VIEIRA, 1999).

O cálculo do gráfico de controle para valores individuais ( $\bar{X}$  e AM) de Shewhart de acordo com Montgomery (1996) é representado pelas equações  $LSC$ ,  $LC$  e  $LIC$  conforme observa-se a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Gráfico } \bar{X} : LSC_X &= \bar{X} + 3(\overline{AM}/d_2) \\ LMC_X &= \bar{X} \\ LIC_X &= \bar{X} - 3(\overline{AM}/d_2) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Gráfico } \overline{AM} : LSC_{AM} &= D_4\overline{AM} \\ LMC_{AM} &= \overline{AM} \\ LIC_{AM} &= D_3\overline{AM} \end{aligned} \quad (2)$$

Segundo Montgomery (1996),  $d_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$ , são constantes que são tabeladas em função da amplitude móvel utilizada, sendo AM a média das amplitudes  $AM_i = |x_i - x_{i-1}|$  e  $\bar{X}$  a média aritmética dos dados.

O gráfico de controle individual apresenta como principal desvantagem segundo Montgomery (1996), a utilização somente do último ponto demarcado, sendo assim a sequência inteira de pontos é ignorada, tornando o gráfico de controle individual não sensível à pequenos e contínuos desvios no processo (até 1,5 de desvio padrão).

### 3.5.2.2 Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (EWMA)

O gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (EWMA), se torna uma ótima alternativa para se detectar pequenas mudanças, ao gráfico de controle individual  $\bar{X}$  e AM (MONTGORMERY, 1996). Comparando-se ao gráfico CUSUM o gráfico EWMA é mais simples de construir e operar (ZANINI et al, 2016).

O gráfico da média móvel exponencialmente ponderada EWMA é definido a partir da equação a seguir:

$$Z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)Z_{i-1} \quad (3)$$

Sendo  $Z_i$  valores ponderados da observação  $i$  e  $x_i$  é o  $i$ -ésimo valor observado, em que  $\lambda$  é uma constante ( $0 < \lambda \leq 1$ ) e o valor inicial  $Z_0$  é o valor da média do processo, sendo assim,  $Z_0 = \mu_0$  (valor nominal). Quanto menor for o  $\lambda$  maior será a facilidade de detecção de pequenas mudanças no processo, usualmente é utilizado  $\lambda = 0,05$ ,  $\lambda = 0,1$  ou  $\lambda = 0,2$ .

Em certas ocasiões, a média dos dados preliminares é usada como valor inicial do EWMA, sendo assim  $Z_0 = \bar{X}$ , ou seja, a média amostral dos valores observados.

A média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) pode ser considerada como a média ponderada de observações passadas e correntes, portanto o gráfico EWMA apresenta-se insensível a hipótese de normalidade, apresentando-se como um gráfico de controle ideal ao uso de observações individuais (MONTGOMERY, 1996).

Supondo que as observações  $x_i$  são variáveis aleatórias independentes com variância  $\sigma^2$ , então a variância de  $Z_i$  é dada por:

$$\sigma_{Z_i}^2 = \sigma^2 + \left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right) (1 - (1 - \lambda)^{2i}) \quad (4)$$

Para o cálculo dos limites de controle são usadas as seguintes equações:

$$LSC_i = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \quad (5)$$

$$LC = \mu_0 \quad (6)$$

$$LIC_i = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \quad (7)$$

Onde  $L$  é a amplitude dos limites de controle e para o parâmetro  $L$  é usualmente utilizado como igual a três (os limites  $3s$ ) usuais (MONTGOMERY, 2008).

### 3.5.2.3 Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM)

O gráfico de controle CUSUM é uma ferramenta indicada quando existe interesse na detecção de mudanças pequenas e persistentes (MONTGOMERY, 2008). Em processos contínuos ou repetitivos, se torna indispensável a presença de mecanismos simples e rápidos que indiquem a ocorrência de eventos, evitando um descontrole no processo (BRAVO, 1995).

O gráfico CUSUM junta, de acordo com Montgomery (1996) toda a informação na sequência de valores da amostra. Considera  $x_j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, m$ ), ou seja, todas as observações são estatisticamente independentes e identicamente distribuídas, seguindo uma distribuição normal de probabilidade. Desta forma, o gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM), forma-se plotando a quantidade  $C_i$  versus a amostra  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ .

$$C_i = \sum_{j=1}^i (\bar{x}_j - \mu_0) \quad (8)$$

Sendo:

$C_i$  : a soma cumulativa da  $i$ -ésima amostra,  $i = 1, 2, \dots, m$  (número de amostras);

$\bar{x}_j$  : é a média da  $j$ -ésima observação,  $j = 1, 2, \dots, n$  (número de repetições em cada amostra, tamanho da amostra);

$\mu_0$  = o valor alvo para a média do processo;

Se o processo permanece sob controle para o valor desejado  $\mu_0$ , a soma acumulada definida na equação anterior descreve um passeio aleatório com média zero. Entretanto, se a média altera para algum valor acima,  $\mu_1 > \mu_0$ , então a tendência ascendente se desenvolverá na soma acumulada  $C_i$ . Inversamente, se a média muda

para algum valor para baixo,  $\mu_1 < \mu_0$ , a soma acumulada terá uma direção negativa em  $C_i$ . Sendo assim, se aparecer uma tendência nos pontos demarcados para cima ou para baixo, considera-se que isto é uma evidência de que a média do processo alterou e devendo-se realizar uma pesquisa em busca de causas assinaláveis.

### 3.5.2.3.1 Gráfico CUSUM Tabular ou Algorítmico

Existem várias maneiras de representar os CUSUM's, dentre as quais destaca-se o gráfico CUSUM Tabular, que é considerado um gráfico de controle, por estabelecer seu limite de controle igual a  $H$  e este supõe que os dados coletados seguem distribuição normal com média  $\mu$  e desvio padrão  $\sigma$ .

Este gráfico de controle utiliza as estatísticas  $C^+i$ , que detecta mudanças positivas e  $C^-i$ , que detecta mudanças negativas, as quais são denominadas de CUSUM's unilaterais superior e inferior. O cálculo pode ser realizado conforme as equações abaixo:

$$C_i^+ = \max[0, X_i - (\mu_0 + K) + C_{i-1}^+] \quad (9)$$

$$C_i^- = \max[0, (\mu_0 - K) - X_i + C_{i-1}^-] \quad (10)$$

em que os valores iniciais são  $C_i^+ = C_i^- = 0$ .

Conforme Montgomery (1996), um valor razoável para  $h = 4\sigma$ , onde  $\sigma$  é o desvio padrão do processo e  $k$  é chamado de valor de referência, ou valor de tolerância ou folga.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 TIPO DE PESQUISA**

Este trabalho trata-se de um estudo de caso, sendo uma pesquisa diagnóstica com foco em exploração, levantamento de dados e definição de problemas (CERVO; BERVIAN, 2002; GIL, 1999; NEUMAN, 1997).

### **4.2 MATÉRIAS PRIMAS MONITORADAS**

Para este trabalho foram selecionadas 3 (três) matérias primas das quais são componentes utilizados na formulação de ração para suínos. Analisou-se os dados para milho e farelo de soja os quais são de origem vegetal e, para os produtos de origem animal investigou-se a farinha de carne e ossos.

### **4.3 MILHO**

O milho está presente em até 90% da composição das dietas de ração como função principal na fonte de energia das formulações e mostra-se como um dos cereais produzidos, de maior importância. Porém, este cereal é bastante limitado na fonte de nutrientes tendo baixos teores de aminoácidos, triptofano e lisina, acarretando na necessidade de adição dos mesmos separadamente às formulações.

Um fator de grande importância na nutrição de suínos é assegurar a qualidade do milho, garantindo a presença adequada dos nutrientes como também ausência de substâncias tóxicas.

Os dados utilizados para a verificação através dos gráficos estatísticos para a determinação da qualidade do milho foram: umidade, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, para os 41 lotes de produtos analisados ao longo dos anos de 2018 e 2019.

### **4.4 FARELO DE SOJA**



O farelo de soja é o segundo maior ingrediente presente na fabricação de rações, apresentando-se como a principal fonte proteica (42 a 48% de proteína bruta) nas formulações para alimentação de suínos. Ele é um subproduto obtido a partir da extração do óleo de soja. No processamento da soja, aproximadamente 82% é transformada em farelo e 18% em óleo bruto.

A proteína presente no farelo de soja tem alta digestibilidade, atingindo os requerimentos dos suínos em lisina, triptofano, isoleucina, valina e treonina.

Os dados utilizados para a verificação através dos gráficos estatísticos para a determinação da qualidade do farelo de soja foram: umidade, proteína bruta e proteína solúvel (KOH), para os 35 lotes de produtos analisados no decorrer dos anos de 2018 e 2019.

#### **4.5 FARINHA DE CARNE E OSSOS**

A importância das farinhas de origem animal como ingredientes utilizados na fabricação de rações é de grande relevância pelo seu aspecto econômico e nutricional. Sua presença nas formulações é facilitada pelo baixo custo e pela quantidade de nutrientes presentes na mesma, como: aminoácidos, energia, proteína, cálcio e fósforo em quantidades apreciáveis.

Os dados utilizados para a verificação através dos gráficos estatísticos para a determinação da qualidade da farinha de carne e ossos foram: umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fósforo e acidez, para 43 lotes de produtos analisados no decorrer dos anos de 2018 e 2019.

#### **4.6 COLETA DE DADOS E TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

Para a realização deste trabalho foram analisadas uma pequena parte de todos os macro ingredientes (milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos) que entraram na empresa no decorrer dos anos de 2018 e 2019.

Os dados foram coletados de fontes primárias, por meio de observação direta do processo de seleção de matérias primas, e de fontes secundárias por meio de

documentação direta de laudos de análises laboratoriais, bem como relatórios da cooperativa em estudo, os quais forneceram o restante do material utilizado, como também bibliografia sobre o assunto proposto.

Para cada recebimento de matéria prima à granel (caminhão graneleiro) foi realizada a coleta de amostra em vários pontos da carga através de calador manual (cilindro de metal utilizado para a coleta de amostras). Após o procedimento de coleta a amostra retirada passou por um processo de quarteamento com segregação de aproximadamente 200 (duzentos) gramas de amostra, a qual foi acondicionada em um balde com tampa identificado e exclusivo para tal finalidade. Após o termino da chegada de cada lote de produto, foi então realizado o quarteamento das amostras obtidas e segregado aproximadamente 300 (trezentos) gramas de amostra, a qual foi colocada em um saco plástico transparente, identificado com todos os dados necessários e destinado a um laboratório externo para a realização de análises físico-químicas.

Este estudo tem por enfoque a aplicação do gráfico de controle individual  $\bar{X}$ , gráfico EWMA e gráfico CUSUM Tabular ou Algorítmico, no monitoramento do controle de qualidade das matérias primas propostas.

O tamanho da amostra para monitoramento do processo é  $n = 1$ , pois as análises físico químicas a que as amostras são submetidas tem valor elevado, tornando o processo economicamente inviável na repetição destas análises.

No cálculo dos limites de controle do gráfico  $\bar{X}$ , por meio da equação (1), utilizou-se os parâmetros  $d_2 = 1,128$ ,  $D_3 = 0$  e  $D_4 = 3,267$  (MONTGOMERY, 1996). No cálculo dos limites de controle do gráfico EWMA por meio das equações (5) e (6), o fator L utilizado foi 3, definido como a largura dos limites de controle. Utilizou-se  $\lambda = 2$ .

No cálculo do intervalo de decisão h do gráfico CUSUM Tabular, as estatísticas  $C_i^+$  e  $C_i^-$  foram calculadas por meio das equações (9) e (10), utilizando-se  $h = 4\sigma$ , onde  $\sigma$  é o desvio padrão do processo e  $k = 0,5$  (MONTGOMERY, 1996).

Para a elaboração destas análises fez-se uso do programa computacional Software R, por meio do pacote para controle estatístico do processo, denominado *Quality Control Charts* (qcc), desenvolvido por Scrucca (2004), o qual permite gerar gráficos de controle utilizando-se de mecanismos matemáticos e estatísticos com o auxílio de técnicas de computação, também chamados de *scripts* que são desenvolvidos em ambiente R (HENNING; ALVES; SAMOHYL, 2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RESULTADOS ENCONTRADOS PARA OS PARÂMETROS

#### 5.1.1 Milho

Na Tabela 04 pode-se observar os valores coletados nas análises laboratoriais referentes as amostras de milho para os parâmetros umidade, extrato etéreo, fibra bruta e proteína bruta, referentes aos anos de 2018 e 2019.

Como pode-se observar (tabela 04) o teor de umidade médio obtido foi de 12,98%, coeficiente de variação 4,70% e o desvio padrão 0,61%, apontando alta homogeneidade e pouca variação dos dados amostrais para este parâmetro. O valor máximo (14,23%) para este parâmetro apresentou-se fora do limite máximo indicado pelo padrão do Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA). O valor médio de umidade mostrou-se inferior ao valor padrão de 14% estabelecido pelo CBAA.

Os valores encontrados para Extrato Etéreo da matéria prima milho, apresentaram média de 3,59%, coeficiente de variação 11,70% e desvio padrão de 0,42% indicando alta homogeneidade deste parâmetro para os recebimentos, como pode-se observar na tabela 04. Comparando-se o valor mínimo e máximo (2,75 e 4,47% respectivamente) obtido, ao valor mínimo indicado pelo CBAA (2% de Extrato Etéreo), verifica-se que todos os dados observados estão dentro do padrão.

**Tabela 04 - Análise exploratória dos parâmetros do Milho.**

Análise	Umidade	Extrato Etéreo	Fibra Bruta	Proteína Bruta
Padrão do CBAA*	14% (Limite Máximo)	2% (Limite Mínimo)	3% (Limite Máximo)	7% (Limite Mínimo)
Média	12,98%	3,59%	1,41%	7,82%
Coeficiente de variação	4,70%	11,70%	15,60%	4,22%
Desvio padrão	0,61%	0,42%	0,22%	0,33%
Erro padrão	0,10%	0,07%	0,03%	0,05%
Valor Mínimo	11,85%	2,75%	0,96%	7,14%
Valor Máximo	14,23%	4,47%	1,85%	8,54%
Contagem de amostras	41	41	41	41

Fonte: Dados da pesquisa

\*CBAA, 2013.

Para o parâmetro Fibra Bruta do macro ingrediente milho, os valores obtidos para média foram 1,41%, coeficiente de variação 15,60% e o desvio padrão 0,22%, demonstrando homogeneidade também para este parâmetro nos recebimentos de milho entre os anos de 2018 e 2019 pela Cooperativa. Observando-se o limite máximo indicado pelo CBAA (3%) em comparação ao valor máximo encontrado (1,85%), conclui-se que todas as amostras permaneceram dentro do preconizado, como pode-se verificar na tabela 04.

Ao analisar a tabela 04 referente ao parâmetro Proteína Bruta, os dados encontrados para média são 7,82%, coeficiente de variação 4,22% e desvio padrão de 0,33% mostrando novamente que os recebimentos para este produto nos anos de 2018 e 2019 apresentaram-se uniformes. Comparando-se a média dos dados encontrados para este atributo 7,82% a mesma encontrou-se dentro do limite mínimo estabelecido pelo CBAA (7%). O valor mínimo encontrado dos dados obtidos foi de 7,14% e o valor máximo de 8,54%, sendo assim o parâmetro Proteína Bruta também ficou dentro do padrão estabelecido pelo CBAA.

Em estudo realizado por Lima et al. (2000), com a utilização de amostras de milhos híbridos comerciais (safra 1998/1999), coletadas em diferentes propriedades do Rio Grande do Sul observou-se que os teores de proteína bruta apresentaram alta variabilidade, podendo ser resultado do efeito do nível nitrogênio empregado para a adubação (proveniente da criação de suínos) dentre outras possíveis fontes de variação.

De maneira geral os resultados das análises para todos os parâmetros observados para milho apresentaram-se muito próximo ao padrão estabelecido pelo Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA). Os dados encontrados mostram de maneira superficial que no decorrer dos dois anos pesquisados (2018 e 2019) aparentemente não houve maiores problemas com homogeneidade do milho recebido para a produção de ração para suínos da cooperativa estudada.

### **5.1.2 Farelo de Soja**

Os valores coletados nas análises laboratoriais referentes as amostras de Farelo de soja para os parâmetros umidade, proteína bruta e proteína solúvel, referentes aos anos de 2018 e 2019, podem ser observados na tabela 05.

O teor de umidade médio encontrado foi de 12,5%, coeficiente de variação 4,83% e o desvio padrão 0,56%, indicando alta homogeneidade e pouca variação dos produtos recebidos. O valor máximo (12,66%) para este parâmetro apresentou-se fora do limite máximo indicado pelo padrão do Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA) e o valor médio (11,61%) de umidade mostrou-se dentro do padrão estabelecido pelo CBAA (Máx. 12,5%).

Em estudo realizado por Vilas Boas (2005) quanto a qualidade da matéria prima de uma fábrica de ração para frangos de corte, observou-se que apenas a variável umidade apresentou-se abaixo das especificações indicadas pelo CBAA quanto a capacidade do processo.

**Tabela 05 - Análise exploratória dos parâmetros do Farelo de Soja.**

<b>Análise</b>	<b>Umidade</b>	<b>Proteína Bruta</b>	<b>Proteína Solúvel</b>
Padrão do CBAA*	12,5% (Limite Máximo)	45% (Limite Mínimo)	80% (Limite Mínimo)
Média	11,61%	46,07%	81,28%
Coeficiente de Variação	4,83%	2,60%	3,58%
Desvio padrão	0,56%	1,20%	2,91%
Erro padrão	0,10%	0,20%	0,49%
Valor mínimo	10,22%	43,76%	75,81%
Valor máximo	12,66%	49,23%	87,42%
Contagem de amostras	35	35	35

**Fonte: Dados da pesquisa**

**\*CBAA, 2013.**

Quando observado o parâmetro Proteína Bruta (tabela 05), encontrou-se para a média 46,07%, coeficiente de variação 2,60% e desvio padrão de 1,20% mostrando menor uniformidade no recebimento deste produto referente a este parâmetro. Comparando-se a média dos dados encontrados para este atributo 46,07% a mesma encontrou-se dentro do limite mínimo estabelecido pelo CBAA (45%). O valor mínimo encontrado para as amostras analisadas foi de 43,76% e o valor máximo de 49,23%, sendo assim, alguns dos lotes de farelo de soja recebidos nos anos de 2018 e 2019 pela Cooperativa apresentaram-se em desacordo com o padrão estabelecido pelo CBAA para proteína bruta (Min. 45%).

Na tabela 05 observa-se também os resultados encontrados de Proteína Solúvel para farelo de soja, com média de 81,28%, coeficiente de variação 3,58% e desvio padrão de 2,91%, demonstrando que os produtos recebidos apresentavam-se pouco homogêneos para tal parâmetro. O valor máximo dos dados observados neste período foi de 87,42% e o valor mínimo de 75,81% estando este abaixo do indicado pela CBAA (Min. 80%). Já a média dos dados observados apresentou-se bem próximo ao limite com 81,28%.

Considerando-se os dados obtidos para as análises realizadas para farelo de soja observou-se que alguns níveis não estão condizentes com o CBAA, mesmo que a média dos dados apresente-se de acordo. Tais resultados mostram que, para farelo de soja os recebimentos de lotes de produtos referente aos anos de 2018 e 2019, não apresentaram-se homogêneos.

### **5.1.3 Farinha de Carne e Ossos**

Os valores coletados nas análises laboratoriais referentes as amostras de Farinha de carne e ossos para os parâmetros umidade, extrato etéreo, fósforo, proteína bruta e acidez, referentes aos anos de 2018 e 2019, podem ser observados na tabela 06.

O teor de umidade médio encontrado foi de 5,70%, coeficiente de variação 20,70% e o desvio padrão 1,18%, indicando heterogeneidade deste parâmetro para dos produtos recebidos. O valor máximo (8,51%) para este parâmetro apresentou-se fora do limite máximo indicado pelo padrão do Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA) e o valor médio (5,70%) de umidade mostrou-se dentro do padrão estabelecido pelo CBAA (Máx. 8%).

Os valores encontrados para Extrato Etéreo da matéria prima farinha de carne e ossos, apresentaram média de 12,15%, coeficiente de variação 20,82% e desvio padrão de 2,53% indicando diferença nos lotes de produtos recebidos para este parâmetro, como pode-se observar na tabela 06. Comparando-se o valor mínimo e máximo (8,83 e 18,90% respectivamente) obtido, ao valor mínimo indicado pelo CBAA (8% de Extrato Etéreo), verifica-se que todos os dados observados neste parâmetro estavam dentro do padrão.

**Tabela 06 - Análise exploratória dos parâmetros do Farinha de Carne e Ossos.**

<b>Análise</b>	<b>Umidade</b>	<b>Extrato Etéreo</b>	<b>Fosforo</b>	<b>Proteína Bruta</b>	<b>Acidez</b>
Padrão do CBAA*	8% (Limite Máximo)	8% (Limite Mínimo)	5% (Limite Mínimo)	45% (Limite Mínimo)	4 mg NaOH/g (Limite Máximo)
Média	5,70%	12,15%	6,08%	46,49%	0,72 mg NaOH/g
Coefficiente de variação	20,70%	20,82%	13,82%	5,95%	68,06%
Desvio padrão	1,18%	2,53%	0,84%	2,77%	0,49 mg NaOH/g
Erro padrão	0,18%	0,39%	0,13%	0,42%	0,07 mg NaOH/g
Valor mínimo	3,59%	8,83%	2,98%	42,41%	0,36 mg NaOH/g
Valor Máximo	8,51%	18,90%	7,41%	51,56%	2,90 mg NaOH/g
Contagem	43	43	43	43	43

**Fonte: Dados da pesquisa**

**\*CBAA, 2013.**

Para o parâmetro fosforo do macro ingrediente farinha de carne e ossos, os valores obtidos para média foram 6,08%, coeficiente de variação 13,82% e o desvio padrão 0,84%, demonstrando homogeneidade para este parâmetro nos recebimentos de farinha de carne e ossos entre os anos de 2018 e 2019 pela Cooperativa. Observando-se o limite mínimo indicado pelo CBAA (5%) em comparação ao valor mínimo encontrado (2,98%), conclui-se que algumas amostras não apresentaram-se dentro do preconizado, como pode-se verificar na tabela 06.

Ao analisar a tabela 06 referente ao parâmetro Proteína Bruta, os dados encontrados para média são 46,49%, coeficiente de variação 5,95% e desvio padrão de 2,77% mostrando também para este parâmetro que os recebimentos para o produto farinha de carne e ossos, nos anos de 2018 e 2019, não apresentaram-se uniformes. Comparando-se a média dos dados encontrados para este atributo 46,49% a mesma encontrou-se dentro do limite mínimo estabelecido pelo CBAA (45%). O valor mínimo encontrado dos dados obtidos foi de 42,41% e o valor máximo de 51,56%, sendo assim alguns lotes de farinha de carne e ossos recebidos não ficou dentro do padrão estabelecido pelo CBAA para proteína bruta (Min. 45%).

Segundo Fawcett e Webster (1999), alterações dos níveis de nutrientes dos ingredientes, acaretam variações na qualidade das rações, apresentando-se como a principal causa nos desvios de desempenho observado em lotes de frangos de corte.

Considerando-se os dados obtidos para as análises realizadas para farinha de carne e ossos, observou-se que alguns níveis não estão condizentes com o padrão do CBAA, mesmo que a média dos dados apresente-se de acordo. Tais resultados

mostram que, para farinha de carne e ossos os recebimentos de lotes de produtos referente aos anos de 2018 e 2019, não apresentaram-se homogêneos.

A composição química típica dos ingredientes utilizados na fabricação de rações é normalmente apresentada em tabelas nutricionais, as quais podem apresentar variações dependendo do local onde foi realizada a pesquisa. Sendo assim, para a realização das formulações são utilizadas margens de segurança de modo a minimizar seus efeitos negativos sobre o desempenho dos animais, onerando o custo de produção (BARBARINO JUNIOR, 2001).

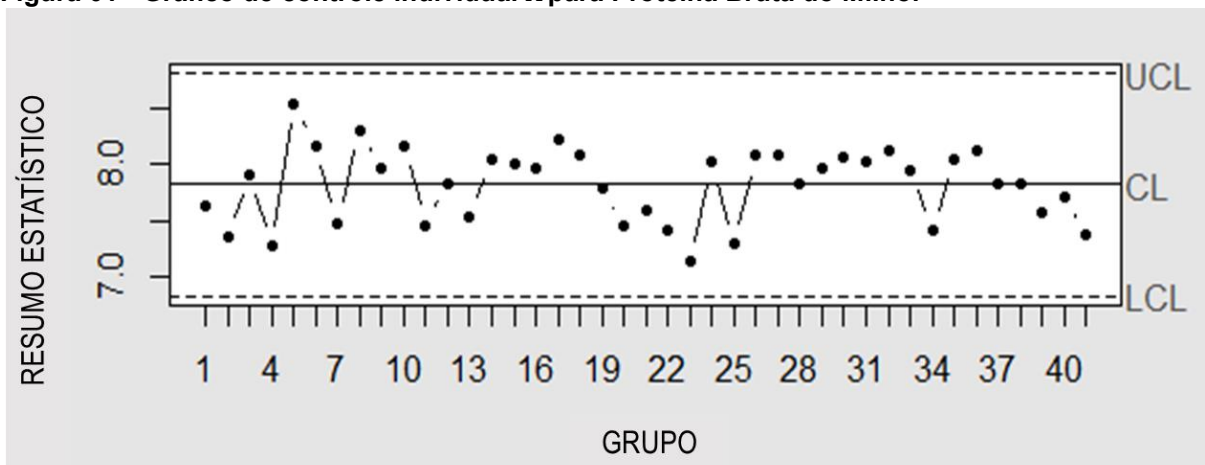
## 5.2 GRÁFICOS DE CONTROLE PARA O PARÂMETRO PROTEÍNA BRUTA

O parâmetro proteína bruta foi escolhido para aplicação nos gráficos de controle devido a grande importância deste item nas rações e devido ao impacto causado pela deficiência da mesma nas dietas.

### 5.2.1 Milho

Os dados foram analisados por meio do Software R, pacote *Quality Control Charts* (qcc), desenvolvido por Scrucca (2004).

Figura 01 - Gráfico de controle individual  $\bar{X}$  para Proteína Bruta do Milho.

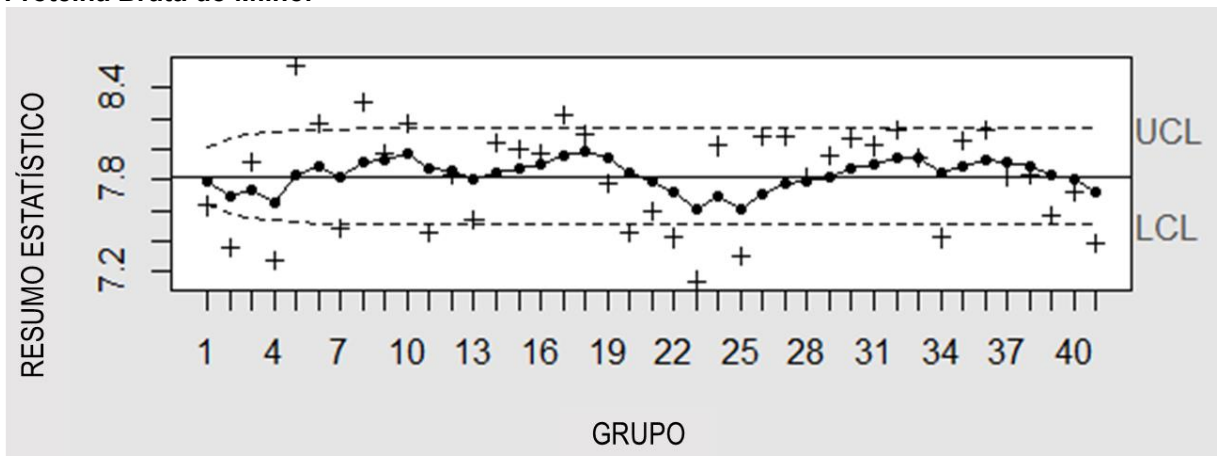


Fonte: Dados da pesquisa.



Na figura 01 pode-se observar o gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$  para a proteína bruta do milho, onde pode-se evidenciar que nenhuma amostra ultrapassou o limites superior de controle (LSC ou UCL) e o limite inferior de controle (LIC ou LCL). Sendo assim, observando-se apenas o gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$  pode-se presumir que o processo para o parâmetro proteína bruta está sob controle, porém conforme Ramos (1995) e Montgomery (1996) os gráficos de controle individual são pouco sensíveis à presença de causas especiais, apontando como alternativa a este a utilização de gráficos de Soma Acumulada (CUSUM) e/ou gráfico de Média Exponencialmente Ponderada (EWMA), para aumentar a sensibilidade da medidas individuais.

**Figura 02 - Gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) para Proteína Bruta do Milho.**



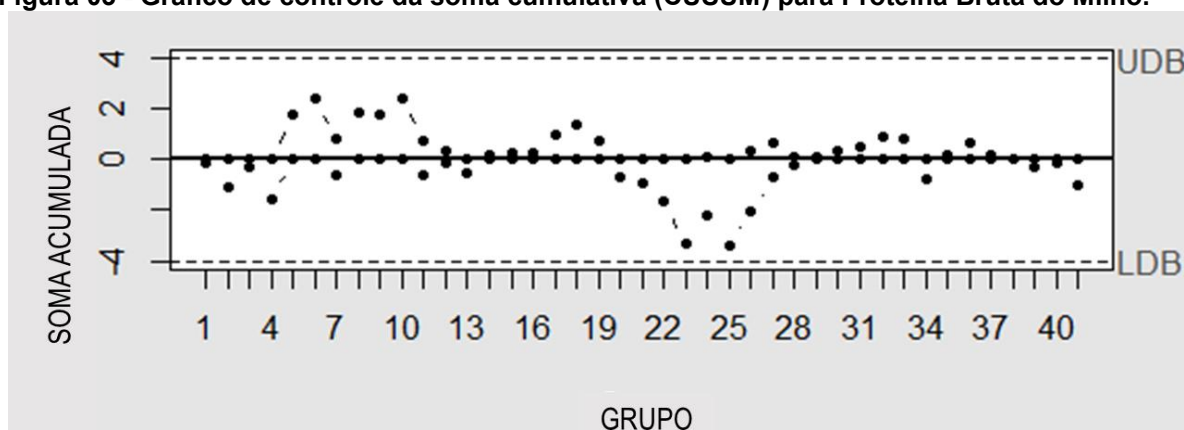
Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se na figura 02, o gráfico de Média Exponencialmente Ponderada (EWMA) para proteína bruta (matéria prima milho), onde novamente nenhum dos pontos ultrapassou os limites superior (UCL) e inferior (LCL), demonstrando que o processo apresentou-se dentro de controle para este parâmetro nos lotes de produtos recebidos nos anos de 2018 e 2019 pela Cooperativa. Como o processo está em controle,  $Z_t$  oscila em torno da linha média do gráfico.

Um processo pode ser considerado sob controle quando todos os pontos observados permanecerem dentro dos limites, não há tendência nem comportamento

sistemático, sua utilização associada aos gráficos Shewart e EWMA é indicada pois, um deles busca por grandes variações e o outro é utilizado ao avaliar pequenas discrepâncias (SOUZA, 2000).

Figura 03 - Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta do Milho.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 03, observa-se o gráfico de controle de Soma Cumulativa (CUSUM) para o parâmetro proteína bruta do milho, verifica-se que todos os pontos observados apresentam-se dentro dos intervalos de decisão H e que não foi detectada nenhuma configuração do tipo sequência, não demonstrando assim uma mudança no nível do processo.

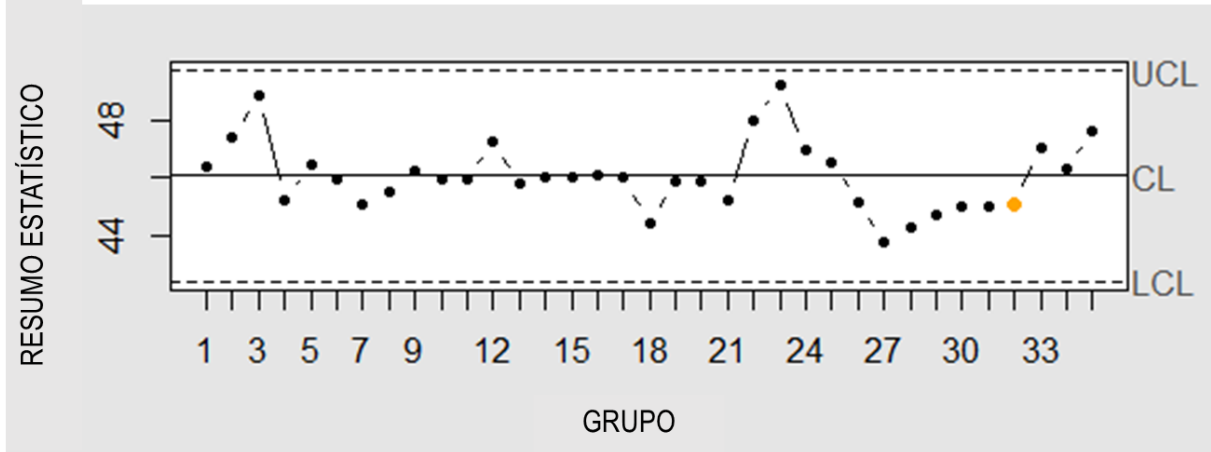
### 5.2.2 Farelo de Soja

Os dados para farelo de soja foram analisados por meio do Software R, pacote *Quality Control Charts* (qcc), desenvolvido por Scrucca (2004).

Na figura 04, referente ao gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$ , observa-se que não há nenhum ponto fora dos limites de controle, sendo assim denotando que o processo está dentro do controle. Porém, verifica-se uma configuração do tipo sequência abaixo da linha média (LM ou CL) com 7 pontos consecutivos, sinalizando uma mudança no nível do processo. Tais mudanças podem

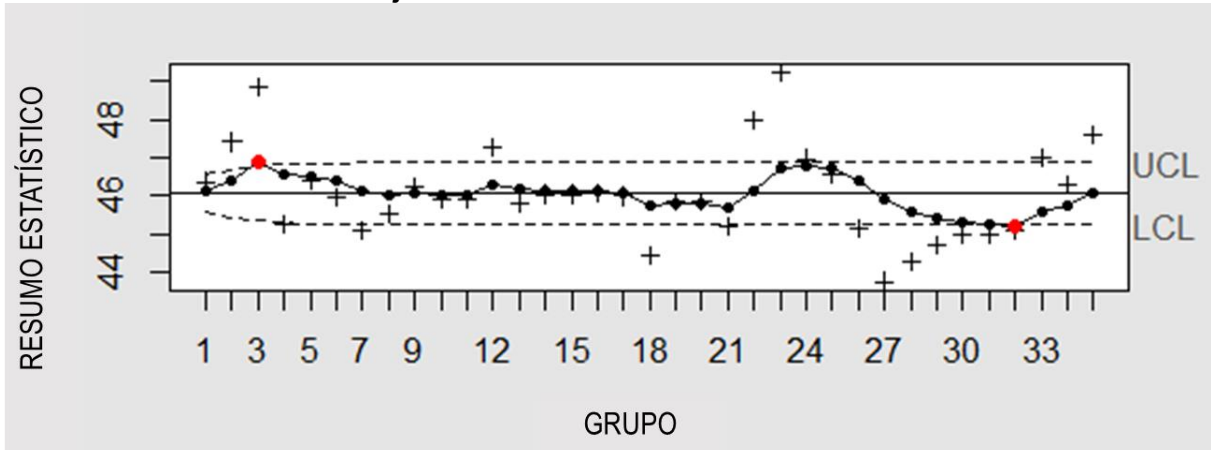
ser influenciadas pelas mudanças climáticas ocorridas durante o cultivo dessa matéria prima, bem como devido ao tipo de solo para a região em que a mesma foi cultivada.

Figura 04 - Gráfico de controle individual  $\bar{X}$  para Proteína Bruta do Farelo de Soja.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 05 - Gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) para Proteína Bruta do Farelo de Soja.



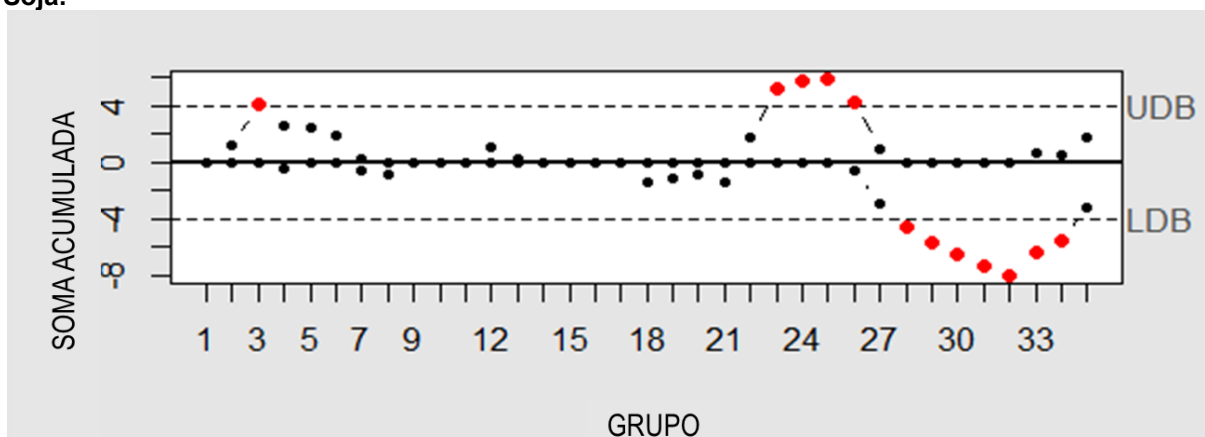
Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico EWMA para proteína bruta do farelo de soja pode ser observado na figura 05, onde verifica-se que na 3ª observação de  $Z_i$  ponderada se encontra acima do LSC (UCL) e a 32ª observação de  $Z_i$  ponderada se encontra abaixo do LIC (LCL), acusando alteração pequena no processo. A 3ª observação não foi detectada com a utilização do gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$ , conforme a figura 04.

Durante a plotagem dos dados EWMA no gráfico, se algum ponto estiver fora dos limites de controle, o processo é dito como fora de controle estatístico, sendo assim, como não há necessidade de outra regra para a tomada de decisão, este gráfico se torna uma ferramenta mais simples.

Verifica-se na figura 06 o gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta de Farelo de Soja. Neste pode-se evidenciar que a observação  $C_i$  3<sup>a</sup> e as observações  $C_i$  23<sup>a</sup> à 26<sup>a</sup> se encontram fora do intervalo de decisão H inferior e as observações  $C_i$  28<sup>a</sup> a 34<sup>a</sup> se encontram fora do intervalo de decisão H superior, mostrando nestes momentos alteração no comportamento do processo. Os demais pontos encontram-se dentro dos intervalos de decisão H.

**Figura 06 - Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta de Farelo de Soja.**



Fonte: Dados da pesquisa.

O intervalo de decisão ou limite de controle utilizado no gráfico de controle CUSUM Tabular é H. Desta maneira, se o valor de  $C + i$  ou  $C_i$  exceder esse intervalo, pode-se dizer que o processo encontra-se fora de controle estatístico, sendo necessário encontrar as causas atribuíveis que levaram o processo a tal estado, estimando seu valor médio para que se possa fazer o ajuste adequado (ALVES, 2003).

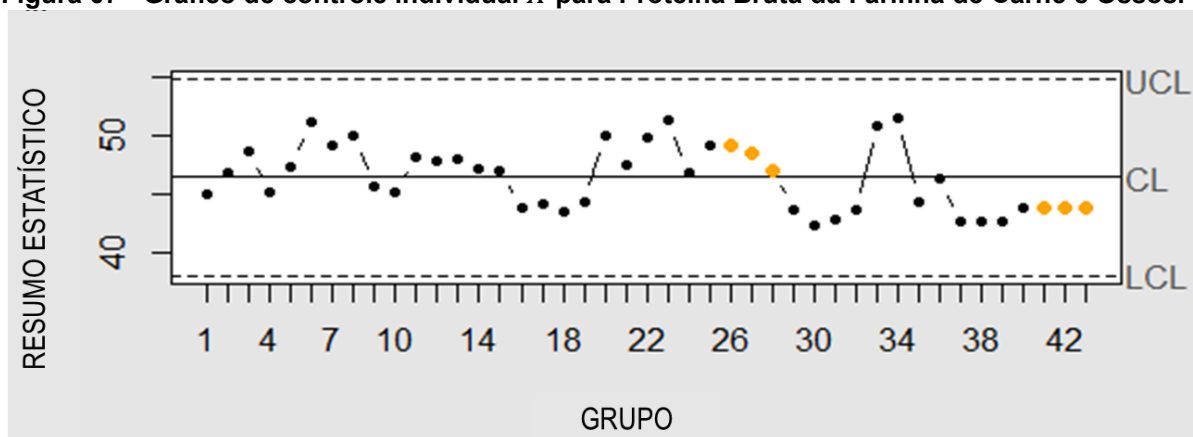
### 5.2.3 Farinha de Carne e Ossos

Os dados para farinha de carne e ossos foram analisados por meio do Software R, pacote *Quality Control Charts* (qcc), desenvolvido por Scrucca (2004).

Variações na composição das farinhas de origem animal são muito frequentes afetando a qualidade do produto final. Dentre os fatores que podem influenciar na qualidade das farinhas de origem animal, pode-se citar: umidade, alta temperatura do gigestor e tempo em excesso no mesmo, excesso de gordura em sua composição, contaminações e tempo entre o sacrifício e processamento da farinha (GIONGO, 2017; SCHEUERMANN et al., 2007).

Na figura 07, referente ao gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$  para proteína bruta da farinha de carne e ossos, observa-se que não há nenhum ponto fora dos limites de controle, sendo assim denotando que o processo está dentro do controle. Porém, verifica-se uma configuração do tipo sequência acima da linha média (CL) de 8 pontos e outra configuração tipo sequência abaixo da linha média (CL) com 8 pontos consecutivos, sinalizando uma mudança no nível do processo nestes dois pontos.

Figura 07 - Gráfico de controle individual  $\bar{X}$  para Proteína Bruta da Farinha de Carne e Ossos.

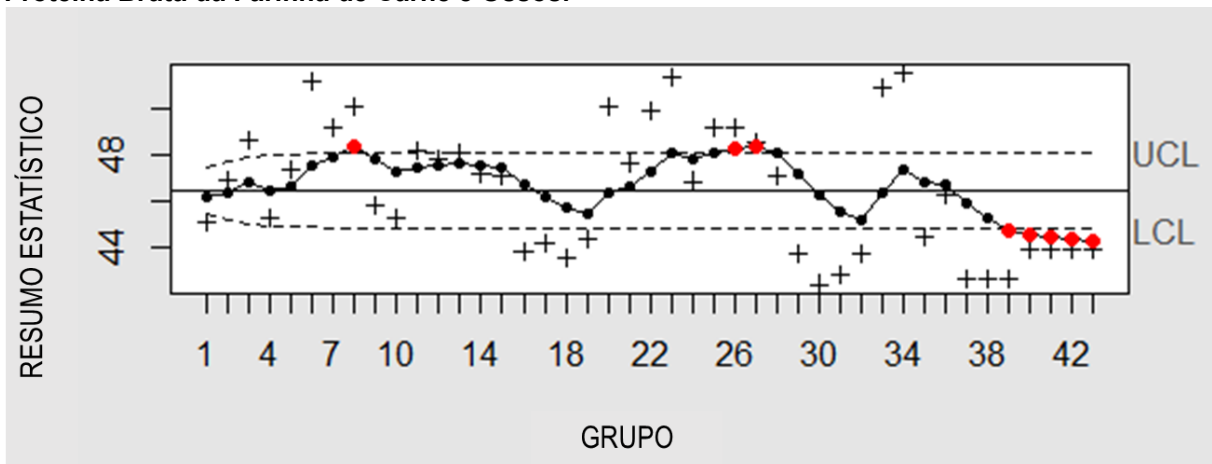


Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico EWMA para proteína bruta da farinha de carne e ossos pode ser observado na figura 08, onde verifica-se que na 8ª observação e 26ª à 27ª observações de  $Z_i$  ponderada se encontram acima do LSC (UCL) e 39ª à 43ª observações de  $Z_i$  ponderada se encontra abaixo do LIC (LCL), acusando alteração

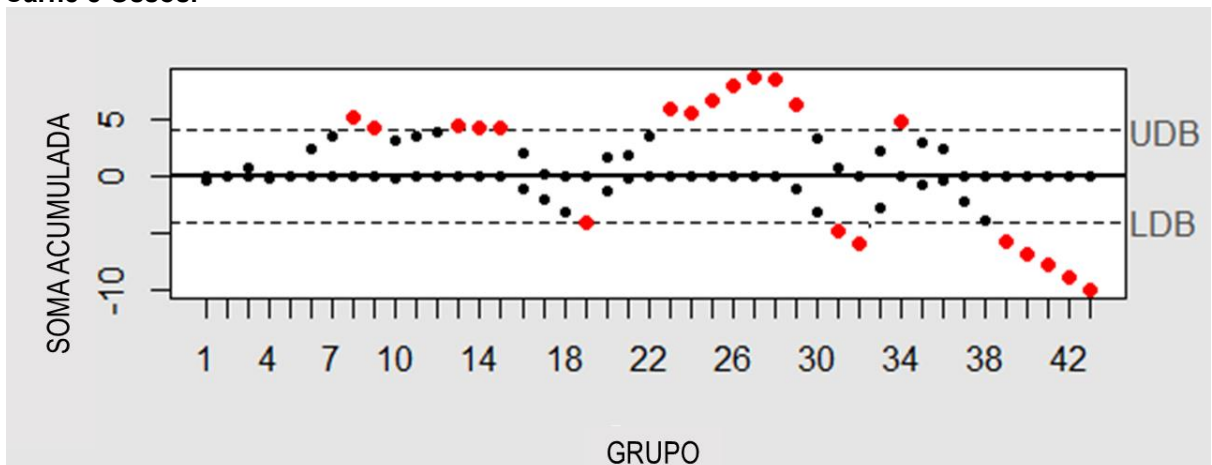
no processo. A 8ª observação não foi detectada com a utilização do gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$ , conforme observa-se na figura 07.

**Figura 08 - Gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) para Proteína Bruta da Farinha de Carne e Ossos.**



Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 09 - Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para Proteína Bruta de Farinha de Carne e Ossos.**



Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se na figura 09 o gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) para proteína bruta de farinha de carne e ossos. Neste pode-se evidenciar que a observações de  $C_i$  8ª à 9ª, as observações  $C_i$  12ª à 15ª, as observações  $C_i$  21ª à 29ª e a observação de  $C_i$  34ª se encontram fora do intervalo de decisão H superior e a observação de  $C_i$  19ª, as observações  $C_i$  31ª à 32ª, as observações  $C_i$  39ª à 43ª se

encontram fora do intervalo de decisão H inferior, mostrando nestes momentos alteração no comportamento do processo. Os demais pontos encontram-se dentro dos intervalos de decisão H.

Os gráficos de Soma Acumulada (CUSUM) mostram-se mais eficientes que os gráficos de Shewhart ao detectar pequenas e contínuas mudanças do processo, pois apresentam um ponto diferencial que é a combinação de várias amostras. Eles também são particularmente mais eficazes com amostras sequenciais de tamanho  $n=1$ , sendo muito indicados em situações onde o monitoramento do processo é feito mediante observações individuais (ALVES, 2003).

A utilização do gráfico CUSUM se mostrou mais promissor comparando-se ao gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$  e gráfico de controle de média móvel exponencialmente ponderada EWMA, pois é mais sensível às alterações dos valores encontrados, possibilitando a verificação e alteração das formulações sempre que o processo apontar mudanças nos lotes de produtos recebidos. Sendo assim, o gráfico CUSUM permitirá realizar a formulação das rações da Cooperativa com valores de nutrientes mais próximos dos valores reais obtidos considerando-se desvios padrão, para a observação da qualidade/composição no recebimento das matérias primas, permitindo assim, formular com os dados resultantes das análises realizadas no respectivo período de recebimento considerando-se o histórico da qualidade dos produtos recebidos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se após a descrição dos dados analisados que para as matérias primas Milho, Farelo de soja e Farinha de carne e ossos, que na média apenas o parâmetro acidez da farinha de carne e ossos não atendeu às exigências do CBAA, sendo que todos os demais parâmetros para todas as matérias primas analisadas atenderam ao padrão.

Após a realização do diagnóstico quanto à utilização dos gráficos de controle, observou-se que os gráficos EWMA e CUSUM apresentaram-se mais sensíveis aos dados, facilitando a visualização de mudanças no nível do processo e demonstrando pontos fora de controle os quais não foram identificados através do gráfico de controle para medidas individuais  $\bar{X}$ .

Como sugestão a empresa deve passar a exigir mais em relação à qualidade das matérias primas adquiridas, de maneira a atender os padrões do CBAA em todos os parâmetros, podendo implantar tais ferramentas para facilitar o controle do processo no recebimento.

Para trabalhos futuros sugere-se a aplicação a pesquisa e acompanhamento da resposta do melhoramento do nível de qualidade e diminuição dos custos de produção, por meio da formulação com dados mais aproximados.



## REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS – ABPA.

**História da suinocultura do Brasil.** 2019A. Disponível em:

<<http://abpabr.com.br/setores/suinocultura>>. Acesso em: 21 Out. 2019.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. **Relatório**

**Anual 2019.** 2019B. Disponível em: <[cleandrodias.com.br](http://cleandrodias.com.br) › 2019/05 › RELATORIO-ANUAL-ABPA-2019>. Acesso em: 22 Out. 2019.

ALVES, C. C. **Gráficos de Controle CUSUM: um enfoque dinâmico para a**

**análise estatística de processos.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

BARBARINO JUNIOR, P. Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas. **Viçosa: Universidade Federal de Viçosa**, 2001.

BARBOSA, T. D.; TRIGO, A. C.; SANTANA, L. C. **Qualidade no atendimento como fator de crescimento empresarial.** Revista de Iniciação Científica – Fundação Visconde de Cairu - RIC. V. 02, nº 02, p. 112-133. Salvador, 2015.

BELLAVER, C.; LUDKE, J. V.; LIMA, G. J. M. M. de. Qualidade e padrões de ingredientes para rações. In: **GLOBAL FEED & FOOD CONGRESS.** 2005. p.192-216.

BELUCIO, A. A. P.; PENZ JUNIOR, A. M.; VILLAS BOAS, L. L.; OSUNA, O.; MILES, R. **Estratégias para avaliação e manejo de grãos:** Aves News, Boletim técnico para funcionários e clientes da Nutron Alimentos. p.1-12. Set/Out, 2000.

BERNARDI, A. **Gestão e monitoramento da qualidade das matérias-primas da indústria de rações avícolas.** 107 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de

Produção e Sistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, 2017.

BRAVO, P. C. Controle Estatístico da Qualidade, In: 40a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS), Ribeirão Preto – São Paulo, 18- 21/07/1995. **Anais da 40ª RBRAS e 6º SEAGRO**, Ribeirão Preto, 1995

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2002. 430p.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2.Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

CHEWNING, C. G.; STARK, C. R.; BRAKE, J. Effects of particle size and feed form on broiler performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 4, p. 830-837, 2012.

CIVARDI, L. T. **Método de implementação do controle estatístico do Processo (CEP): um estudo de caso em uma indústria Alimentícia do Vale do Taquari/RS sob a ótica da Metodologia DMAIC**. 2018. 142f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção). Universidade Do Vale Do Taquari – Univates, Lageado, 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Instruções para amostragem de grãos. **Boletim Técnico: Série Armazenagem / Companhia Nacional de Abastecimento**. v.1 n.01, 2015.

CBAA - COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL, 2013.

CORDEIRO, F. B. C. **Percepção sobre a qualidade da carne suína e perfil de consumo de professores e estudantes do Centro de Ciências da Saúde da UFRB**. 34 folhas. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Zootecnia) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – BA, 2019.

DE CASTRO MARINO, L. H. F. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores chave para produtividade e competitividade empresarial. **XIII SIMPEP**, 2006.

DEMING, W. E. Qualidade: **A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DIAS, M. T. **Construção do Conhecimento e Metodologia da Pesquisa**. Natal: UnP, 2010.

FARINA, E. M. M. Q. Padronização em sistemas agroindustriais. In: ZYLBERSTAJN, D.; SCARE, R. F. **Gestão da qualidade no agribusiness**. São Paulo: Atlas, p. 18-29, 2003.

FAWCETT, R.H., WEBSTER, M. Variabilidade de alimentos e ingredientes do alimento: impacto na performance de frangos de corte e lucro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Concórdia, 1999. **Anais...** Concórdia: CNPSA, 1999. p.59-68.

FNQ – Fundação Nacional da Qualidade. **CRITÉRIOS PRIMEIROS PASSOS PARA A EXCELÊNCIA: Avaliação e diagnóstico da Gestão organizacional – 1ºed**. **Gráfica Stilgraf**. São Paulo, 2014.

FORMIGONI, A. da S.; CASTRO MARCELO, G de; NUNES, A. N. Importância do programa de qualidade “boas práticas de fabricação” (BPF) na produção de ração. **Nutritime Revista Eletrônica**, *on-line*, Viçosa, v.14, n.6, p.8016-8025, nov./ dez, 2017.

FUCILLINI, D. G.; VEIGA, C. H. A. da. Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso. **Custos e @gronegócio (online)**, v. 10, 2014.

GALUCH, L. **Modelo para implementação das ferramentas básicas do controle estatístico do processo – CEP em pequenas empresas manufatureiras**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC.

GIONGO, A. **Parâmetros de qualidade de um subproduto para fabricação de ração animal (farinha de carne e ossos)**. Lajeado, novembro de 2017.

HENNING, E.; ALVES, C. C.; SAMOBYL, R. W. Gráficos de controle multivariados MEWMA e MCUSUM em ambiente R. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 2008, Estância De São Pedro. **Anais...** Estância de São Pedro, 2008.

KARR-LILIENTHAL, L.K. et al. Amino acid, carbohydrate, and fat composition of soybean meals prepared at 55 commercial U.S. soybean processing plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.6, p.2146-2150, 2005.

KIELING, R. **Importância dos ingredientes no processo de fabricação de rações**. Rio Grande do Sul, FEEVALE, 1998, 10p.

KLEIN, A. A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração – uma abordagem prática. **Anais do I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Aves**, p. 1-21, 1999.

LIMA, G. J. M. M. de; NONES, K.; KLEIN, C. H.; BELLAVAR, C.; ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R. de; PEREIRA, L. R. **Composição química de híbridos comerciais de milho testados na safra 1999/2000**. Reunião Sul Brasileira de Pesquisa de Milho. Pelotas, RS. 2000. p.183-192.

LIMA, L. S.; TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade. **Gestão integrada da agricultura familiar**, 2004.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.

**Instrução normativa** nº 4, de 23 de fevereiro de 2007. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e o roteiro de inspeção. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br) > alimentacao-animal > InstruoNormativa04.2007.pdf> Acesso em: 10 Jan. 2020.

MARTINS, R. A. Conceitos básicos de controle estatístico da qualidade. São Carlos: **EdUFSCar**, 2010. 117p.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração**: da revolução à revolução digital. 4 ed. São Paulo: 2004.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to Statistical Quality Control**. New York: John Wiley & Sons Inc. 3th ed., 1996.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 6th ed. John Wiley & Sons Inc. Hoboken: New Jersey, 2008.

NASCIMENTO, G.A.J. do. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves utilizando o princípio da meta análise**. 2007. 199p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2007.

OLIVEIRA, R.; NOVAES, A. S.; DE SOUZA, A. C. B.; SALLES, M. A. M.; SANTO, G. F. E.; JUNIOR, D. M. P. Processo De Produção De Ração: Um Estudo De Caso Na Rações São Gotardo. **IX Convibra Administração**, p. 1-11, 2012.

PALADINI, EP. **Controle de qualidade**: uma abordagem abrangente. São Paulo: Atlas; 1990.

PARANTHAMAN, D. **Controle de qualidade**. São Paulo: McGraw-Hill, p. 356, 1990.

PAWLOWSKI, J. **Controle de Qualidade na Pequena e Média Empresa Controle Dimensional: SP**. IPT/NSI-MA, 1987.

PEREIRA, L. F. **Segurança e qualidade na inspeção de matérias-primas em fábrica de alimentos para ruminantes**. 2008. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí.

PINHEIRO, M. R. **Manejo de frangos**. Campinas: fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994.

PINTON, D. H. **Controle estatístico de processo**. São Paulo, Rev IMES, 1997; (40):35-8.

POZZOBON, E. M. **Aplicação do Controle Estatístico do Processo**. 2001. 130 f. Tese de Mestrado. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS.

RAMOS, E. M. L. S. **Aperfeiçoamento e Desenvolvimento de Ferramentas do Controle Estatístico da Qualidade–Utilizando Quartis para Estimar o Desvio Padrão**. 2003. 130 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis, SC.

RAMOS, A. W. **Controle estatístico de processo para pequenos lotes**. São Paulo: **Editora Edgard Blucher Ltda**. Fundação Vanzolini. 1995. 151p.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. T. **Cartas de Controle para Variáveis, Cartas de Controle para Atributos, Função de Perda Quadrática, Análise de Sistemas de Medição**. 2012. 172 f. FEENG/UFRGS. Porto Alegre.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa:UFV Imprensa Universitária, 2005, 187p.

SAMOHYL, R. W. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SCHNEIDER, C. R.; FIGUEIREDO, M.; CESARO, E de.; MARCATO, S. M. Gestão de fábrica de ração animal no Brasil: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, *on-line*, Viçosa, v.16, n.3, p.8470-8476, maio/jun, 2019.

SCRUCCA, L. qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. **dim (pistonrings)**, v. 1, n. 200, p. 3, 2004.

SILVA, W. N. da; MOREIRA, M. A. de S. Controle de qualidade nas fábricas de rações para bovinos no município de Coromandel – MG. **Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 07-24, 2018.

SILVINO, A. S.; DO PRADO RAFALSKI, J. GESTÃO DE QUALIDADE EM SERVIÇOS NAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO RAMO DE SOFTWARE: garantia de qualidade MPS. BR. **Revista Foco**, v. 6, n. 1, p. 75-83, 2013.

SINDIRAÇÕES / ANFAL / ASBRAM. **Manual de boas práticas de fabricação para estabelecimentos de produtos para alimentação animal**.

Comunicação em Agronegócios e meio ambiente. São Paulo – SP. p.19-48, 2002.

SIQUEIRA, L. **Controle estatístico do processo**, Equipe Grifo – São Paulo: Pioneira, 1997.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SOUZA, A. M. **Monitoração e ajuste de realimentação em processos produtivos multivariados**. 2000. Tese (Doutorado Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. Granulometria do milho para suínos em crescimento e terminação. Disponível em:

<<https://www.suinoindustria.com.br/imprensa/granulometria-do-milho-para-suinos-em-crescimento-e-terminacao/20180126-160717-q434>>. Acesso em: 16 Jan. 2020.

TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade na agroindústria. **Gestão Agroindustrial**. IN: BATALHA, M. O. (org.). Editora Atlas, 1997. v. 1, p.465-517.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and Poultry: World Market and Trade, Foreign Agricultural Service, April, 2019**.

Disponível em:

<[https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://apps.fas.usda.gov/PSDOnline/Circulars/2019/06/Livestock\\_poultry.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://apps.fas.usda.gov/PSDOnline/Circulars/2019/06/Livestock_poultry.pdf)> Acesso em: 22 Out. 2019.

VAN KEMPEN, T.A.T.G. et al. Regional and processor variation in the ileal digestible amino acid content of soybean meals measured in growing swine. **Journal of Animal Science**, v.80, n.2, p.429-439, 2002.

VILAS BOAS, E. B. B. **Estudo da qualidade da matéria-prima de uma fábrica de ração para frangos de corte utilizando cartas de controle e técnicas de Taguchi de custo mínimo** - 2005. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Toledo.

ZANI, A. **Boletim informativo do setor dezembro/2018**. SINDIRAÇÕES. p. 1-4. 2018. Disponível em: <[https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2018/12/boletim\\_informativo\\_do\\_setor\\_dezembro\\_2018\\_vs\\_final\\_port\\_sindiracoes.pdf](https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2018/12/boletim_informativo_do_setor_dezembro_2018_vs_final_port_sindiracoes.pdf)>. Acesso em: 31 Out. 2019.

ZANINI, R. R. et al. A Utilização dos Gráficos de Controle para Acompanhamento de Processos de Vigilância. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 27)**, 2016.